

מדדי הבשלה לקטיף מנגו, זנים 'שלי', 'מאיה', 'קייט' - עונה 2018

הניסויים נערכו במימון משרד החקלאות ושולחן מגדלי מנגו במועצת הצמחים

טלי גולדברג, דני גמרסני, שאול נשיץ, הראל אגרא, אלה צבילינג,
היבא איברהים, לילך ברקוביץ, לילך שיפמן, רונן שפיר

מבוא

בארץ מגדלים מנגו בהיקף של כ-45,000 טון באזור סובב כינרת, עמק בית שאן ואף בערבה. כ-50% מהתוצרת משווקת לצריכה מקומית וכ-50% מיוצאת לחו"ל. עונת הקטיף של המנגו בחודשים יולי-אוקטובר (ע"פ סיכום נתוני עונת 2016 של ענף הפירות במועצת הצמחים).

מדי שנה מתחיל קטיף מוקדם של פרי בוסר כבר בחודש מאי בגין המחירים הגבוהים שהוא פודה. הפרי אמנם מתרכך במהלך חיי המדף, אך אינו מפתח את הניחוח והטעם המאפיינים את הזן. אנו צופים שבעזרת מדדים אובייקטיביים ניתן יהיה לקבוע את עיתוי הקטיף המיטבי שיבטיח הספקת פרי איכותי לשווקים.

בשנים 2010-2012 הוחל באיסוף נתונים של מדדי הבשלה לקטיף מנגו בזנים 'שלי', 'טומי אטקינס' ו'מאיה' (דוח המעבדה לאחסון פירות, 2010), לשם קביעת מצב הבשלה מינימאלי לקטיף פרי שיהיה ראוי למאכל בעת שיווקו. במחקר זה נמצא כי בזנים 'מאיה' ו'שלי', כאשר תכולת הכ.מ.מ בעת הבשלת הפרי היתה מעל 15.5%, טעם הפרי, במבחן טעימה, היה לשביעות רצון הטועמים. בזן 'קייט' דווח כי בפרי הבשל תכולת הכ.מ.מ הינה מעל 17% (Padra et al., 2011).

נכון לעכשיו אין בידי המגדלים מדדים לקביעת הבשלות המינימלית לקטיף הפירות, ולכן הוחלט להמשיך בקידום סטנדרט איכות לקטיף מנגו. מכיוון שהביקוש לזן 'טומי אטקינס' בירידה, בעונה הנוכחית התמקדנו בפיתוח הסטנדרטים עבור הזנים 'שלי', 'מאיה' ו'קייט'.

המאפיינים של מדד הבשלה המתאים לשמש לקביעת עיתוי הקטיף:

- 1) ניתן למדוד אותו באופן אובייקטיבי;
- 2) מתקיים מתאם בין המדד הנבדק במועד הקטיף לבין איכות הפרי בעת הבשלתו;
- 3) לא צפוי לחול שינוי מהיר בערך המדד לאחר קטיף הפרי, כך שניתן להעריך את מצב ההבשלה בו נקטף הפרי גם עם הגיעו לשווקים;
- 4) רצוי – בדיקה לא הרסנית.

מטרת העבודה

קביעת מצב הבשלה מינימאלי לקטיף פרי על מנת שיהיה ראוי למאכל בעת שיווקו.

מהלך המחקר

המחקר בוצע בשלושה זנים: 'שלי', 'מאיה' ו'קייט', מאזור גידול סובב כנרת. בכל מטע וזן סומנו חמישה עצים מייצגים ומכל עץ נידגמו 10 פירות שמייצגים את מצבו של מרבית הפרי בכל מועד קטיף. הפרי נקטף ב 3-4

מועדים, לפי קצב ההבשלה של הזן (טבלה 1). אמת המידה להתחלת הקטיף הייתה ע"פ התחלת הקטיף המסחרי של כל זן. בכל קטיף נדגמו 50 פירות אחידים מבחינת צבע רקע וגודל: 25 פירות (5 חזרות, 5 פירות בכל חזרה) שימשו לבדיקות בקטיף ו-25 הפירות הנותרים (5 חזרות, 5 פירות בכל חזרה) עברו הבחלה (זנים 'שלי' ו'מאיה' בלבד) במשך 2-3 ימים, עד לשבירת הצבע בתנאים של 22 מ"צ, 120ppm אתילן, 0.35% פד"ח, 95% לחות. בתום ההבחלה אוחסנו הפירות בתנאי חיי-מדף (20 מ"צ, 65% לחות) עד הגעתם להבשלה ראויה לעריכת מבחן טעימה. כמדד לקביעת מועד הטעימה שמשה מוצקות הפרי, ע"פ ערך בדיקת סף הדפורמציה של 1.2 לב"כ לכל היותר. פרוט הבדיקות שנערכו בקטיף ובחיי-מדף מופיע בטבלה 2.

טבלה 1: אתרי הדיגום ותאריכי הדיגום של זני המנגו שנבדקו בניסוי, עונה 2018

הזן	מיקום החלקה	קטיף 1		קטיף 2		קטיף 3		קטיף 4	
		קטיף	ח"מ*	קטיף	ח"מ	קטיף	ח"מ	קטיף	ח"מ
'שלי'	כורזים	13.06	20.06	11.07	17.07	29.07	07.08	06.08	13.08
'מאיה'	כורזים	19.06	27.06	03.07	10.07	22.07	29.07		
'קייט'	רמות	09.08	26.08	20.08	04.09	05.09	16.09	17.09	27.09

*ח"מ- חיי מדף.

טבלה 2: מדדי איכות הפרי שנמדדו במהלך הניסוי.

המדד	בדיקה הרסנית (+) לא הרסנית (-)	קטיף	חיי-מדף
משקל בקטיף	-	✓	✓
איבוד משקל	-		
מוצקות אלסטיות (IQ), Sinclair	-	✓	✓
צבע לחי אדומה, מד צבע, Minolta*	-	✓	✓
צבע רקע ירוק, מד צבע, Minolta**	-	✓	✓
צבע ציפה, מד צבע, Minolta***	+	✓	✓
צבע ציפה, לוח צבע מ-1 (פרי בוסר) עד 8 (פרי בשל), נספח 1	+	✓	✓
סף דפורמציה (לב"כ), מד לחץ, פנטרומטר, Hortplus	-	✓	✓
כ.מ.מ (%), רפרקטומטר, J.P. Selecta	+	✓	✓
חומצה (%), טיטרטור, Schott	+	✓	✓
חומר יבש (%), תנור	+	✓	✓
מצב פנימי (רקבנות, החמות)	+	✓	✓
אף אלקטרוני, #PEN3, Airsense	+	✓	✓
לשון אלקטרונית, #Intelligent Sensor Technology SA402B	+	✓	✓
מבחן טעם, פאנל טועמים	+	✓	✓

* הערך a מייצג את השינוי מגוונים ירוקים כשערכיו שליליים, לאדומים כשערכיו חיוביים.

** הערך b מייצג את השינוי מגוונים כחולים כשערכיו שליליים לצהובים כשערכיו חיוביים.

*** זווית הגוון ($h = \arctan(b/a)$) קובעת את הצבע האדום, הצהוב, הירוק, הכחול, הסגול או צבעי הביניים בין הצמדים הסמוכים של צבעים בסיסיים אלה.

תוצאות בדיקות האף האלקטרוני והלשון האלקטרונית יוצגו בהמשך.

ניתוח סטטיסטי

ההבדלים בין הקטיפים של כל אחד מהזנים נבדקו במבחני שוניות ופוסט-הוק (דנקן).

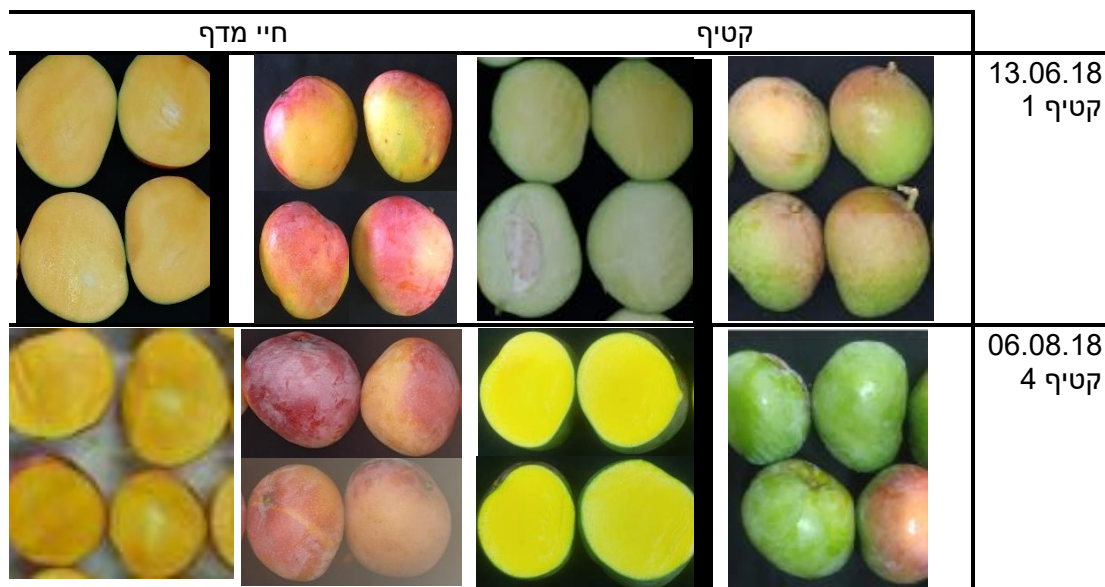
הקשר בין מדדי הבשלת הפירות במועד הקטיף למדדי איכות הפרי בתום חיי-מדף נבדק באמצעות מקדם פירסון (Pearson). השפעת אחוז החומר היבש בקטיף על רמת הסוכר בתום חיי מדף נבדקה באמצעות גרסיות לינאריות.

תוצאות

זן 'שלי'

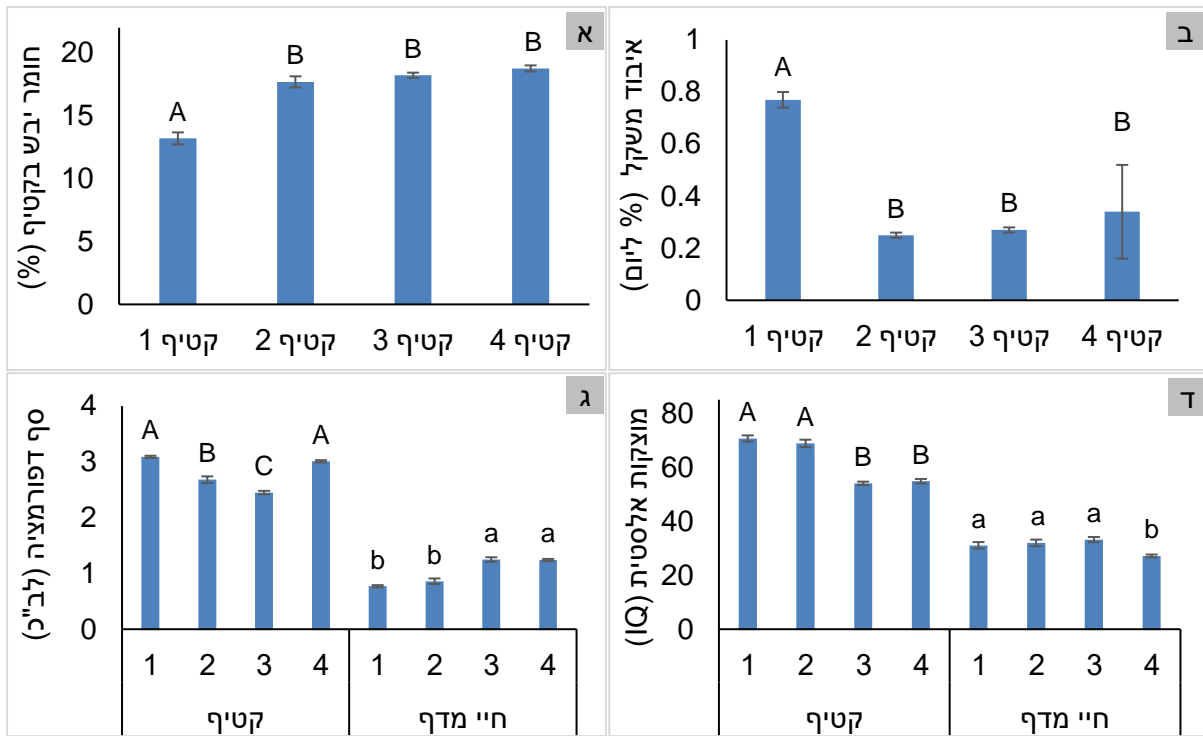
מראה הפרי בכל מועד קטיף ולאחר חיי-מדף מתואר בתמונה 1. החל מאמצע חודש יוני, במהלך שמונה שבועות, התבצעו ארבעה קטיפים שבהם נדגמו הפירות. במהלך תקופה זו חלה עליה של כ-40% במשקל הפרי (טבלה 3) ובתכולת החומר היבש שלו (איור א'1). במקביל חלה ירידה באיבוד המשקל של הפרי (איור ב'1) במהלך חיי המדף, בקשיותו (איור ג'1) ובמוצקותו (איור ד'1). מדידות צבע אובייקטיביות של הקליפה (איור א'2, ב') והציפה (איור ג'2) בעזרת מד צבע דיגיטלי הדגישו את ההבדלים בין מועדי הקטיף, שהיו לרוב מובהקים בערוצים של a^* , b^* והגוון (h°). הבדלים מובהקים התקבלו אף במדידה הסובייקטיבית על-פי לוחות הצבע (איור ד'2). בבדיקות ההרסניות של מיץ הפרי ניכר כי תכולת הכ.מ.מ בקטיף הראשון והשני הייתה נמוכה באופן מובהק מהתכולה בשני הקטיפים המאוחרים. בחיי-מדף פירות הקטיף הראשון לא הגיעו למקסימום פוטנציאל הכ.מ.מ של פירות זן זה ואילו פירות הקטיפים 2-4 הגיעו לתכולת כ.מ.מ של 15.5-16.5% (איור א'3). שעור החומצה בקטיף הראשון היה גבוה (1.78%) באופן מובהק ביחס לשלושת הקטיפים המאוחרים יותר. בחיי-מדף תכולת החומצה המשיכה לרדת, מלבד עלייה לא מוסברת בתכולת החומצה בחיי המדף של הקטיף הרביעי (איור ב'3). היחס כ.מ.מ/חומצה עלה הודות לעלייה בתכולת הכ.מ.מ והירידה בתכולת החומצה, מלבד בחיי המדף של הקטיף הרביעי (איור ג'3). השינויים המירבים במדדים המתוארים לעיל חלו על-פי-רוב בקטיף השני או השלישי, כשלאחריהם לרוב לא נמדדו הבדלים או אפילו לעיתים חלה, לכאורה, נסיגה בהבשלה. יתכן שהסיבה לכך נעוצה בעובדה שבמהלך תקופת הדיגומים נקטפו במטע הפירות שהבשלתם התקדמה בינתיים, כך שעל העצים נותרו פירות פחות בשלים.

תמונה 1: מראה פירות מנגו, זן 'שלי', במועדי הקטיף הראשון והרביעי ובסוף חיי-מדף של קטיפים אלו.

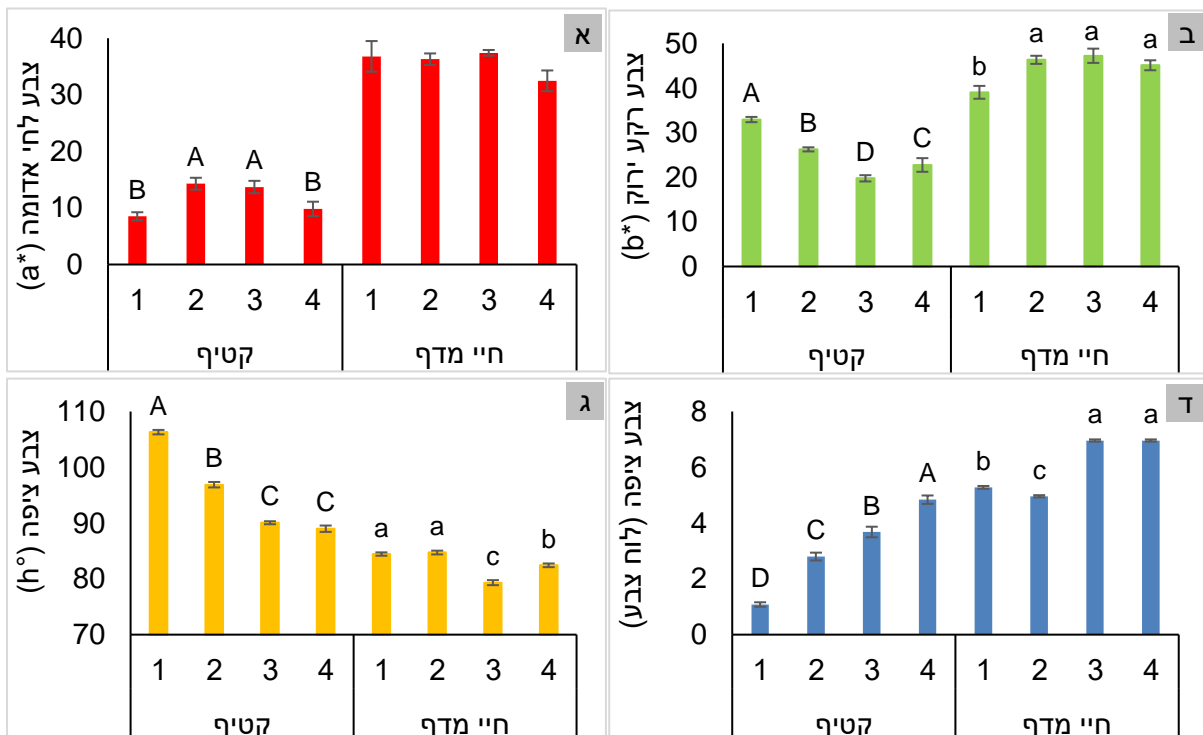


טבלה 3: משקל ממוצע לפרי, זן 'שלי'.

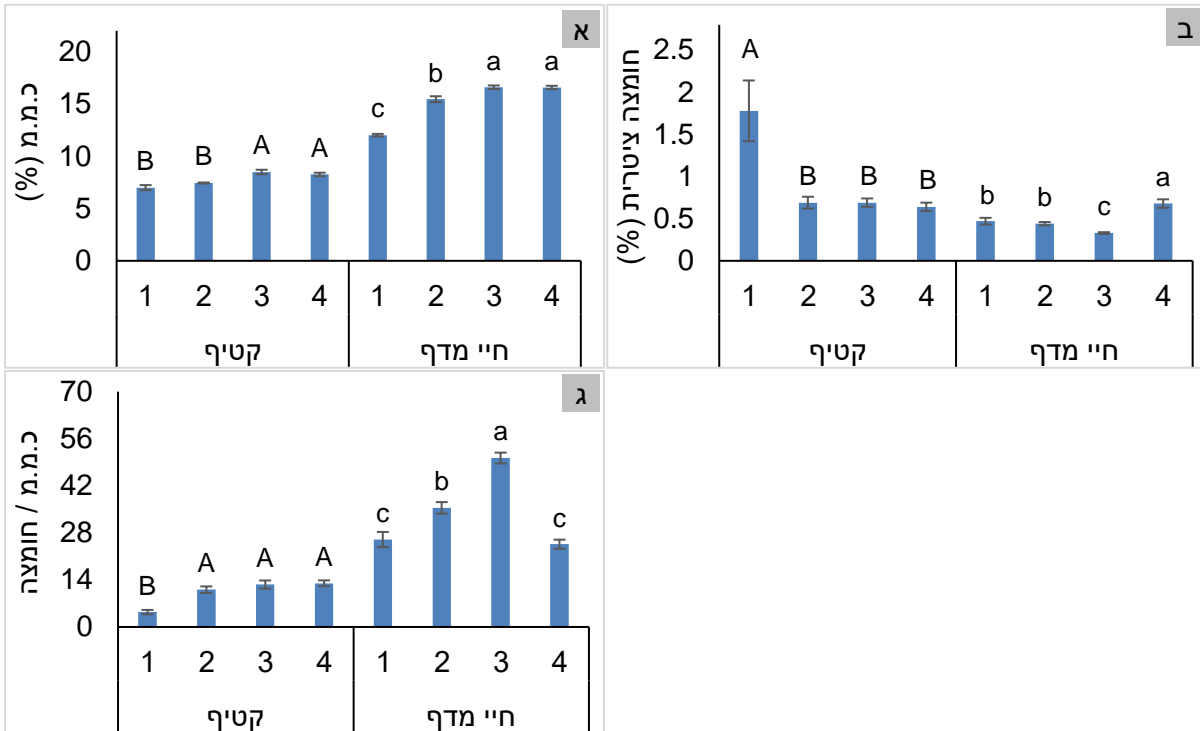
קטיף	תאריך	משקל \pm ש"ת (גר')		
1	13.06	303.82	\pm	8.09
2	11.07	433.82	\pm	30.63
3	29.07	432.53	\pm	7.9
4	06.08	497.13	\pm	23.6



איור 1: חומר יבש (א), איבוד משקל (ב), דפורמציה קליפה (ג), מוצקות (ד) של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

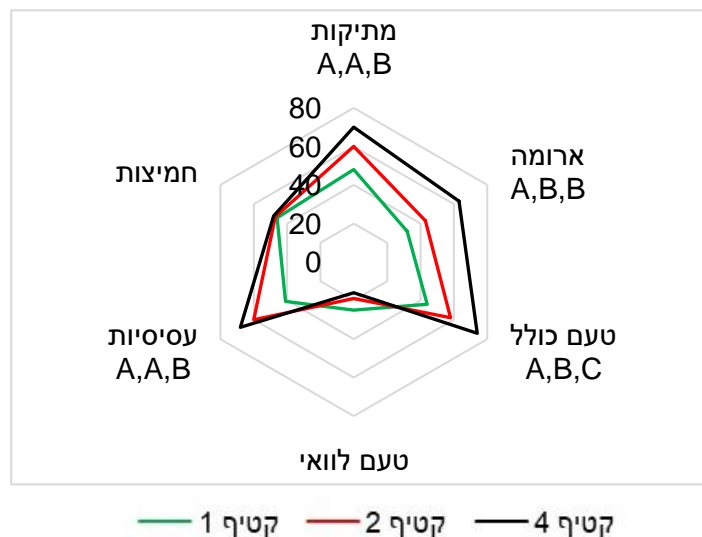


איור 2: צבע לחי אדומה, a* (א), צבע רקע ירוק, b* (ב), צבע ציפה, h° (ג), צבע ציפה, לוח צבע (ד) של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).



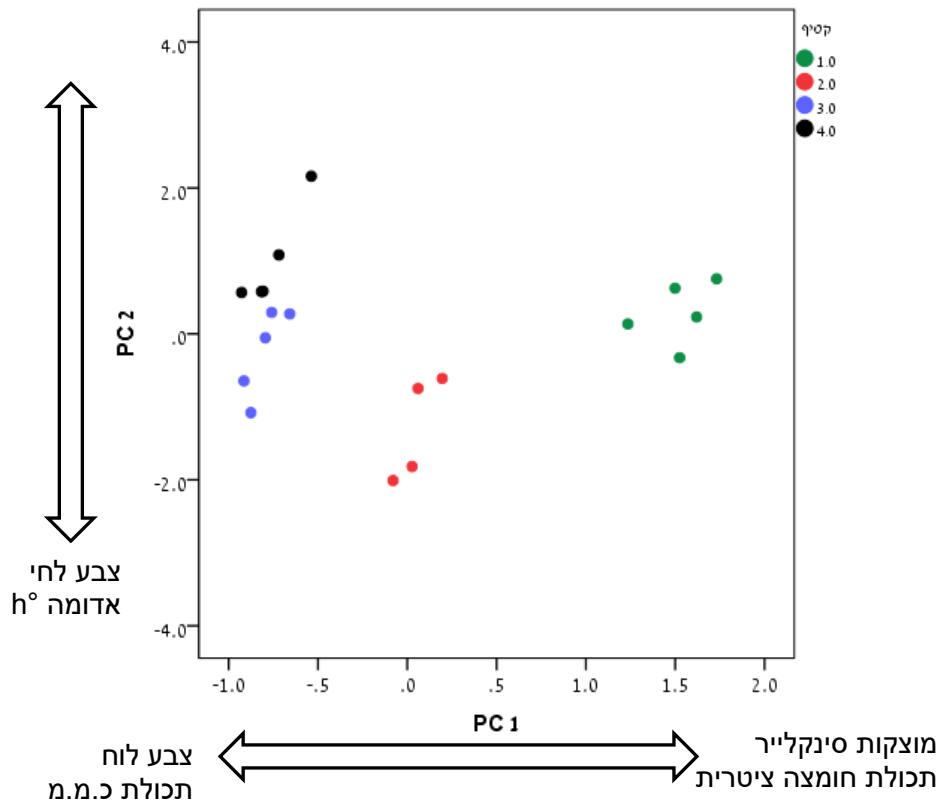
איור 3: כ.מ.מ (א), חומצה ציטרית (ב), יחס הבשלה כ.מ.מ/חומצה (ג) של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע ± ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

טעם הפרי לאחר חיי-מדף הלך והשתפר עם התקדמות עונת הקטיף. הטועמים אמנם לא חשו בשינוי בחמיצות הפרי (שניכר בבדיקות האובייקטיביות שנערכו, איור 3ב) אך הדגישו את העלייה במתיקות הפרי, בעסיסיותו, בטעמו הכולל ובארומה (איור 4). ניכר כי פירות הקטיף הראשון דורגו נמוך מאוד מבחינת הערכת טעמים.



איור 4: מדדי הטעם (מתיקות, חמיצות, עסיסיות, טעם לוואי, טעם כולל, ארומה) בפירות מנגו מזן 'שלי' שנקטפו במועדים שונים, לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. דרוג על-פי 0-100. אותיות שונות C-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$). n=5-10.

על-פי ניתוח PCA (Principle Component Analysis) במועדי הקטיף, נראה כי יש הפרדה בין הקטיפים, כאשר ציר ה- x , הסביר כ-70% מהשונות והושפע מצבע הציפה, תכולת הכ.מ.מ, מוצקות סינקלייר ותכולת חומצה ציטרית וציר ה- y הסביר כ-12% מהשונות והושפע מצבע הלחי האדומה. ניכר כי פירות הקטיף הראשון התאפיינו במוצקות גבוהה ותכולת חומצה ציטרית גבוהה (איור 5).

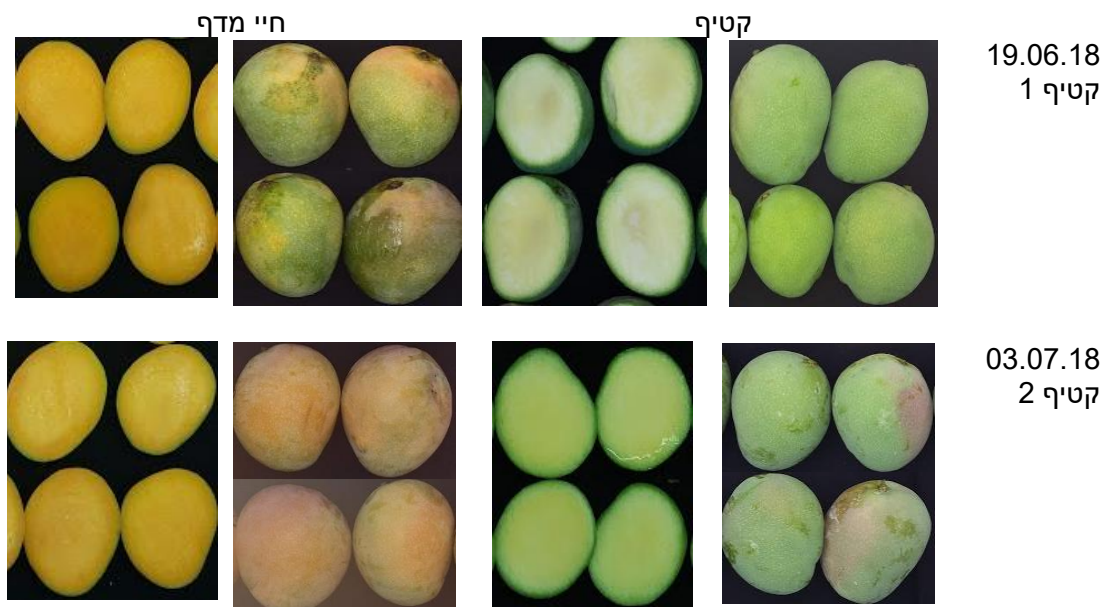


איור 5: המשתנים העיקריים בחיי-מדף שהבדילו בין פירות ארבעת הקטיפים ע"פ ניתוח PCA. $PC1=69.8\%$; $PC2=11.6\%$. כל נקודה באיור מתארת חזרה אחת.

זן 'מאיה'

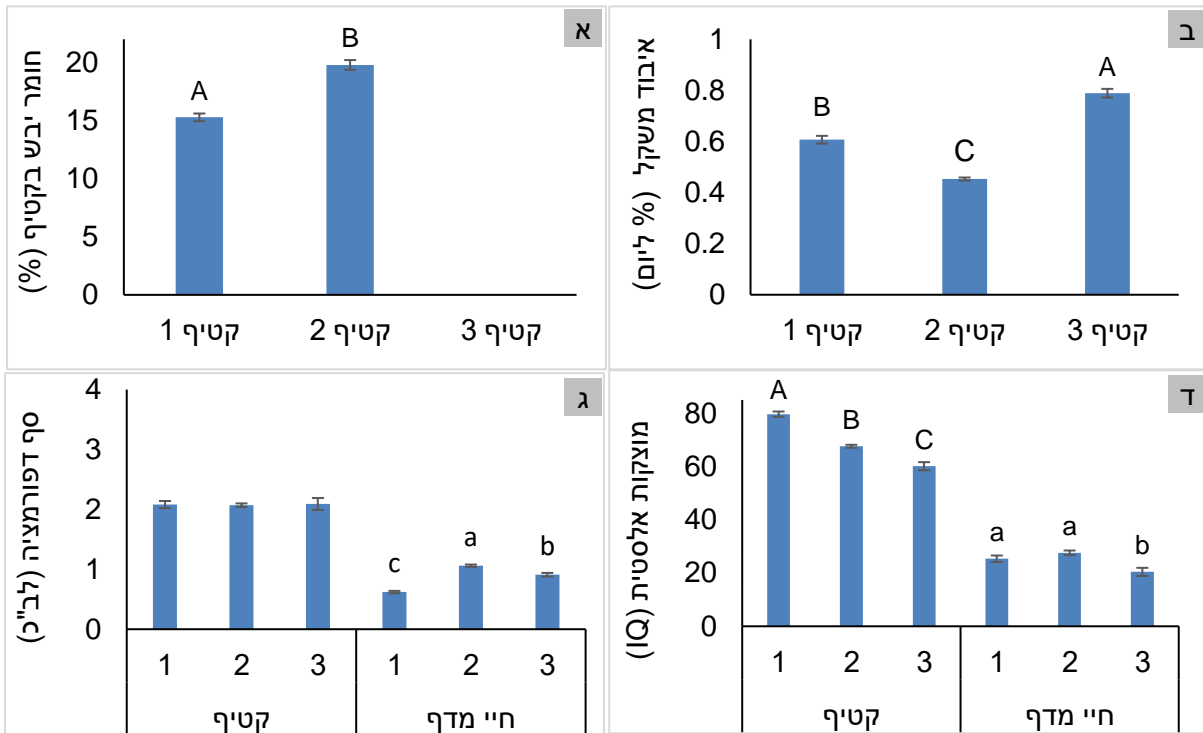
מראה הפרי בכל מועד קטיף ולאחר חיי-מדף מתואר בתמונה 2. פירות זן 'מאיה' ניקטפו בשלושה מועדים, החל מה-19.06 ועד ה-22.07. במהלך תקופה זו חלה עליה של כ-25% במשקל הפרי (טבלה 4) ובדומה לזן 'שלי', תכולת החומר היבש עלתה (איור 6א'). בקטיף 3 חלה עלייה באיבוד המשקל של הפרי (איור 6ב') במהלך חיי המדף, שיכול להצביע על שינויים במבנה הקוטיקולה של הפרי. בבדיקת סף הדפורמציה לא נימצאו הבדלים בין פירות מועדי הקטיף השונים (איור 6ג') אך ניכר הבדל במוצקותם שנמדדה ע"י מכשיר הסינקלייר (איור 6ד'). במדידות צבע אובייקטיביות של צבע הרקע של הקליפה (איור 7ב') והציפה (איור 7ג') בעזרת מד צבע דיגיטלי הדגישו את ההבדלים בין מועדי הקטיף, שהיו לרוב מובהקים בערוצים של b^* והגוון (h°). הבדלים מובהקים התקבלו אף במדידה הסובייקטיבית על-פי לוחות הצבע (איור 7ד'). בבדיקות ההרסניות של מיץ הפרי ניכר כי תכולת הכ.מ.מ בקטיף הראשון והשני הייתה נמוכה באופן מובהק מהתכולה בקטיף השלישי. בחיי-מדף תכולת הכ.מ.מ עלתה מ-14.4% ל-20.9% (איור 8א'). תכולת החומצה ירדה באופן מובהק במהלך שלושת הקטיפים וזו המשיכה לרדת במהלך חיי-מדף, כשתכולת החומצה הנמוכה ביותר (0.28%) התקבלה דוקא בחיי המדף של הקטיף הראשון (איור 8ב'). חומצה ציטרית וחומצה מאלית הן החומצות האורגניות העיקריות במנגו, וירידה בשעור החומציות במהלך הקטיפים ועם התקדמות ההבשלה, עשויה להיות בשל ניצול ניצולן כסובסטרט לנשימה (Lebrun et al., 2008). היחס כ.מ.מ/חומצה הלך ועלה עם התקדמות הקטיפים (איור 8ג').

תמונה 2: מראה פירות מנגו, זן 'מאיה', במועדי הקטיף הראשון והשני ובסוף חיי-מדף של קטיפים אלו.

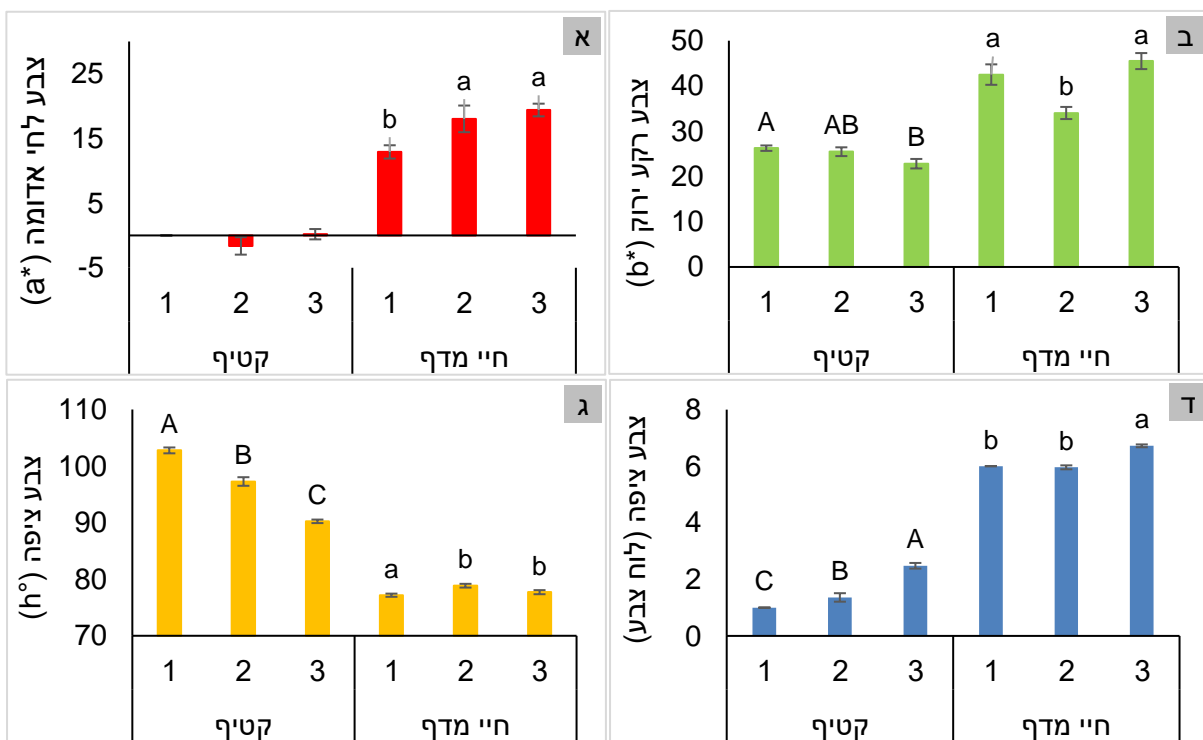


טבלה 4: משקל ממוצע לפרי, זן 'מאיה'.

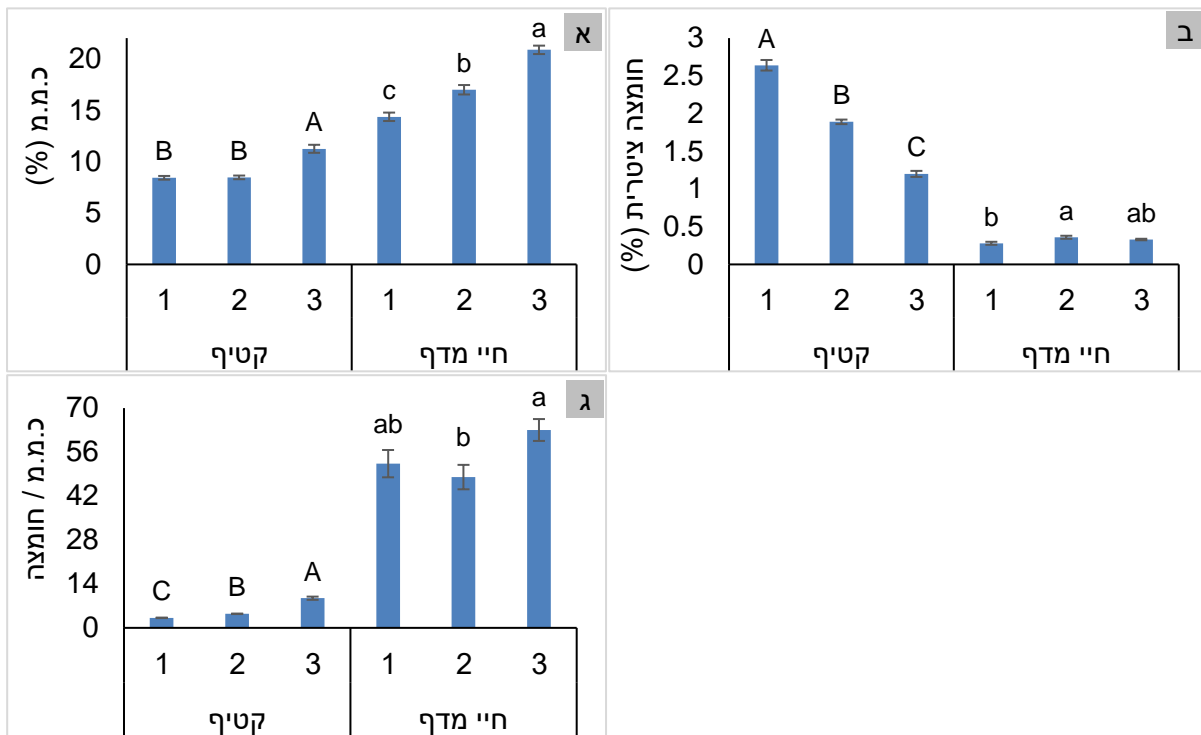
קטיף	תאריך	משקל \pm ש"ת (גר')
1	19.06	263.16 \pm 8.09 B
2	03.07	305.94 \pm 11.39 A
3	22.07	332.75 \pm 7.89 A



איור 6: חומר יבש (א), איבוד משקל (ב), דפורמציה קליפה (ג), מוצקות (ד) של פירות מנגו זן 'מאיה' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

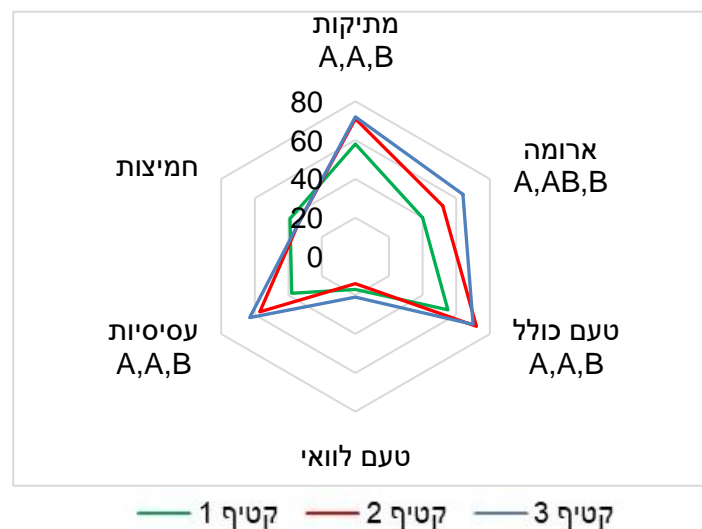


איור 7: צבע לחי אדומה, a^* (א), צבע רקע ירוק, b^* (ב), צבע ציפה, h° (ג), צבע ציפה, לוח צבע (ד) של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).



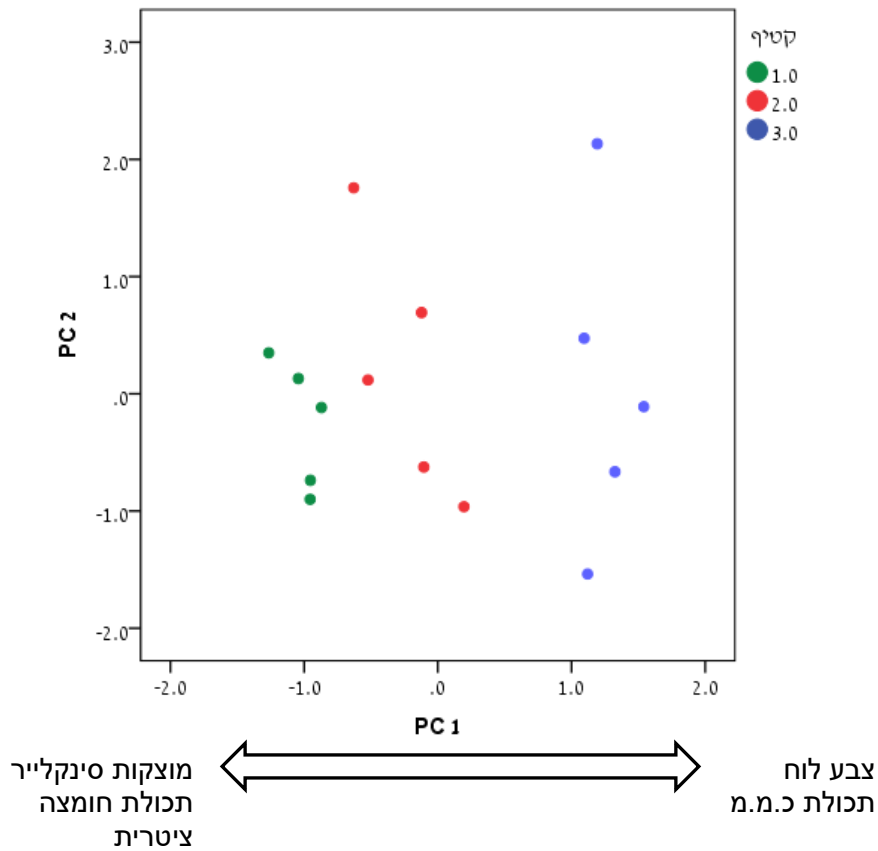
איור 8: כ.מ.מ. (א), חומצה ציטרית (ב), יחס הבשלה כ.מ.מ./חומצה (ג) של פירות מנגו זן 'מאיה' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

טעם הפרי לאחר חיי-מדף הלך והשתפר עם התקדמות עונת הקטיף. הטועמים הדגישו את העלייה במתיקות הפרי, בעסיסיותו, בטעמו הכולל ובארומה (איור 9). בכל המדדים הנ"ל פירות הקטיף הראשון דורגו נמוך יותר ביחס לפירות הקטיף השני והשלישי.



איור 9: מדדי הטעם (מתיקות, חמיצות, עסיסיות, טעם לוואי, טעם כולל, ארומה) בפירות מנגו מזן 'מאיה' שנקטפו במועדים שונים, לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. דרוג על-פי 0-100. אותיות שונות C-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$). n=5-10.

על-פי ניתוח PCA (Principle Component Analysis) במועדי הקטיף, נראה כי יש הפרדה בין הקטיפים, כאשר ציר ה-א, הסביר כ-71% מהשונות והושפע מצבע הציפה, תכולת הכ.מ.מ, מוצקות סינקלייר ותכולת חומצה ציטרית וציר ה-γ הסביר כ-14% מהשונות והושפע מצבע הלחי האדומה. ניכר כי פירות הקטיף הראשון התאפיינו במוצקות גבוהה ותכולת חומצה ציטרית גבוהה (איור 10).



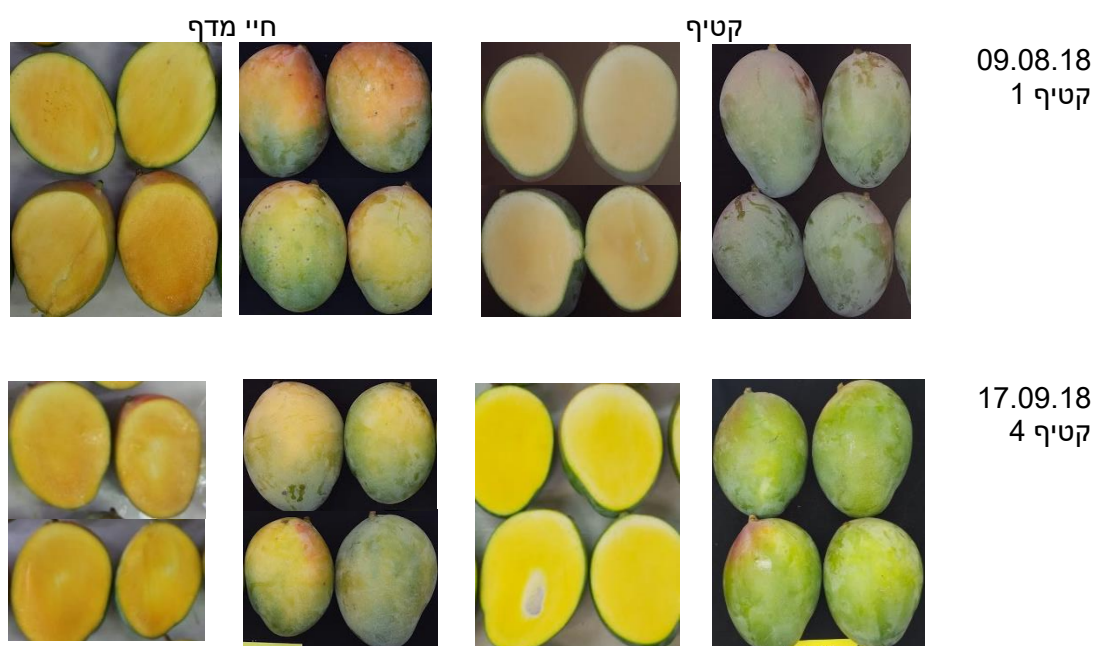
איור 10: המשתנים העיקריים בחיי-מדף שהבדילו בין פירות ארבעת הקטיפים ע"פ ניתוח PCA. PC1=70.8%; PC2=13.9%. כל נקודה באיור מתארת חזרה אחת.

זן 'קִיט'

מראה הפרי בכל מועד קטיף ולאחר חיי-מדף מתואר בתמונה 3. פירות זן 'קִיט' ניקטפו בארבעה מועדים, במהלך חודש וחצי (מה-09.08.18 ועד ה-17.09.18). במהלך תקופה זו חלה עליה של כ-11% במשקל הפרי (טבלה 5), תכולת החומר היבש עלתה (בין הקטיף הראשון לשני בלבד), ללא הבדל באיבוד המשקל (איור 11א', ב'). בבדיקת סף הדפורמציה ומוצקות הפירות לא נימצאו הבדלים בין פירות מועדי הקטיף השונים (איור 11ג', ד').

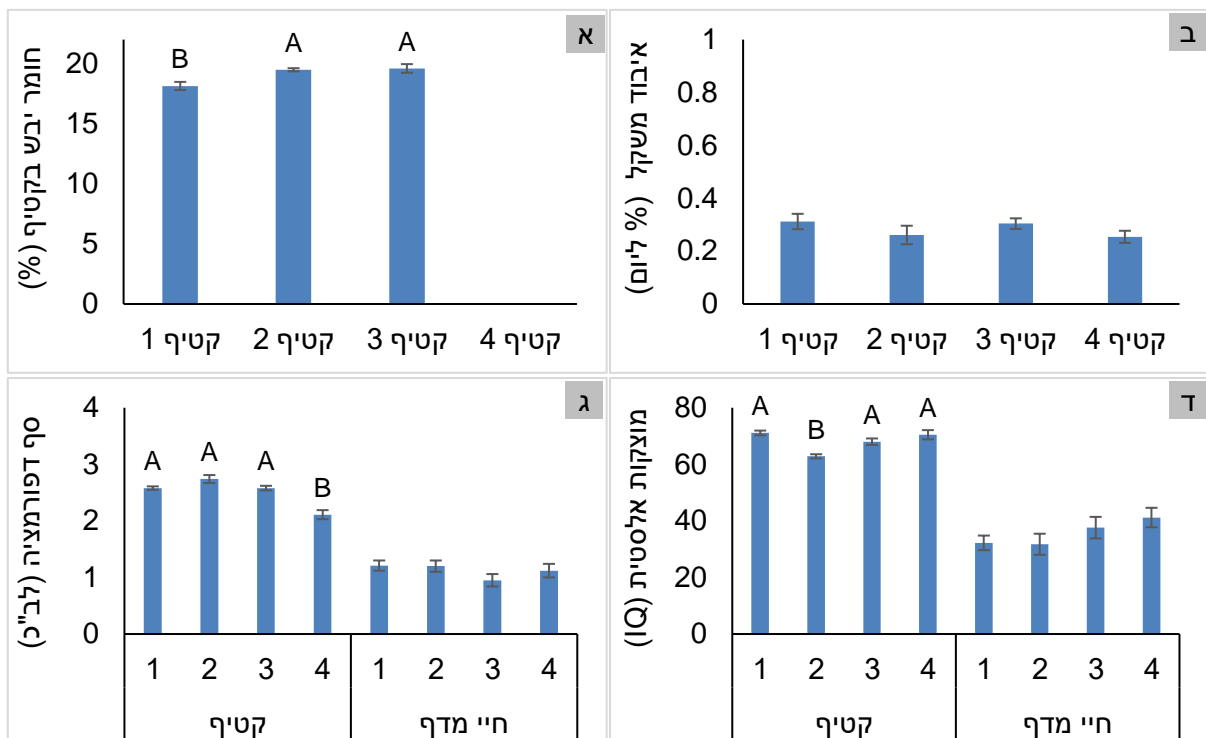
מדידות צבע אובייקטיביות של לחי הפרי האדומה וציפת הפרי (איור 12א', ג') בעזרת מד צבע דיגיטלי ולוחות הצבע (איור 12ד'), הדגישו את ההבדלים בין הקטיף הראשון והשני (שהיו דומים ביניהם במדדים אלו) לבין הקטיף השלישי והרביעי. בבדיקות ההרסניות של מיץ הפרי ניכר כי בשלושת הקטיפים הראשונים, תכולת הכ.מ.מ עלתה עם התקדמות הקטיפים (איור 13א') אך יחד עם זאת כבר בקטיף הראשון התכולה בחיי-מדף היתה מעל 17%, ערך המעיד שהפרי נקטף בעיתו. עם התקדמות הקטיפים, חלה ירידה בשעור החומצה (איור 13ב') אך בקטיף הרביעי התהפכו המגמות ונמדדה ירידה לא מוסברת בתכולת הכ.מ.מ ועלייה בשיעור החומצה.

תמונה 3: מראה פירות מנגו, זן 'קִיט', במועדי הקטיף הראשון והרביעי ובסוף חיי-מדף של קטיפים אלו.

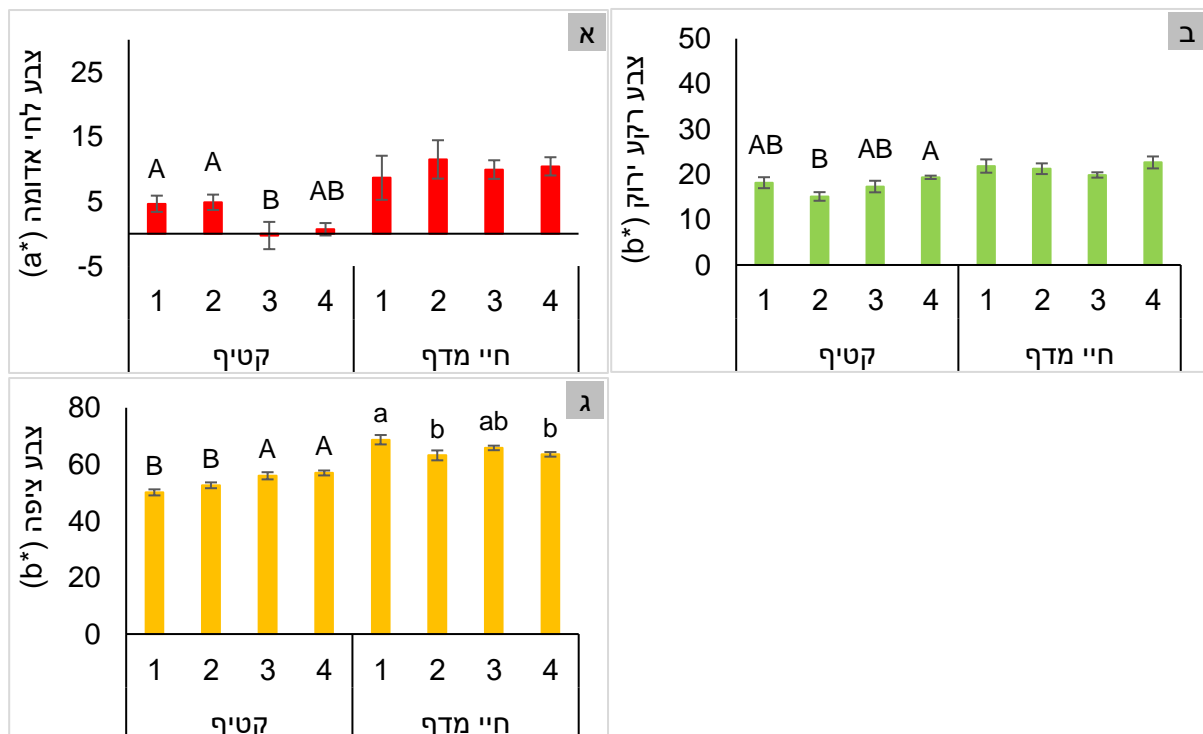


טבלה 5: משקל ממוצע לפרי, זן 'קִיט'.

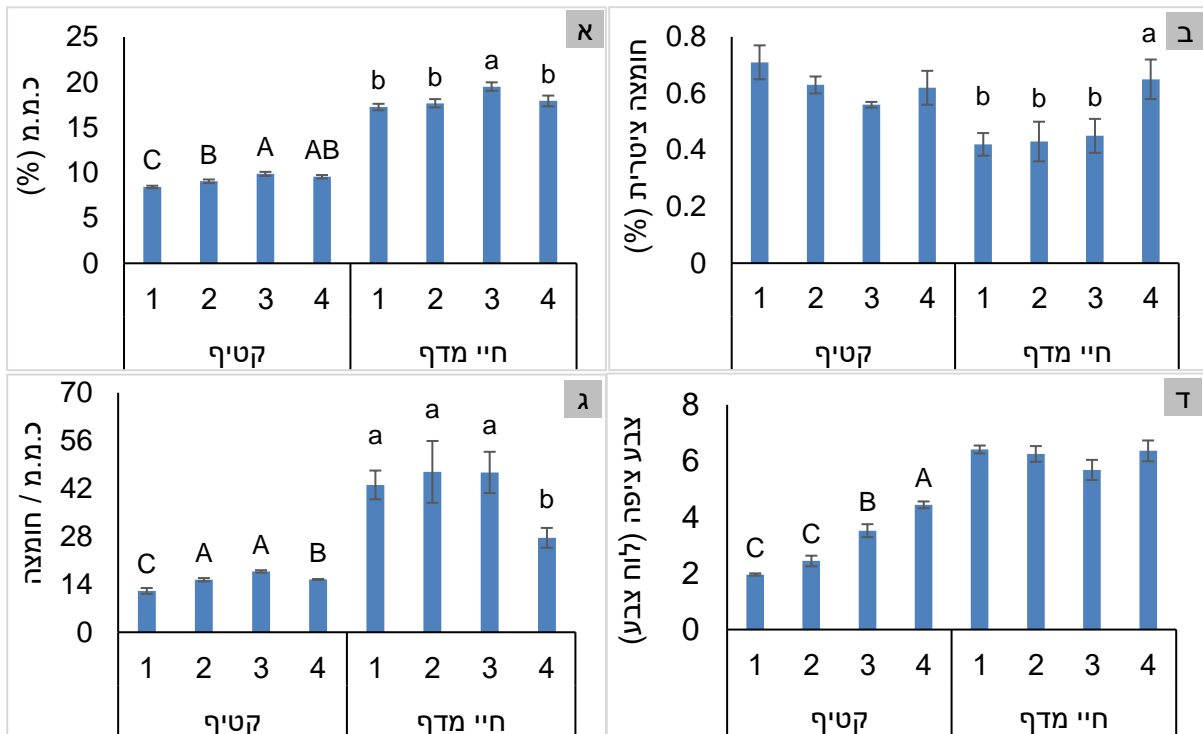
קטיף	תאריך	משקל \pm ש"ת (גר')
1	09.08	AB 520.8 \pm 20.92
2	20.08	B 433.72 \pm 17.94
3	05.09	AB 539.92 \pm 23.28
4	17.09	A 578.59 \pm 9.18



איור 11: חומר יבש (א), איבוד משקל (ב), דפורמציה קליפה (ג), מוצקות (ד) של פירות מנגו זן 'קייט' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., $n=5$). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

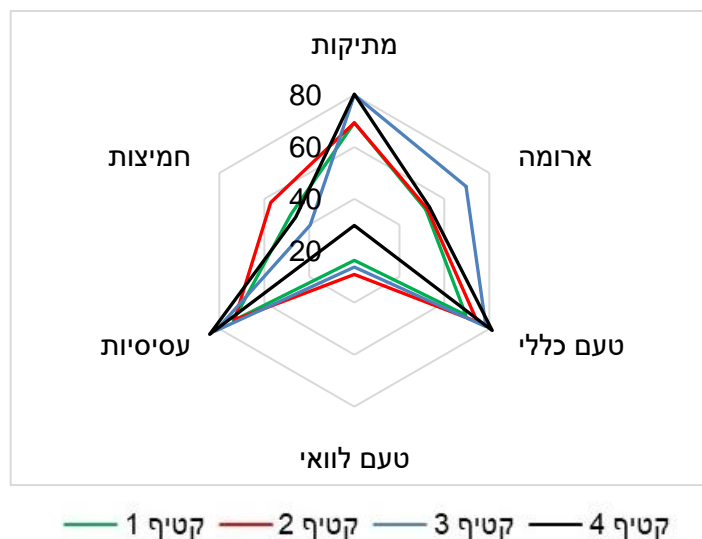


איור 12: צבע לחי אדומה, a^* (א), צבע רקע ירוק, b^* (ב), צבע ציפה, h^* (ג), צבע ציפה, לוח צבע (ד) של פירות מנגו זן 'קייט' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., $n=5$). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, c-a בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).



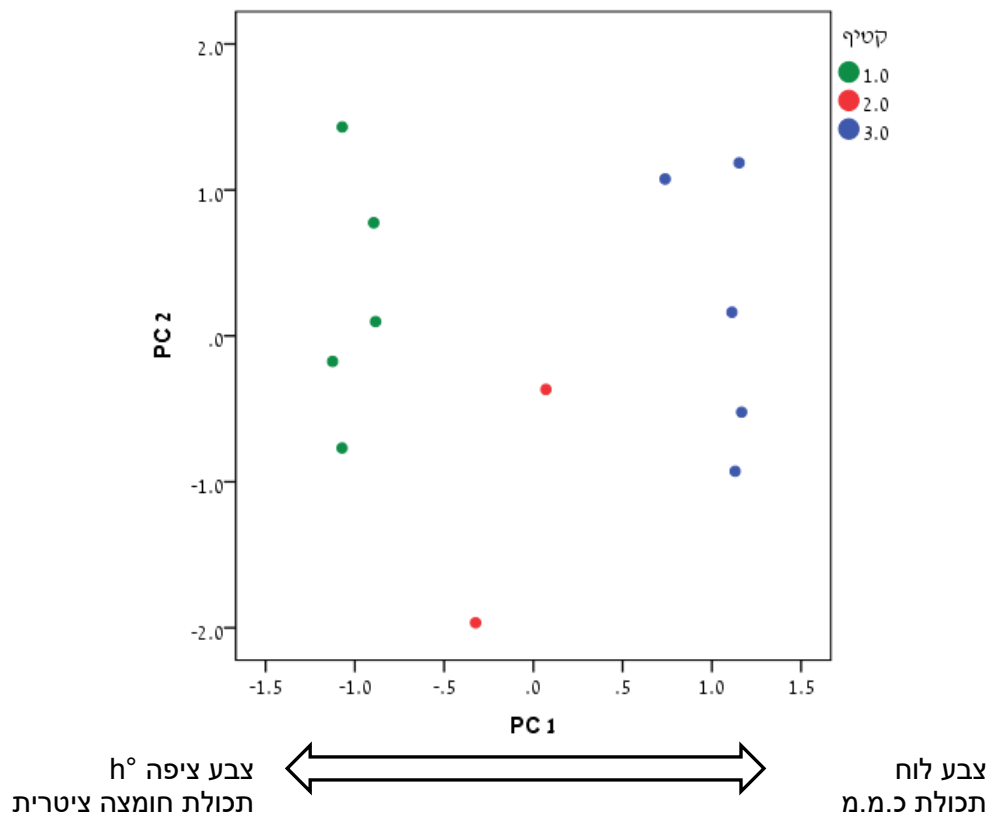
איור 13: כ.מ.מ. (א), חומצה ציטרית (ב), יחס הבשלה כ.מ.מ./חומצה (ג) של פירות מנגו זן 'קייט' במועדי הקטיף ולאחר חיי-מדף (ממוצע \pm ש.ת., n=5). אותיות שונות (C-A בזמן הקטיף, a-c בחיי-מדף) מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$).

לא נמצאו הבדלים מובהקים בטעם הפרי אך פירות הקטיף הראשון והשני שניקטפו ב- 09.08 וב- 20.08, בהתאמה, הוגדרו ע"י הטועמים בדרגת מתיקות נמוכה ביחס לפירות הקטיף השלישי והרביעי, 05.09 ו- 17.09, בהתאמה. פירות הקטיף השלישי הוגדרו כארומטיים ביותר (איור 14).



איור 14: מדדי הטעם (מתיקות, חמיצות, עסיסיות, טעם לוואי, טעם כולל, ארומה) בפירות מנגו מזן 'קייט' שניקטפו במועדים שונים, לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. דרוג על-פי 0-100. אותיות שונות C-A מייצגות הבדלים מובהקים בין הקטיפים (Duncan $p < 0.05$). n=5-10.

על-פי ניתוח PCA (Principle Component Analysis) במועדי הקטיף, נראה כי יש הפרדה בין הקטיפים, כאשר ציר ה-x, הסביר כ-43.5% מהשונות והושפע מצבע הציפה, תכולת חומצה ציטרית ותכולת כ.מ.מ וציר ה-y הסביר כ-22% מהשונות. ניכר כי פירות הקטיף הראשון התאפיינו במוצקות גבוהה ותכולת חומצה ציטרית גבוהה (איור 15).



איור 15: המשתנים העיקריים בחי-מדף שהבדילו בין פירות ארבעת הקטיפים ע"פ ניתוח PCA. PC1=43.1%; PC2=21.8%. כל נקודה באיור מתארת חזרה אחת.

חיזוי עיתוי הקטיף האופטימלי

חיזוי עיתוי הקטיף האופטימלי נערך עבור פירות הזנים 'מאיה' ו'שלי'. בבדיקת ההתאמה בין מדדי ההבשלה במועד הקטיף של פירות זנים אילו לבין מדדי איכות הפרי בתום חי-מדף, התקבלו מתאמים גבוהים ומובהקים עבור מספר מדדים (טבלה 6, טבלה 7). במטרה לחזות את עיתוי הקטיף שיאפשר תכולת כ.מ.מ מינימלית של 15.5% במועד הבשלת הפרי, נבחנה תכולת החומר היבש בקטיף ביחס לתכולת הכ.מ.מ בעת הבשלת הפרי בכל אחד מהזנים (איור 16א, ב').

בזן 'קוט' התקבלו מתאמים נמוכים בין מדדי הבשלת הפירות לבין מדדי איכות הפרי במועד ההבשלה (טבלה 8).

טבלה 6: מתאמים (Pearson) בין מדדי ההבשלה של פירות זן 'מאיה' בקטיף לבין מדדי איכות הפרי במועד ההבשלה. n=10-15

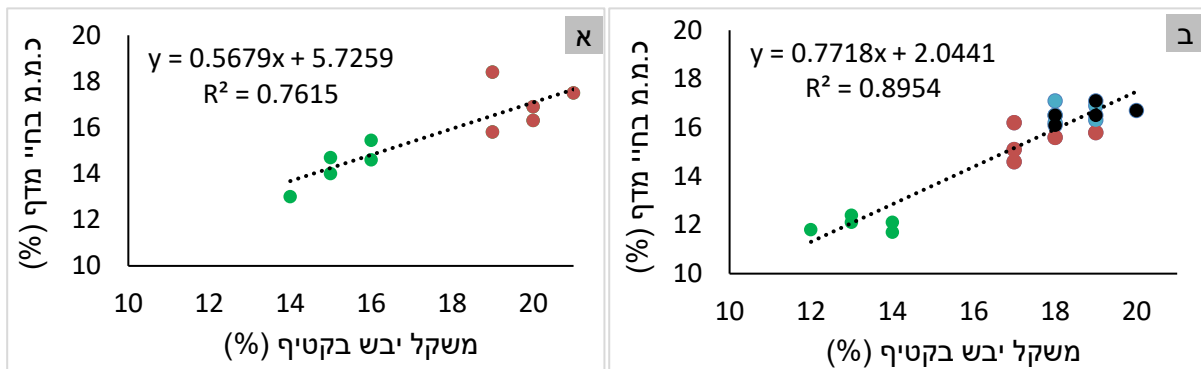
מדד בחיי-מדף				מדד בקטיף
מוצקות, סינקלייר (IQ)	תכולת כ.מ.מ (%)	תכולת ח. ציטרית (%)	חמיצות, לשון אלקטרונית	
0.873	0.607			R חומר יבש (%) P <0.05
0.492	-0.901	-0.498		R מוצקות, סינקלייר (IQ) P <0.05
-0.817	0.844	-0.76		R תכולת כ.מ.מ (%) P <0.05
0.518	-0.927	-0.459		R תכולת ח. ציטרית (%) P <0.05
-0.576	0.932	0.448	-0.419	R צבע ציפה, מינולטה, b* P <0.05

טבלה 7: מתאמים (Pearson) בין מדדי ההבשלה של פירות זן 'שלי' בקטיף לבין מדדי איכות הפרי במועד ההבשלה. n=17-20

מדד בחיי-מדף		מדד בקטיף
תכולת כ.מ.מ (%)	חמיצות, לשון אלקטרונית	
0.946	-0.501	R חומר יבש (%) P <0.05
-0.774	0.709	R מוצקות, סינקלייר (IQ) P <0.05
0.719	-0.683	R תכולת כ.מ.מ (%) P <0.05
-0.719	0.473	R תכולת ח. ציטרית (%) P <0.05
0.945	-0.683	R צבע ציפה, מינולטה, b* P <0.05

טבלה 8: מתאמים (Pearson) בין מדדי ההבשלה של פירות זן 'קיט' בקטיף לבין מדדי איכות הפרי במועד ההבשלה. n=15-20

מדד בחיי-מדף				מדד בקטיף
מוצקות, סינקלייר (IQ)	תכולת כ.מ.מ (%)	תכולת ח. ציטרית (%)	חמיצות, לשון אלקטרונית	
	0.467			R חומר יבש (%) P <0.05
0.550		0.317	ל.מ	R מוצקות, סינקלייר (IQ) P <0.05
	0.472			R תכולת כ.מ.מ (%) P <0.05
0.634	0.515	0.516	<0.05	R צבע ציפה, מינולטה, b* P <0.05



● קטיף 1 ● קטיף 2 ● קטיף 3 ● קטיף 4

איור 16: מתאמים בין תכולת כ.מ.מ בחיי מדף למשקל יבש בקטיף בזן 'מאיה' (א') ובזן 'שלי' (ב) לצורך חיזוי עיתוי הקטיף. ע"פ שתי משוואות הקו הישר נמצא כי תכולת החומר היבש בקטיף, הדרושה כדי להבטיח פרי איכותי בחיי-מדף הינה כ-17%.

סיכום:

במטרה לקבוע סטנדרטים לקטיף פרי המנגו, שיבטיחו הגעת פרי טעים לשווקים, הוחל באיסוף נתונים של פירות משלושה זנים – 'שלי', 'מאיה' ו'קייט', בשלושה או ארבעה מועדי קטיף. הנתונים שנאספו בקטיף כללו משקל, צבע קליפה וציפה הן בבדיקה אובייקטיבית והן בבדיקה סובייקטיבית, סף דפורמציה, מוצקות, תכולת כ.מ.מ, חומצה וחומר יבש. לאחר הבשלת הפירות נבדקו שוב המדדים הנ"ל (מלבד תכולת החומר היבש) ובנוסף נערכו מבחני טעימה (אנושיים וע"י מכשיר לשון אלקטרונית), שיחסו לבדיקה של אותם מדדים בכל אחד מהזנים.

בדומה להתנהלות במסחר, פירות הזנים 'שלי' ו'מאיה' הובחלו ע"י חשיפה לאתילן. תוצאות הניסוי בזנים אלו הצביעו על כך שבמהלך כשבוע בחיי-מדף, חלה התקדמות מהירה בהבשלתם וצבע הקליפה, צבע הציפה ומוצקותם, העידו כי הפירות מוכנים לאכילה. למרות הבשלת הפירות, מבחני הטעימה הדגישו כי טעמם של פירות הקטיפים הראשונים ירוד. בקטיפים המתקדמים עלתה תכולת הכ.מ.מ מעל 15% (זן 'מאיה', החל מ-03.07; זן 'שלי', החל מ-11.07) ואהדת הטועמים לפירות עלתה. חשוב לציין שעם התקדמות הקטיפים מדדי הבשלה נוספים כגון מוצקות, צבע רקע הקליפה וצבע הציפה השתנו באופן מובהק והעידו על הבשלה מתקדמת של הפירות. בנוסף, נראית מגמה לפיה דחיית הקטיף מעכבת את קצב התרככות הפירות בחיי-מדף (איור 1ג', 1ג'). יש חשיבות לבחון תופעה זו בעונה 2019.

בזן 'מאיה' ניכר כי בפירות הקטיף האחרון חלה עלייה מובהקת באיבוד המשקל בחיי המדף (איור 6ב'), המעידה אולי על שינוי בחדירות של קליפת הפרי בפניו מים עם התקדמות הבשלת הפרי. יתכן שממצא זה עשוי להצביע על מדד הבשלה אפשרי, כגון עובי או הרכב הקוטיקולה. תופעה דומה, אם כי לא מובהקת נמצאה אף בזן 'שלי'.

הזן קייט לא עבר הבחלה לאחר הקטיף ולמרות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף במדדי ההבשלה, לא הובחן בהבדל מובהק בטעמם וגם פירות הקטיף הראשון הגיעו לערך כ.מ.מ של מעל 17%, בהתאם לערך הכ.מ.מ בהבשלה שנמצא לזן זה בעבודה שנעשתה בחו"ל (Padua et al., 2011). יחד עם זאת, פירות הקטיף הראשון והשני דורגו ברמת מתיקות נמוכה ביחס למתיקות פירות הקטיף השלישי והרביעי. בדוח המלא שישלח בהמשך יופיעו תוצאות בדיקות הלשון האלקטרונית והאף האלקטרוני.

המלצותינו להמשך המחקר:

1. יש צורך בעונת מחקרים נוספת בה ייבחנו מטעים מאזורי גידול שונים.
2. נראה כי תכולת החומר היבש עשוי להיות מדד טוב להגדרת פוטנציאל ההבשלה של הפרי. כדאי לנסות לאמוד מדד זה באמצעים בלתי הרסניים (כדוגמת מכשיר ה-FELIX איתו נעשית במעבדתנו עבודה גדולה לחיזוי תכולת החומר היבש בקיווי ובאבוקדו).
3. מומלץ לבחון את הקשר בין דחיית מועד הקטיף לעיכוב בקצב התרככות הפירות בחיי-מדף. יתכן שפרי שיקטף בשל יותר יהיה בעל פוטנציאל חיי-מדף ארוך יותר.

ספרות

1. רפאלי מ., צבילינג א., נריה א., גיסיס א., גדבאן ה., עזאני ל., בן-אריה ר. 2010. **מדדי הבשלה לקטיף מנגו**. דו"ח מחקרים בקיווי לשנת 2010. אתר המעבדה לאיחסון פירות <http://www.fruitlab.co.il>
2. Lebrun, M., Plotto, A., Goodner, K., Ducamp, M.N. and Baldwin, E., 2008. Discrimination of mango fruit maturity by volatiles using the electronic nose and gas chromatography. *Postharvest Biology and Technology*, 48(1), pp.122-131.
3. Padda, M.S., do Amarante, C.V., Garcia, R.M., Slaughter, D.C. and Mitcham, E.J., 2011. Methods to analyze physico-chemical changes during mango ripening: A multivariate approach. *Postharvest Biology and Technology*, 62(3), pp.267-274.

נספח 1

לוח צבע להגדרת צבע ציפת הפרי. נערך ע"י מועצת הצמחים.

