

מדדי הבשלה לקטיף מנגו, זנים 'שלי', 'מאיה' - עונה 2019

הניסויים נערכו במימון משרד החקלאות ושולחן מגדלי מנגו במועצת הצמחים

טלי גולדברג, דני גמרסני, שאול נשיץ, הראל אגרא, אלה צבילינג,
היבא איברהים, מאיה שפיר, רונן שפיר

תקציר

במטרה לקבוע סטנדרטים לקטיף פרי המנגו, שיבטיחו הגעת פרי טעים לשווקים, ביצענו, זו העונה השנייה, איסוף נתונים של פירות הזנים 'שלי' (בשלושה מועדי קטיף) ו'מאיה' (בשני מועדי קטיף). הפירות נידגמו מאזור סובב כנרת ומאזור עמק בית-שאן. הנתונים שנאספו בקטיף כללו את משקל הפרי, תכולת חומר יבש, צבע קליפה וציפה, סף דפורמציה הקליפה ותכולת כ.מ.מ וחומצה. לאחר הבשלת הפירות בחי-מדף נבדקו שוב המדדים הנ"ל (מלבד תכולת החומר היבש) ובנוסף נערכה בדיקת נשימה, קצב ייצור אתילן ומבחני טעימה. בדומה להתנהלות במסחר, פירות שני הזנים הובחלו ע"י חשיפה לאתילן. תוצאות הניסוי בזנים אלו הצביעו על כך שלאחר הבחלת הפירות, 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 המאוחרים אהוד יותר על הטועמים ביחס לקטיפים המוקדמים וכי דחיית הקטיף מעכבת את קצב התרככות הפירות בחי-מדף. מתאמים בין מדדי הבשלה במועד הקטיף לבין מדדים בסוף חי-מדף הראו שתכולת חומר יבש בקטיף של כ-17% מבטיחה שתכולת כ.מ.מ בעת הבשלת הפרי תהיה מעל 15.5%. תוצאות אלו תואמות לממצאנו מעונה 2018.

מבוא

בעונה 2019 נמשך המחקר לפיתוח סטנדרט איכות לקטיף מנגו שהחל בעונה 2018. הממצאים מעונה 2018 הצביעו על כך שבמהלך כשבוע בחי-מדף, לאחר חשיפת הפירות לאתילן, 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 היה ירוד (זן 'מאיה', החל מ-03.07.2018; זן 'שלי', החל מ-11.07.2018). עוד נמצא כי כדי להבטיח פרי איכותי בחי-מדף (כ.מ.מ $\leq 15.5\%$), דרושה תכולת חומר יבש בקטיף של כ-17%.

בעונה הנוכחית התמקד המחקר במספר מועדי קטיף בזנים 'שלי' ו'מאיה' משני אזורי גידול: אזור סובב כנרת ועמק בית שאן.

מטרת העבודה

לקבוע מדדים אובייקטיביים לקטיף מנגו שיבטיחו הספקת פרי איכותי לשווקים.

מהלך המחקר

המחקר בוצע בשני זנים: 'שלי' ו'מאיה', מאזור גידול סובב כנרת ועמק בית שאן. פירות הזן 'שלי' נאספו בשלושה מועדים, החל מה-25.06.19 (להלן קטיף 'מוקדם', קטיף 'שיא' וקטיף 'מאוחר') ופירות הזן 'מאיה' נאספו בשני מועדים, החל מה-17.07.19 (להלן קטיף 'מוקדם' וקטיף 'שיא'), לפי קצב ההבשלה של הזן. הפירות נאספו מבתי האריזה ביום הקטיף (טבלה 1). בכל מועד, עבור כל זן ואזור גיאוגרפי נדגמו 56 פירות אחידים בצבע רקע ובגודל: 25 פירות (5 חזרות, 5 פירות בכל חזרה) שימשו לבדיקות בקטיף; 31 פירות שימשו לבדיקות במהלך ההבשלה ע"פ הפרוט הבא: 25 פירות (5 חזרות, 5 פירות בכל חזרה) עבור בדיקות בתום חיי המדף ושישה פירות נוספים שימשו למעקב צבע בקולורימטר שטח ('עמילון') לאחר ההבחלה ובמהלך חיי-המדף (להלן 'פירות מעקב צבע'). 31 הפירות שיועדו להבשלה עברו הבחלה במשך 48 שעות 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 קשיות הפרי, ע"פ ערך בדיקת סף הדפורמציה של 0.8-1.3 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	אזור גיאוגרפי	קטיף 1		קטיף 2		קטיף 3	
		קטיף	סוף הבחלה	ח"מ*	קטיף	סוף הבחלה	ח"מ
'שלי'	בית-שאן	25.06	27.06	04.07	11.07	12.08	01.08
'שלי'	סובב כנרת	08.07	10.07	17.07	25.07	18.08	08.08
'מאיה'	בית-שאן	21.07	23.07	04.08	01.08		
'מאיה'	סובב כנרת	17.07	19.07	04.08	01.08		

*ח"מ - חיי-מדף.

טבלה 2: מדדי איכות הפרי שנמדדו במהלך הניסוי.

המדד	בדיקה הרסנית (+) לא הרסנית (-)	קטיף	חיי-מדף
משקל בקטיף	-	✓	✓
איבוד משקל	-	✓	✓
צבע לחי אדומה, מכשיר עמילון*	-	✓	✓
צבע רקע ירוק, מכשיר עמילון**	-	✓	✓
צבע ציפה, מכשיר עמילון***	+	✓	✓
צבע ציפה, לוח צבע מ-1 (פרי בוסר) עד 8 (פרי בשל), נספח 1	+	✓	✓
סף דפורמציה (לב"כ), מד לחץ, פנטרומטר, Hortplus	-	✓	✓
נשימה / O ₂ , CO ₂ , מכשיר Oxybaby	-	✓	✓
ייצור אתילן, מכשיר GC	-	✓	✓
כ.מ.מ (%), רפרקטומטר, J.P. Selecta	+	✓	✓
חומצה (%), טיטרטור, Schott	+	✓	✓
חומר יבש (%), תנור	+	✓	✓
החמות פנימיות (0-3)	+	✓	✓
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.

ניתוח סטטיסטי

הניתוחים נעשו עבור כל זן בנפרד. עבור הזן 'שלי' נבדקו ההבדלים בין שלושת הקטיפים במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנקן) ועבור הזן 'מאיה' נבדקו ההבדלים בין שני הקטיפים במבחני t. עבור שני הזנים נבדקו ההבדלים בין השילובים קטיפ ואזור גידול במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנקן) והבדלים בין אזורי הגידול נבדקו במבחני t.

תוצאות ודין

זן 'שלי'

מראה הפרי בכל מועד קטיפ ולאחר חיי-מדף מתואר בתמונה 1.

החל מסוף חודש יוני, במהלך כשמונה שבועות, נדגמו פירות בשלושה מועדים מאזור סובב כנרת ומאזור עמק בית-שאן (טבלה 1). במהלך תקופה זו חלה עליה של 37% במשקל הפירות מאזור בית-שאן ו-17% במשקל הפירות מאזור סובב כנרת ופירות מאזור בית שאן היו גדולים באופן מובהק מפירות סובב כנרת בקטיפ השיא ובקטיפ המאוחר (טבלה 3). עם התקדמות הקטיפים, תכולת החומר היבש בשני האזורים היתה על-פי-רוב במגמת עלייה אך רק בקטיפ המאוחר באזור בית-שאן הגיעה לערך הגבוה מ-17.5% (איור 1). איבוד המשקל של הפרי במהלך חיי המדף היה 8-9% (איור 2). קשיות הפירות שנמדדה ע"י סף דפורמצית הקליפה מצביעה על כך שככל שהפרי נקטף מאוחר יותר, קצב התרככותו לאחר ההבחלה ובמהלך חיי-מדף היה איטי יותר ומכאן שחיי המדף של פירות אלו עשויים להיות ארוכים יותר (איור 3).

מדידות צבע אובייקטיביות של צבע הרקע של הקליפה, בקטיפ, לאחר ההבחלה ובסוף חיי-מדף, בעזרת מד צבע דיגיטלי, הדגישו את שינוי צבע הקליפה מירוק לצהוב (ערוץ b^*) במהלך ההבחלה וחיי-מדף, ללא הבדלים בולטים בין הקטיפים (איור 4א). באופן לא ברור, פירות הקטיפ המאוחר משני אזורי הניסוי, היו ירוקים יותר ביחס לפירות הקטיפים הראשונים. יתכן שהסיבה לכך נעוצה בעובדה שבמהלך הקטיפים הראשונים, נקטפו במטע הפירות שהבשלתם התקדמה בינתיים, כך שעל העצים נותרו פירות פחות בשלים. צבע הלחי האדומה (ערוץ a^*) הדגיש אף הוא את ההבדלים במהלך ההבחלה וחיי המדף בכל אחד מהקטיפים כשפירות הקטיפ המאוחר באזור סובב כנרת היו האדומים ביותר (איור 4ב). מעקב אחר שינוי צבע הקליפה של 'פירות מעקב צבע' הדגישו שפירות הקטיפ המאוחר באזור בית-שאן קיבלו את הגוון הצהבהב ביותר (איור 5א) ואילו פירות במועד זה וכן פירות הקטיפ השני מאזור סובב כנרת התאפיינו בצבע הלחי האדומה ביותר (איור 5ב). התקדמות ההבשלה ניכרה אף בהבדלים מובהקים בצבע הציפה במועדי הקטיפ. הציפה נמדדה במדידה סובייקטיבית על-פי לוחות הצבע (איור 6א) ובמדידה אובייקטיבית בעזרת מד צבע דיגיטלי (ערוץ b^*) (איור 6ב). פירות הקטיפ המאוחר מאזור עמק בית-שאן בלטו בצבע ציפתם הכתום.

בבדיקות ההרסניות של מיץ הפרי נמצא כי תכולת הכ.מ.מ בשלושת מועדי הקטיפ באזור סובב כנרת היתה בטווח של 7.1-7.6%, ללא הבדלים מובהקים בין הקטיפים אך בחיי-מדף ניכר כי תכולת הכ.מ.מ היתה נמוכה בקטיפ הראשון (10.8%) לעומת התכולה בשני הקטיפים בהמשך (15.4% ו-14.3% בהתאמה). יחד עם זאת ניכר כי פירות שניקטפו בערכי כ.מ.מ אלו לא מימשו את פוטנציאל הכ.מ.מ של פירות זן זה שהינו 15.5% ומעלה. בשני מועדי הקטיפ הראשונים באזור עמק בית-שאן תכולת הכ.מ.מ היתה 7.1% ו-6.3% בהתאמה ובחיי-מדף, בדומה לאזור סובב כנרת, תכולת הכ.מ.מ לא הגיעה לסף הרצוי. לעומת זאת במועד הקטיפ השלישי (30.07.19), כאשר תכולת הכ.מ.מ היתה 8.1% ותכולת החומר היבש היתה מעל 17%, שעור הכ.מ.מ בחיי-מדף הגיע ל-16.3% (איור 7א). שעור החומצה ירד באופן מובהק בין מועדי הקטיפים בשני

האזורים, 1.32-0.78% באזור סובב כנרת ו-1.04-1.36% באזור עמק בית-שאן. בחיי-מדף תכולת החומצה הגיעה לערכים של 0.19-0.29% על-פי-רוב ללא הבדלים מובהקים בתוך כל אזור (איור 7ב). היחס כ.מ.מ/חומצה בחיי-מדף הלך ועלה ככל שמועד הקטיפה התקדם, הודות לעלייה בתכולת הכ.מ.מ. והירידה בתכולת החומצה (איור 7ג). מגמת העלייה המתמדת יכולה לרמוז שיתכן שבמועד הקטיפה האחרון טרם מומש מלוא פוטנציאל ההבשלה של הפירות.

החמות פנימיות בדרגה הנמוכה מ-1 (בסקלה 0-3), נמצאו ברמה גבוהה יותר, בפירות סובב כנרת בסוף חיי-מדף של הקטיפה הראשון והשני וללא הבדלים בין האזורים הגיאוגרפים בקטיפה המאוחר (איור 8). עליה בקצב נשימת הפרי וייצור האתילן הינם מדדים המעידים על שינוי המטבוליזם הכללי בתהליך ההבשלה בפירות קלימקטריים כדוגמת המנגו. בכל מועדי הקטיפה קצב הנשימה היה על-פי-רוב נמוך (0.01-0.06%) וזה עלה באופן מובהק לאחר ההבחלה. עם התקדמות האחסון בחיי-מדף, קצב הנשימה ירד או נותר כפי שהיה לאחר ההבחלה. קצב הנשימה של פירות שיא הקטיפה מאזור עמק בית-שאן היה גבוה מזה של פירות סובב כנרת במועד זה. במועדי הקטיפה לא התקבל כלל אתילן אך לאחר ההבחלה חלה עלייה דרמטית בקצב ייצורו בחלק ממועדי הקטיפה. נראה שתוצאות אלו יכולות לרמוז על עיתוי הפיקה הקלימקטרי במהלך ההבשלה (איור 9).

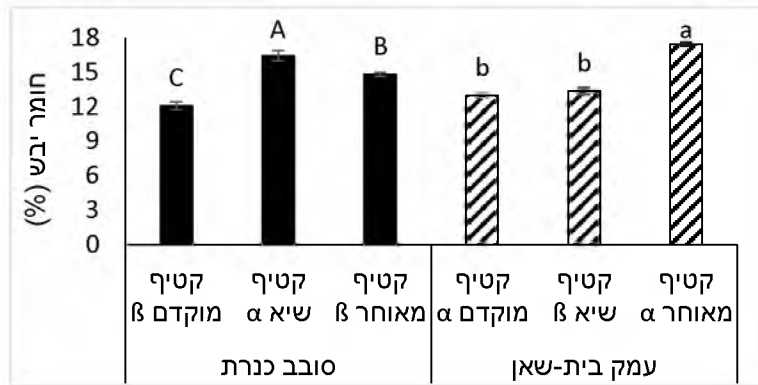
טעם הפרי לאחר חיי-מדף הלך והשתפר עם התקדמות עונת הקטיפה בכל אחד מהאזורים, אם כי פירות הקטיפה המוקדם מאזור בית שאן קיבלו גם הם ציון מתיקות גבוה. פירות שניקטפו בשיא העונה מאזור בית-שאן (חסרים הנתונים של קטיפה זה מאזור סובב כנרת) וכן פירות הקטיפה המאוחר משני האזורים, הוגדרו על-ידי הטועמים בעלי הטעם הכללי הטוב ביותר, מתוקים ביותר וארומטיים ביותר (איור 10).

תמונה 1: מראה פירות מנגו, זן 'שלי' מאזור סובב כנרת ומאזור עמק בית-שאן. חסרה תמונת הציפה מחיי-מדף של הקטיף המוקדם מעמק בית-שאן.

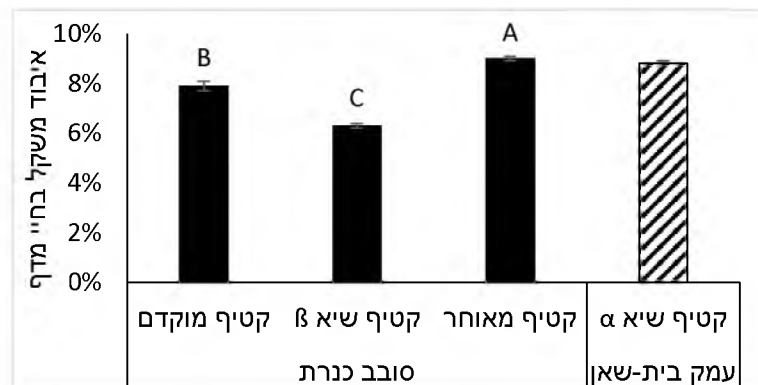


טבלה 3: משקל לפרי, זן 'שלי' (ממוצע \pm ש.ת., n=15). אותיות שונות A-B, a-c מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

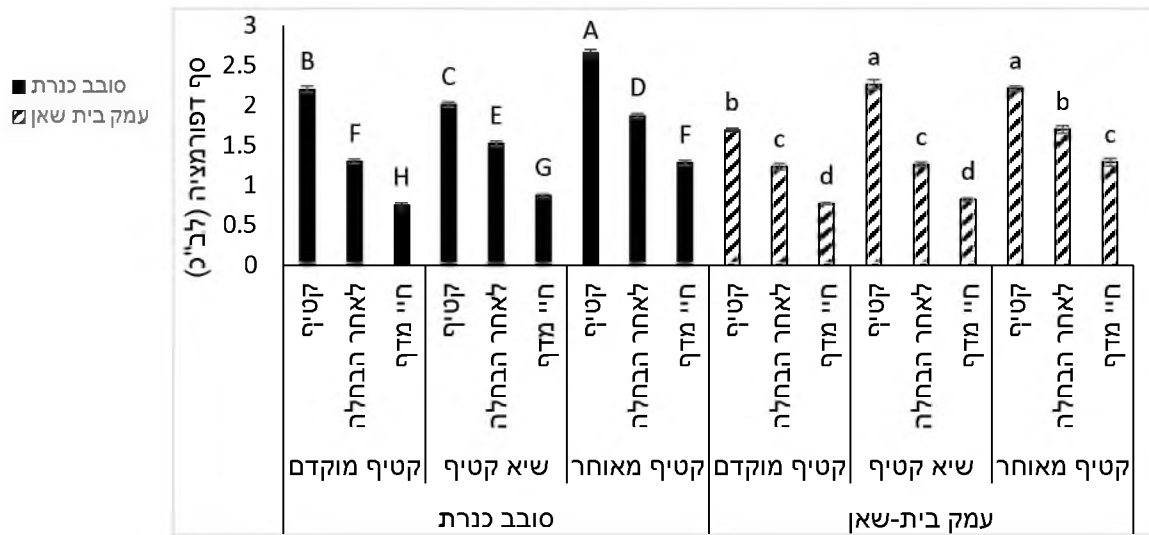
	משקל (גר')	סובב כנרת		משקל (גר')	בית שאן	קטיף
	285.0 \pm 5.16 B	08.07		267.0 \pm 6.34 c	25.06	1
β	291.5 \pm 11.86 B	23.07	α	318.3 \pm 4.62 b	09.07	2
β	335.0 \pm 3.83 A	06.08	α	366.9 \pm 9.35 a	30.07	3



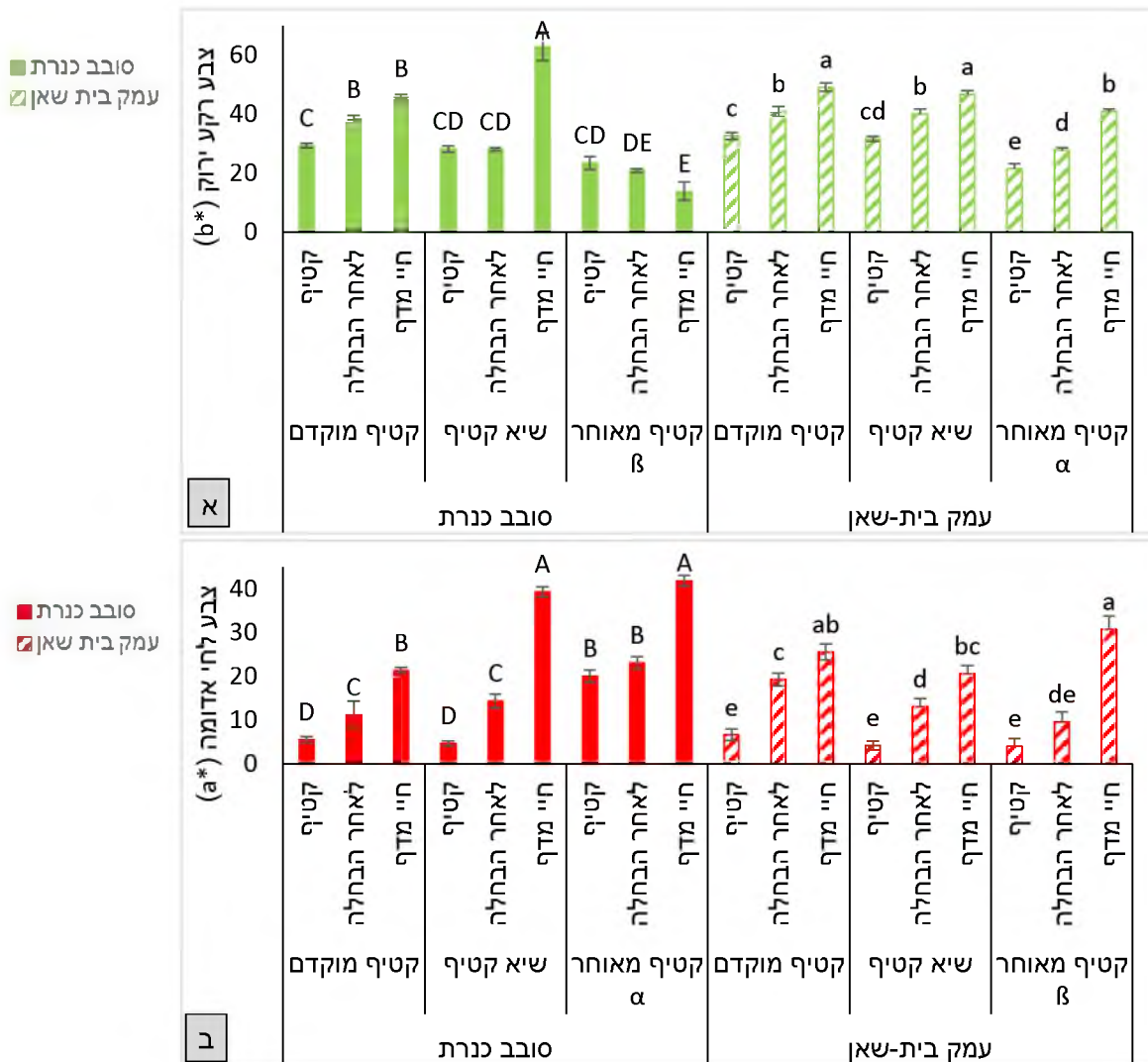
איור 1: חומר יבש של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן (ממוצע ± ש.ת., n=15). אותיות שונות A-C, a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).



איור 2: איבוד משקל של פירות מנגו זן 'שלי' במועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן (ממוצע ± ש.ת., n=15). חסרים נתונים עבור שני קטיפים מאזור בית-שאן. אותיות שונות A-C מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף באזור סובב כנרת (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

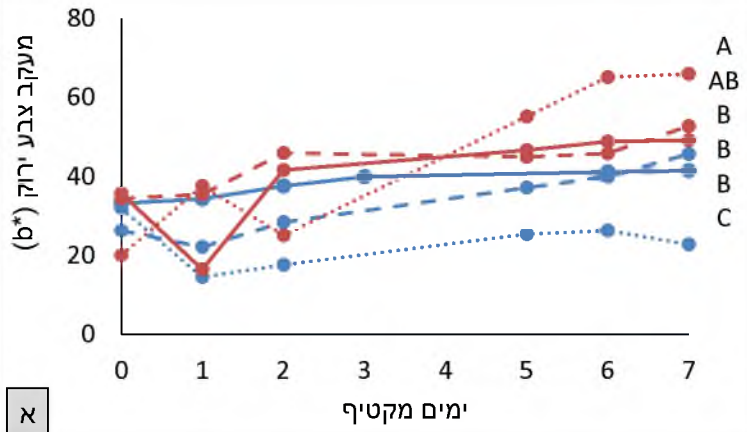


איור 3: דפורמציה הקליפה של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע \pm ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-H, a-d מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה קטיף (Duncan $p < 0.05$); לא נמצאו הבדלים מובהקים (t-test $p < 0.05$) בין האזורים הגיאוגרפיים באף מועד קטיף.



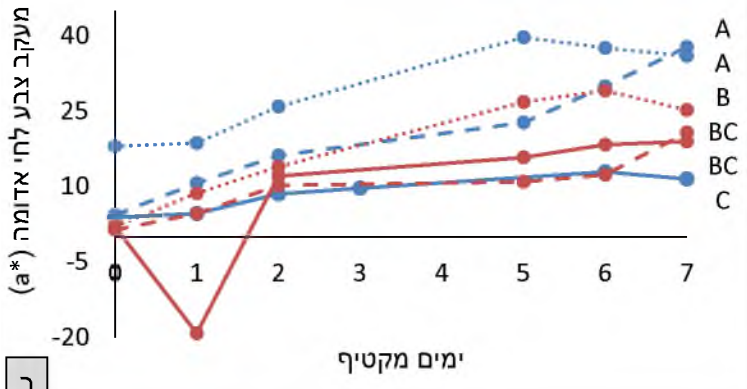
איור 4: צבע רקע ירוק b^* (א), צבע לחי אדומה a^* (ב), של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע \pm ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-E, a-e מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

- סובב כנרת מוקדם
- סובב כנרת שיא
- סובב כנרת מאוחר
- עמק בית-שאן מוקדם
- עמק בית-שאן שיא
- עמק בית-שאן מאוחר



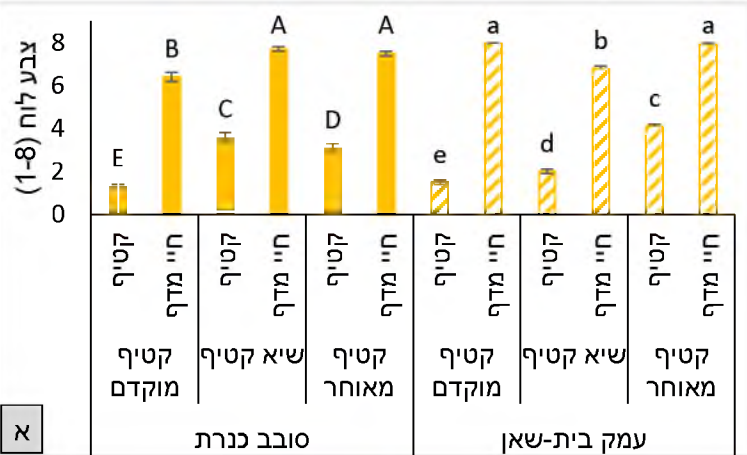
א

איור 5: מעקב צבע רקע ירוק, b^* (א) וצבע לחי אדומה, a^* (ב) של פירות מנגו זן 'שלי' משלושה מועדי קטיף במהלך חיי-מדף. עבור כל טיפול $n=6$. אותיות שונות A-C מייצגות הבדלים מובהקים לאחר שבוע בחיי-מדף (Duncan $p<0.05$).



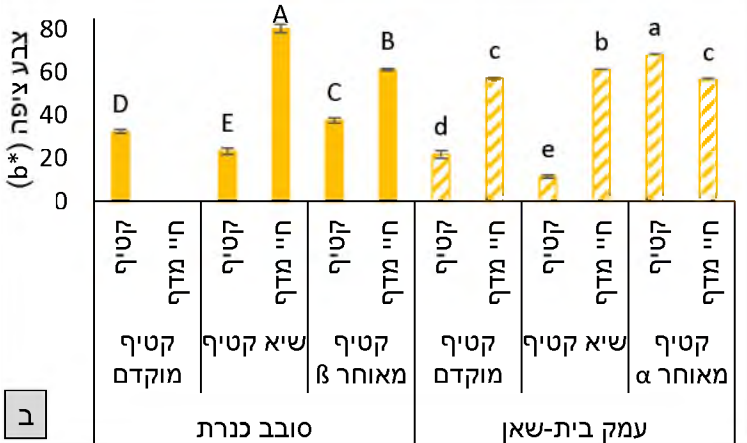
ב

- סובב כנרת
- ▨ עמק בית שאן

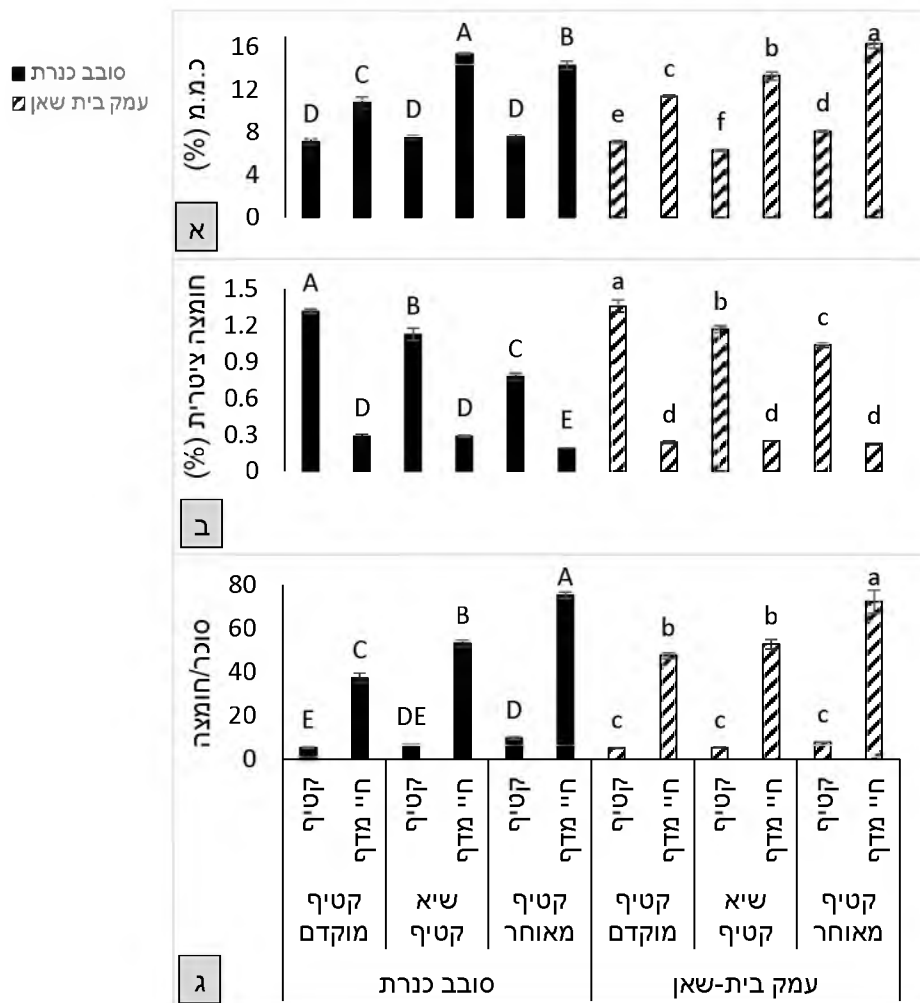


א

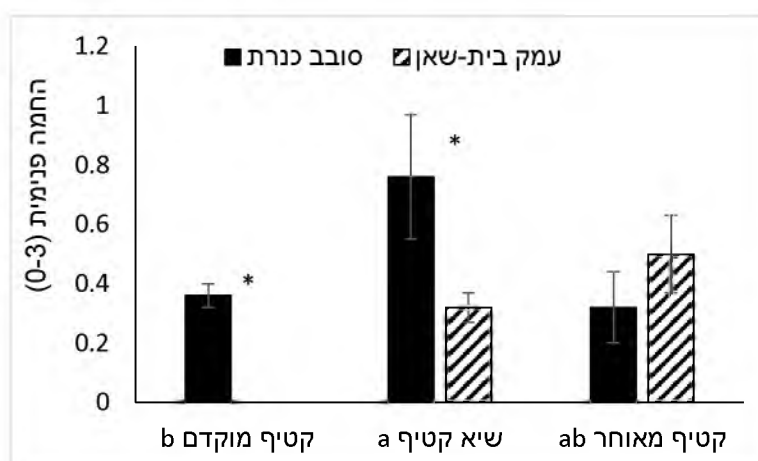
איור 6: צבע ציפה, לוח צבע (א), צבע ציפה, b^* (ב) של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע ± ש.ת., $n=5$) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בקטיף ובחיי-מדף. אותיות שונות A-E, a-e מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p<0.05$); אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p<0.05$).



ב

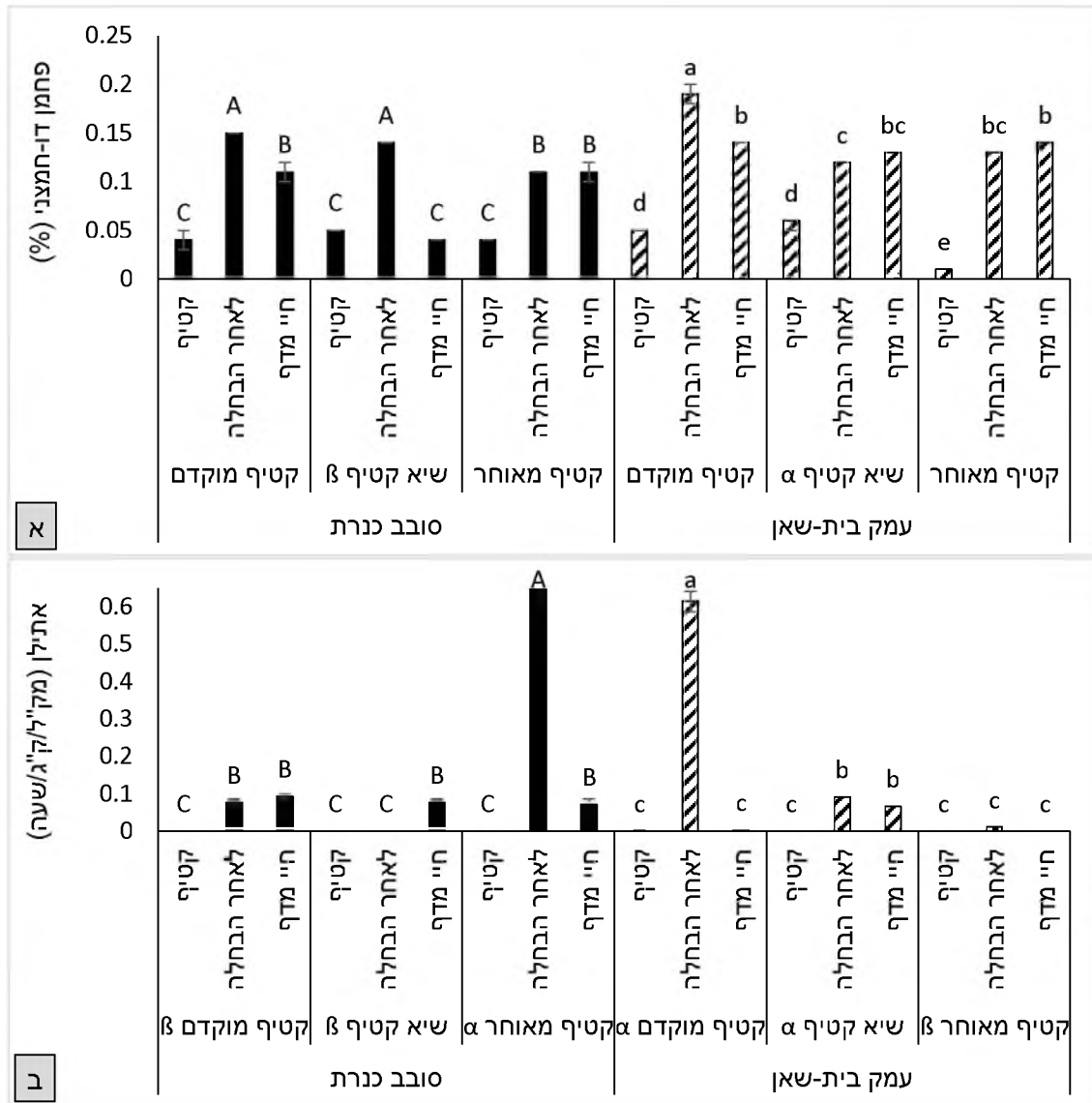


איור 7: כ.מ.מ (א), חומצה ציטרית (ב), יחס הבשלה (כ.מ.מ/חומצה) (ג) של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-E, a-f מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$). לא נמצאו הבדלים מובהקים (t-test $p < 0.05$) בין האזורים הגיאוגרפיים באף מועד קטיף.

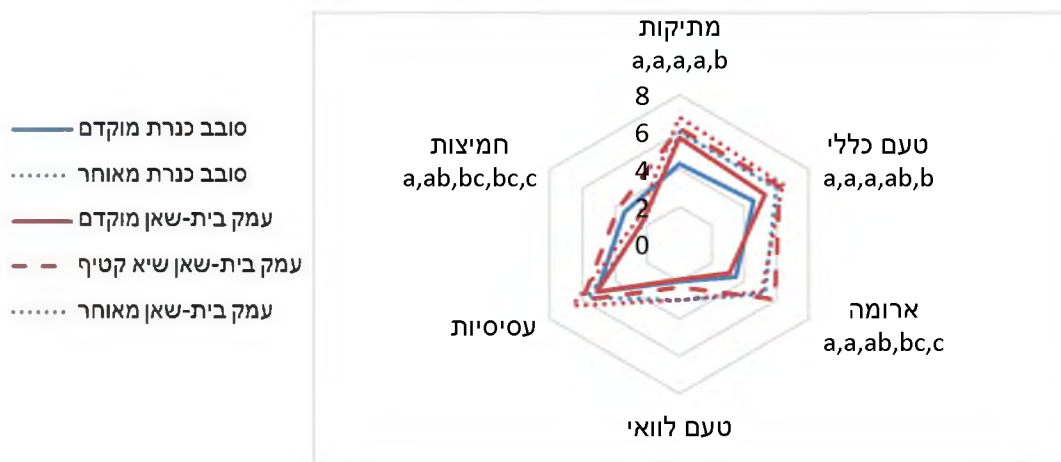


איור 8: החמה פנימית של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בסוף חיי-מדף. כוכבית (*) מציינת הבדלים מובהקים בין פירות סובב כנרת ועמק בית-שאן (t-test $p < 0.05$); אותיות שונות a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף (Duncan $p < 0.05$).

■ סובב כנרת
 ▨ עמק בית שאן



איור 9: קצב נשימה (ייצור CO₂) (א) וייצור אתילן (ב) של פירות מנגו זן 'שלי' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-C, a-e מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t -test $p < 0.05$).



איור 10: השפעת מועד הקטיף על מדדי הטעם (מתיקות, חמיצות, עסיסיות, טעם לוואי, ארומה, טעם כולל) בפירות מנגו מזן 'שלי', לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. דרוג על-פי 0-10. חסרים נתונים של פירות הקטיף המאוחר מאזור סובב כנרת. אותיות שונות a-c מייצגות הבדלים מובהקים בחיי-מדף בכל מועד (Duncan $p < 0.05$). n=7-16.

מראה הפרי בכל מועד קטיף ולאחר חיי-מדף מתואר בתמונה 2.

קטיף זן 'מאיה' נערך החל מה-17.07 ועד ה-30.07. הפירות נדגמו בשני מועדים מכל אחד מהאזורים סובב כנרת ועמק בית-שאן. במהלך תקופה זו חלה עליה של 7.5% במשקל הפירות מאזור סובב כנרת וירידה במשקל הפירות מאזור עמק בית-שאן (טבלה 4). תכולת החומר היבש בשני האזורים עלתה בין הקטיפים והגיעה לערך מקסימלי של כ-21% בשיא הקטיף באזור בית-שאן (איור 10) ואיבוד המשקל של הפרי, 7-4%, ירד ככל שמועד הקטיף התאחר. בפירות עמק בית-שאן איבוד המשקל בחיי-מדף היה נמוך יותר באופן מובהק ביחס לפירות סובב כנרת בשני מועדי הקטיף (איור 11). בדומה לפירות זן 'שלי', גם בזן 'מאיה', קשיות הפירות שנמדדה ע"ס דפורמצית הקליפה הצביעה על כך שככל שהפרי נקטף מאוחר יותר, קצב התרככותו לאחר ההבחלה ובמהלך חיי-מדף היה איטי יותר ומכאן שחיי המדף של פירות אלו עשויים להיות ארוכים יותר. מגמה זו בלטה בעיקר בפירות עמק בית-שאן (איור 12).

צבע הרקע של הקליפה שנמדד בעזרת מד צבע דיגיטלי הדגיש את שינוי צבע הקליפה מירוק לצהוב (ערוץ b^*) במהלך ההבחלה וחיי-מדף, עם הבדלים בולטים בין הקטיפים בעיקר בפירות סובב כנרת (איור 13א). צבע הלחי האדומה (ערוץ a^*) הדגיש אף הוא את ההבדלים בכל אחד מהקטיפים. העלייה הדרמטית בצבע הלחי בחיי-מדף של פירות קטיף השיא, בשני האזורים, הדגישה את פוטנציאל הצבע של הפירות בקטיפים המאוחרים (איור 13ב). שינויי הצבע ב'פירות מעקב צבע' הדגישו שפירות קטיף השיא, משני האזורים, היו בעלי גוון צהבהב יותר והתאפיינו בצבע לחי אדומה יותר ביחס לפירות הקטיף המוקדם (איור 14). התקדמות ההבשלה ניכרה אף בהבדלים מובהקים בצבע הציפה בין מועדי הקטיף ובמהלך חיי-מדף. ההבדלים ניכרו בכל אחד מהאזורים במדידה סובייקטיבית על-פי לוחות הצבע (איור 15א) ובמדידה אובייקטיבית בעזרת מד צבע דיגיטלי (ערוץ b^*) (איור 15ב).

בבדיקות ההרסניות של מיץ הפרי נמצא כי תכולת הכ.מ.מ בפירות מאזור סובב כנרת עלתה במועדי הקטיף באופן מובהק מ-7.9% ל-8.8% ופירות מעמק בית-שאן תכולת הכ.מ.מ בקטיפים היתה 10.1% ו-11.5% (איור 16א). שעור החומצה ירד בין מועדי הקטיפים, מ-2% ל-1.9% באזור סובב כנרת ובאופן מובהק באזור עמק בית-שאן. מ-1.7% ל-1.3%. בחיי-מדף תכולת החומצה המשיכה לרדת והגיעה לערכים של 0.3-0.7% (איור 16ב). היחס כ.מ.מ/חומצה בחיי-מדף הלך ועלה ככל שמועד הקטיף התקדם, הודות לעלייה בתכולת הכ.מ.מ והירידה בתכולת החומצה (איור 16ג). לא נצפו כלל החמות פנימיות בחיי-מדף של הפירות.

קצב נשימת הפירות, בכל מועדי הקטיף, היה עפ"ר נמוך (0.1% ומטה) ועלה באופן מובהק לאחר ההבחלה ובחיי-מדף לכ-0.2%. קצב הנשימה של פירות שיא הקטיף מאזור עמק בית-שאן היה הגבוה ביותר מבין ארבעת הקטיפים של זן זה. כמו-כן ניכרת תופעה שככל שעונת הקטיף התקדמה, בשני האזורים, קצב נשימת הפירות בקטיף ירד (איור 17א). ניכר כי הפירות החלו לייצר אתילן לאחר ההבחלה וכי קצב הייצור המשיך לעלות במהלך חיי-מדף, בעיקר בפירות מאזור עמק בית-שאן (איור 17ב).

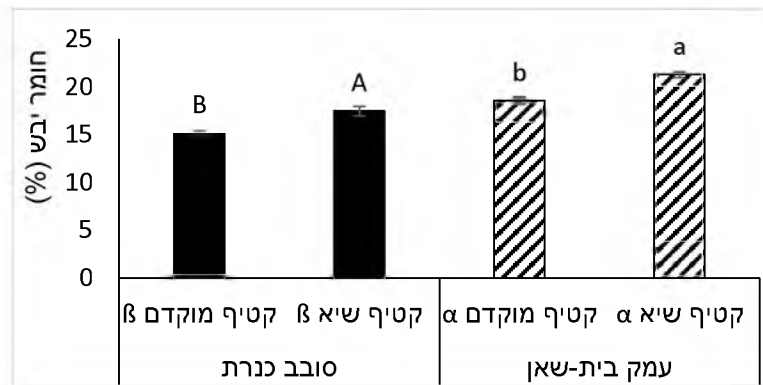
טעם הפרי לאחר חיי-מדף הלך והשתפר עם התקדמות עונת הקטיף בכל אחד מהאזורים. פירות שניקטפו בשיא העונה הוגדרו על-ידי הטועמים בעלי הטעם הכללי הטוב ביותר, מתוקים ביותר ועסיסיים ביותר. מבין שני האזורים הגיאוגרפיים, פירות עמק בית-שאן קיבלו את דרוג המתיקות הגבוה יותר בשני מועדי הקטיף (איור 18).

תמונה 2: מראה פירות מנגו, זן 'מאיה' מאזור סובב כנרת ומאזור עמק בית-שאן. חסרות תמונות הקטיפה המוקדם מאזור סובב כנרת.

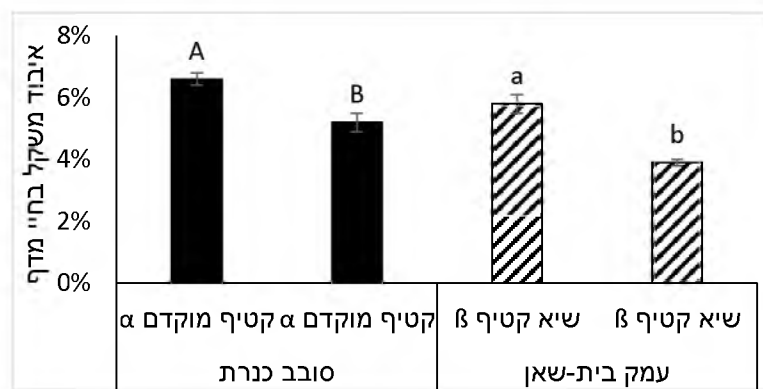


טבלה 4: משקל לפרי, זן 'מאיה' (ממוצע \pm ש.ת., n=25). אותיות שונות A-B, a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיפה באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה; אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיפה (t -test $p < 0.05$).

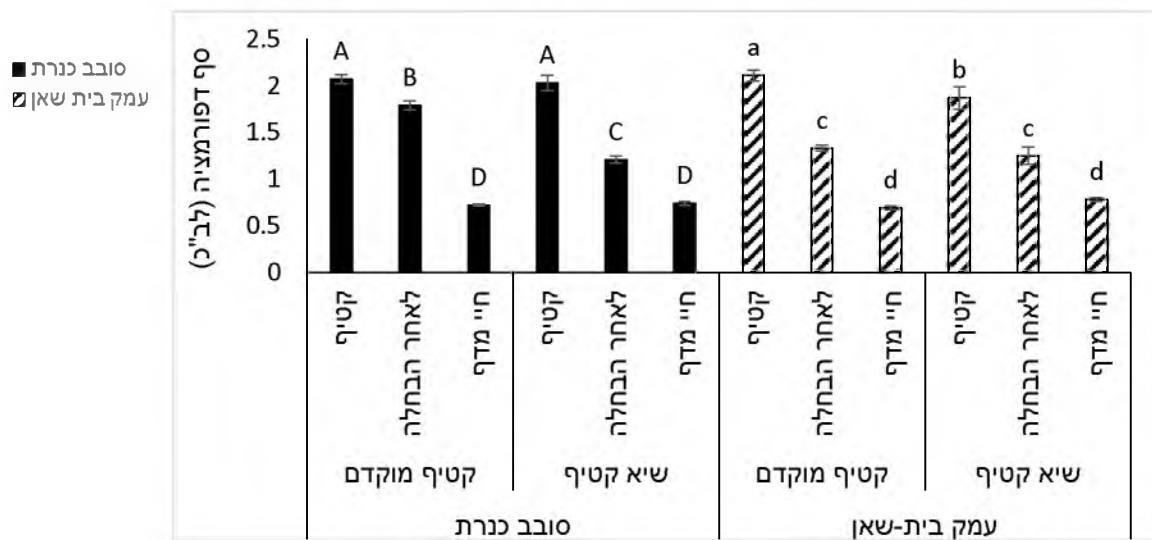
	משקל (גר')	סובב כנרת		משקל (גר')	בית שאן	קטיפה
α	280.4 \pm 7.35 B	17.07	β	295.5 \pm 13.88 a	21.07	1
	301.3 \pm 7.75 A	30.07		259.3 \pm 4.97 b	30.07	2



איור 11: חומר יבש של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע ± ש.ת., n=25) במועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן. אותיות שונות A-B, a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה; אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

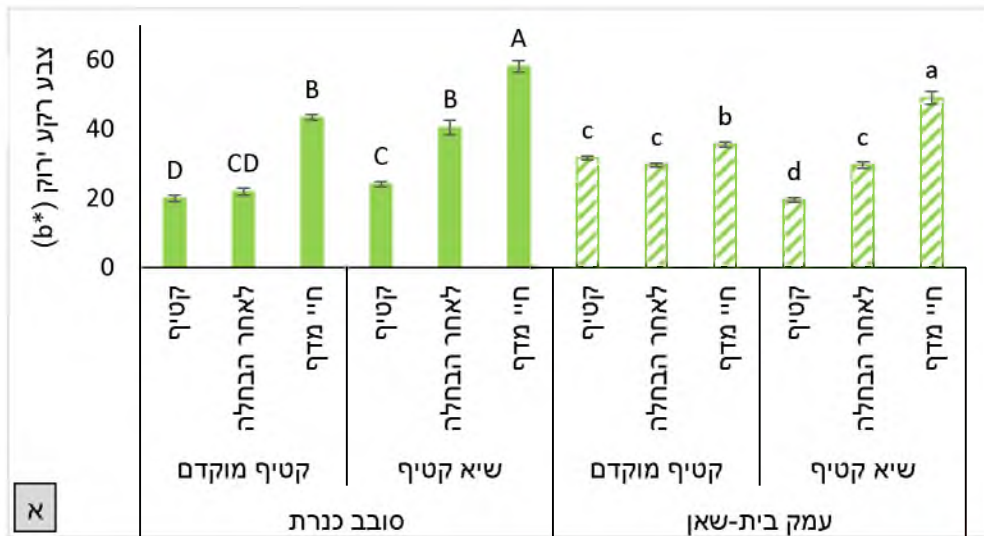


איור 12: איבוד משקל של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע ± ש.ת., n=25) במועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן. אותיות שונות A-B, a-b מייצגות הבדלים מובהקים בין מועדי הקטיף באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה; אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

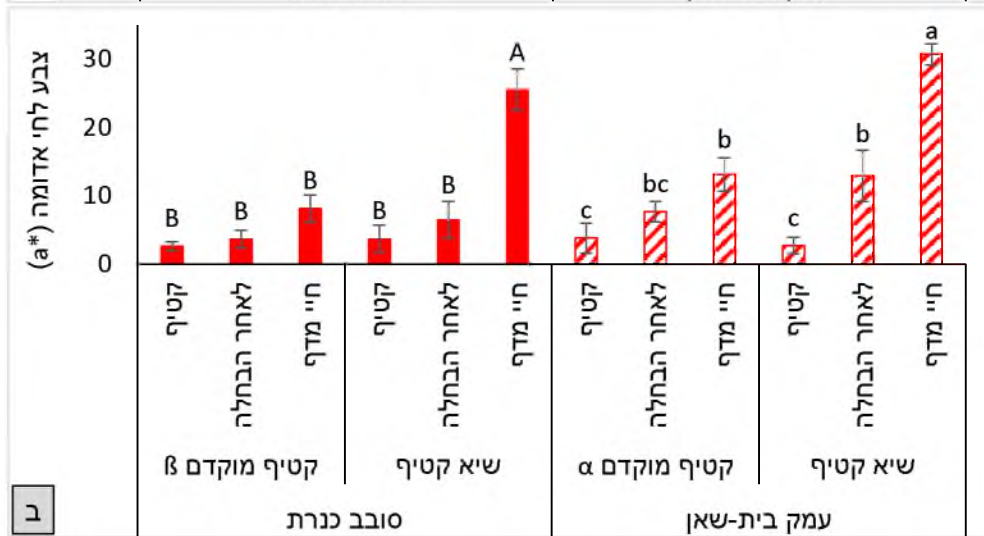


איור 13: דפורמציה הקליפה של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-D, a-d מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); לא התקבלו הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

■ סובב כנרת
 ▨ עמק בית שאן

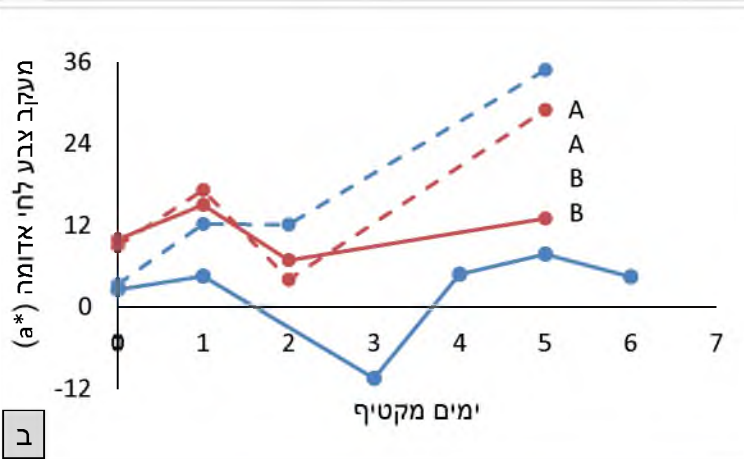
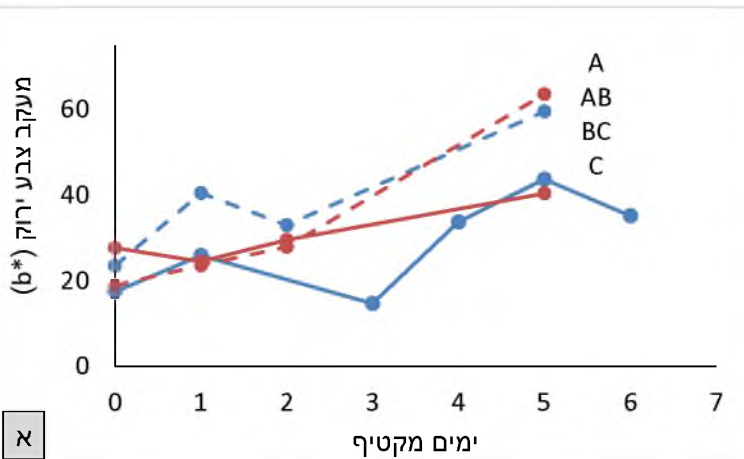


■ סובב כנרת
 ▨ עמק בית שאן



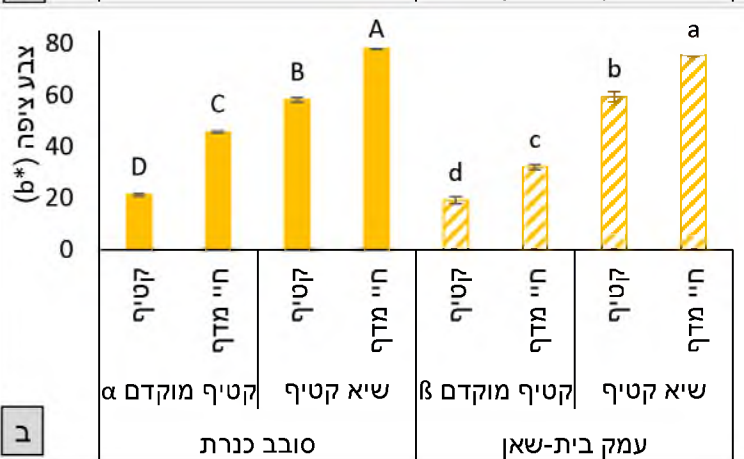
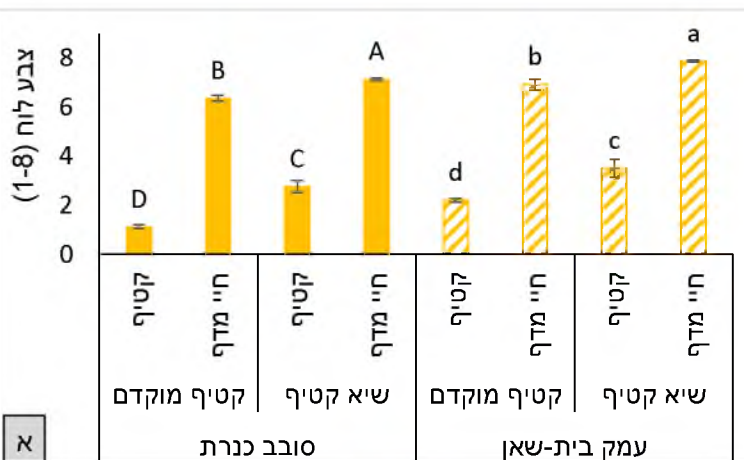
איור 14: צבע רקע ירוק b^* (א), צבע לחי אדומה a^* (ב), של פירות מגזן 'מאיה' (מוצע \pm ש.ת., $n=5$) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-D, a-d מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t -test $p < 0.05$).

- סובב כנרת מוקדם
- -●- - סובב כנרת שיא
- עמק בית-שאן מוקדם
- -●- - עמק בית-שאן שיא



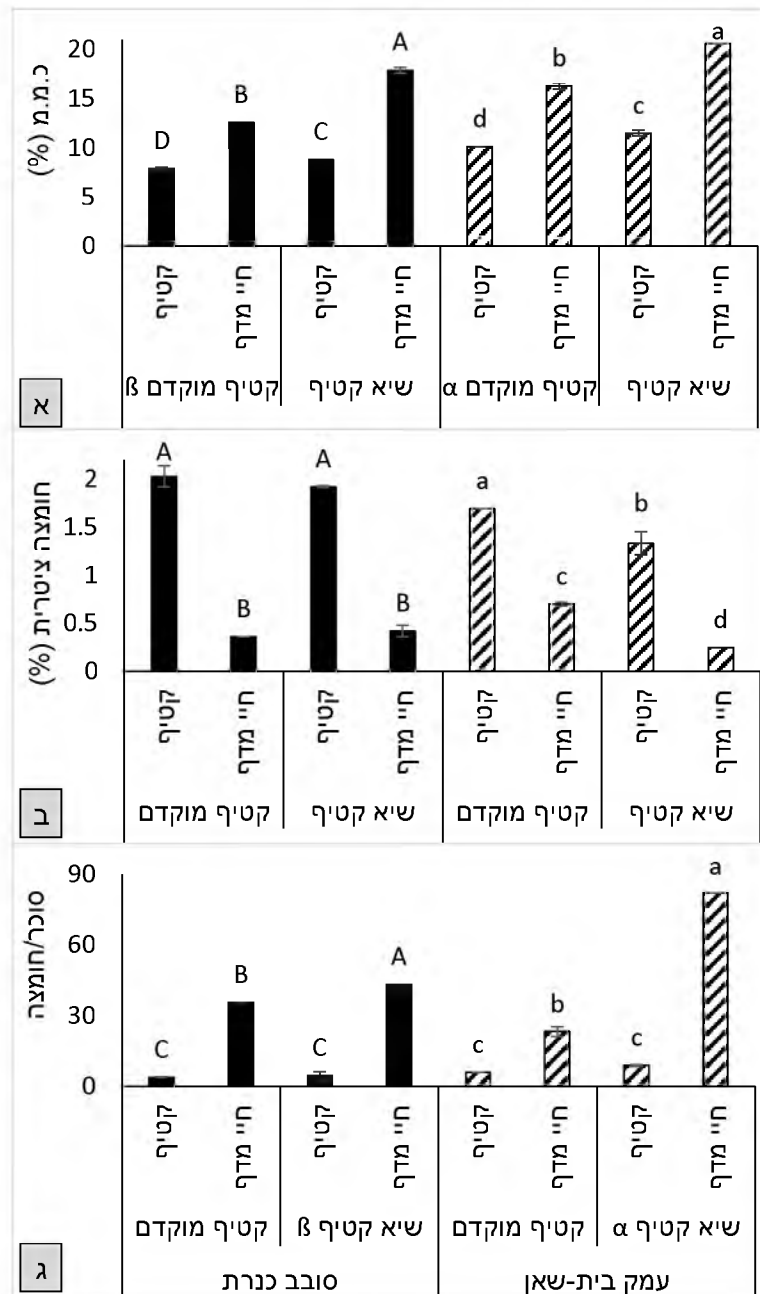
איור 15: מעקב צבע רקע ירוק, b^* (א) וצבע לחי אדומה, a^* (ב) של פירות מנגו זן 'מאיה' משני מועדי קטיף במהלך חיי-מדף. עבור כל טיפול $n=6$. אותיות שונות A-C מייצגות הבדלים מובהקים לאחר חמישה ימים בחיי-מדף (Duncan $p < 0.05$).

- סובב כנרת
- ▨ עמק בית שאן

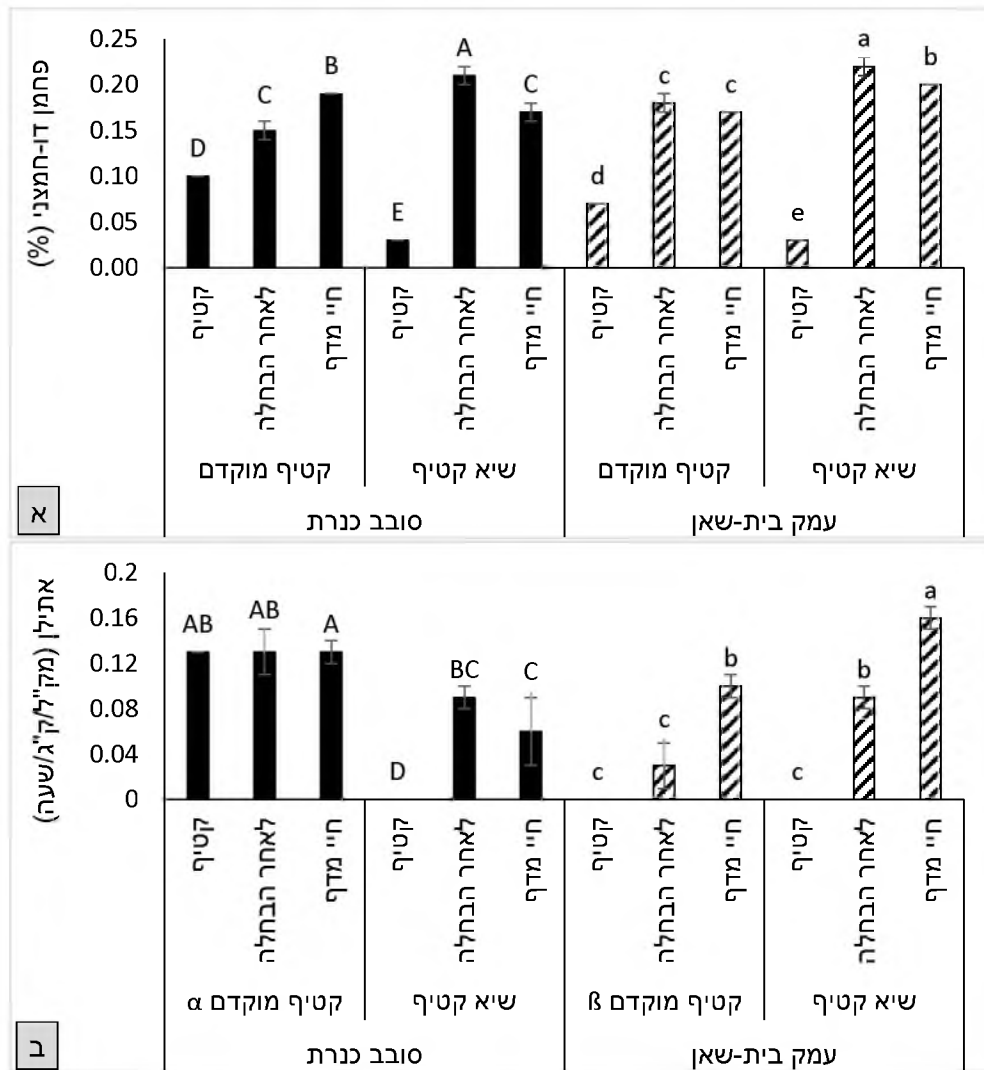


איור 15: צבע ציפה, לוח צבע (א), צבע ציפה, b^* (ב) של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע \pm ש.ת., $n=5$) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בקטיף ובחיי-מדף. אותיות שונות a-d, A-D מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α - β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).

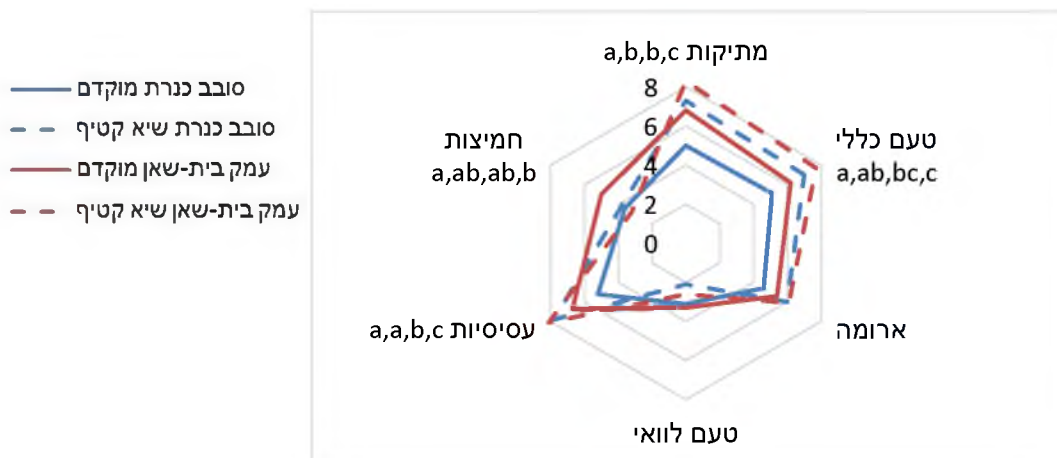
■ סובב כנרת
 ▨ עמק בית שאן



איור 17: כ.מ.מ. (א), חומצה ציטרית (ב), יחס הבשלה (כ.מ.מ./חומצה) (ג) של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-D, a-d מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפיים בתוך אותו מועד קטיף (t-test $p < 0.05$).



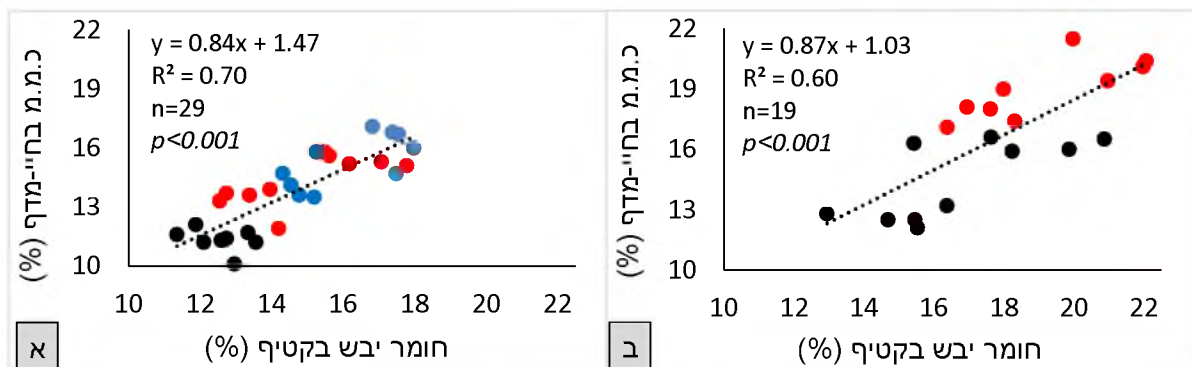
איור 17: קצב נשימה (ייצור CO₂) (א) וייצור אתילן (ב) של פירות מנגו זן 'מאיה' (ממוצע ± ש.ת., n=5) מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן במועדי הקטיף, לאחר הבחלה ובחיי-מדף. אותיות שונות A-C, a-c מייצגות הבדלים מובהקים באזור סובב כנרת ועמק בית-שאן בהתאמה (Duncan $p < 0.05$); אותיות שונות α-β מייצגות הבדלים מובהקים בין האזורים הגיאוגרפים בתוך אותו מועד קטיף (t -test $p < 0.05$).



איור 19: השפעת מועד הקטיף על מדדי הטעם (מתיקות, חמיצות, עסיסיות, טעם לוואי, ארומה, טעם כולל) בפירות מנגו זן 'מאיה', מאזור סובב כנרת ועמק בית-שאן, לאחר הבשלתם בתקופת חיי המדף. דרוג על-פי 0-10. אותיות שונות a-c מייצגות הבדלים מובהקים בחיי-מדף בכל מועד (Duncan $p < 0.05$). n=9-11.

חיזוי עיתוי הקטיף האופטימלי

במטרה לחזות את עיתוי הקטיף שיאפשר תכולת כ.מ.מ מינימלית של 15.5% במועד הבשלת הפרי (Rodriguez et al., 2012). נבחנה תכולת החומר היבש בקטיף ביחס לתכולת הכ.מ.מ בעת הבשלת הפרי בכל אחד מהזנים. ע"פ שתי משוואות הקו הישר נמצא כי תכולת החומר היבש בקטיף, הדרושה כדי להבטיח פרי איכותי בחיי-מדף הינה כ-17%. תוצאות אלו זהות למימצאנו מעונת המחקר 2018 (איור 20).



● קטיף מאוחר ● שיא קטיף ● קטיף מוקדם

איור 20: גרסיות לינאריות: תכולת הכ.מ.מ בחיי-מדף כתלות במשקל היבש בקטיף בזן 'שלי' (א) ובזן 'מאיה' (ב).

סיכום

פירות הניסוי ניקטפו בתאריכים 25.06-06.08 זן 'שלי' ו-21.07-04.08 זן 'מאיה'. הפירות עברו הבחלה לאחר הקטיף ובעקבותיה חלה התקדמות מהירה בהבשלתם. צבע הקליפה, צבע הציפה, מוצקותם וקצב נשימתם העידו כי גם פירות הקטיפים המוקדמים היו מוכנים לאכילה בתום חיי-מדף. יחד עם זאת, עם התקדמות הקטיפים מדדי הבשלה כגון חומר יבש, כ.מ.מ, חומצה, מוצקות, צבע רקע הקליפה וצבע הציפה השתנו באופן מובהק והעידו על הבשלה מתקדמת יותר של הפירות ובהתאם לכך אהדת הטועמים לפירות עלתה. תכולת החומר היבש בפירות מנגו, בעת הקטיף, יכולה להצביע על שעור הכ.מ.מ בעת הבשלת הפירות. הבשלות הפיזיולוגית של הפרי מוגדרת כאשר חלה התייצבות בתכולת החומר היבש (plateau) (Subedi et al., 2007). חשוב לציין, שפירות זן 'שלי', משני אזורי הדיגום, התאפיינו על-פי-רוב בתכולת חומר היבש בקטיף נמוכה מ-17% ובהתאם לכך שעור הכ.מ.מ בסוף חיי-מדף היה נמוך מ-15.5%. יוצאי דופן היו פירות הקטיף המאוחר (30.07) מאזור עמק בית-שאן שבהם תכולת החומר היבש היתה גבוהה יותר (17.4%) ותכולת הכ.מ.מ הגיעה לערכים הרצויים (16.3%). בשלושה מבין ארבעת הקטיפים של פירות הזן 'מאיה' תכולת החומר היבש בקטיף היתה מעל 17% ובהתאם לכך תכולת הכ.מ.מ הגיעה לערכים הרצויים (17.9-20.6%). בדומה למימצאנו מעונה 2018, נראית מגמה לפיה דחיית הקטיף מעכבת את קצב התרככות הפירות בחיי-מדף (איור 3). התופעה בלטה בעיקר בפירות הזן 'שלי' בהם משך חיי המדף של קטיפים 1-3 היה 8, 9 ו-12 ימים בהתאמה. כלומר, למרות שהפירות ניקטפו במצב הבשלה מתקדם יותר, משך חיי המדף שלהם היו ארוכים יותר. מכאן נראה שפרי שיקטף בשל יותר יהיה בעל יתרון כפול: טעמו יהיה משובח יותר וחיי המדף שלו בעלי פוטנציאל ארוך יותר.

בהשוואה בין שני האזורים הגיאוגרפים ניכר כי פירות זן 'שלי' מאזור עמק בית-שאן התקדמו יותר בהבשלתם ע"פ צבע קליפתם וצבע ציפתם שהיה צהוב יותר באופן מובהק וכן ע"פ קצב נשימתם ודרוג מתיקותם (הבדלים לא מובהקים). בפירות זן 'מאיה' לא ניכרו הבדלים בולטים במדדי הבשלה בין שני האזורים אך פירות בית-שאן משיא הקטיף הצטיינו בטעמם הכולל ובמתיקותם. יתכן שההבדלים בפוטנציאל הטעם של הפירות משני

האזורים נובעים מהבדלים בעומס היבול, שכנראה היה נמוך יותר בענק בית שאן. ממצאינו מרמזים על כך שככל שהפרי גדול יותר כך ניתן למצות את הפוטנציאל האורגנולפטי שלו בקטיף מוקדם יותר. ההבחלה כשלעצמה מזרזת את הבשלת הפרי לאחר הקטיף, אולם אין בה כדי להבטיח טעם משופר.

ספרות

Subedi, P.P., Walsh, K.B. and Owens, G., 2007. **Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry.** Postharvest Biology and Technology, 43(3), pp.326-334.

Rodriguez, P.C., Duran, Z.V., Muriel, F.J. and Franco, T.D., 2012. **Physico-chemical quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in a Mediterranean subtropical climate (SE Spain).** Journal of Agricultural Science and Technology 14, pp.365-374.

תודות

בית אריזה 'צמח אבוקדו'
בית אריזה 'בוסתן שאן'
נועם בלסקי – מושב רמות

נספח 1

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

