

המעבדה למו"פ אחסון פירות
קרית שמונה
טל. 04-6817421, 04-6940208, פקס. 04-6940113
www.fruitlab.co.il
E-mail: fruit.storage.lab@gmail.com

מדדי הבשלה לקטיפת מנגו

דו"ח לשנת 2014

**טלי גולדברג, דני גמרסני, אוהד נריה, אלה צבילינג,
היבא גדבאן, איה סיטרוק, הראל אגרא,
איתי נוקד, מאיה בוקובסקי, אחמד איברהים
ורות בן-אריה**

ינואר 2015

מדדי הבשלה לקטיף מנגו מזן שלי ולקטיף מנגו מזן עומר

תקציר

במהלך עונת 2014 נערכו שני ניסויי מנגו, ניסוי בזן שלי וניסוי בזן עומר, במטרה למצוא מדד הבשלה אמין בעת הקטיף שיבטיח פרי טעים לצרכן בתום חיי מדף. מחקר זה הנו המשך המחקר שנערך במעבדה בשנים 2010-2012 בו נקטפו פירות מנגו מהזנים שלי (2010-2012), טומי אטקינס (2010-2012) ומאיה (2010-2011) ממטעים שונים.

המדדים המשמשים עד כה לקביעת התחלת הקטיף הינם צבע הציפה (ע"פ לוח צבע) וכלל מוצקים מסיסים (כ.מ.מ), אך לא תמיד אמינותם מספקת, בין היתר היות והם משתנים עם התקדמות ההבשלה לאחר הקטיף. לכן, הפרי שמגיע לשווקים בתחילת העונה לעתים אינו ראוי למאכל. אחת המטרות הייתה למצוא מדד לא הרסני, שאינו גורם לאבדן הפרי הנבדק ובמיוחד כזה שיכול לאפשר מעקב אחר השינוי באותו פרי במטע במועדי בדיקה שונים.

מבין המדדים הלא-הרסניים שנבדקו בשנים 2010-2012 נמצאו שניים שהצביעו על פוטנציאל לשמש כמדדים מתאימים: המוצקות האלסטית של הפרי, הנמדדת באמצעות נגיפה בעזרת מכשיר מתוצרת חברת Sinclair, ואומדן הפיגמנטציה של קליפת הפרי והציפה בעזרת מדידת NDVI במכשיר ידני (Pigment Analyzer), שמספק מידע על צבע ציפת הפרי מבלי לפגוע בקליפת הפרי.

בעונת 2014 בוצעו שני ניסויים בעזרת מכשיר ה-Pigment Analyzer: ניסוי בזן שלי בו נקטפו פירות ב-4 מועדי קטיף מ-3 מטעים וניסוי בזן עומר בו נקטפו פירות במועד אחד מ-3 מטעים. בניסוי בזן שלי, אף אחד ממדדי ההבשלה שנבחנו בקטיף לא נמצא בקורלציה עם טעם הפרי בסוף חיי מדף. יתכן שממצא זה קשור בעובדה שלא נמצאו הבדלים בהגדרת הטעם הכולל של הפירות בין ארבעת הקטיפים שהתפרסו על-פני כחודש.

בניסוי זן עומר, ערך NDVI שנמדד בקטיף נמצא בקורלציה עם שיעור הכ.מ.מ ושיעור החומר היבש בסוף חיי מדף. כלומר, ע"פ משוואת הקו הישר של מתאמים אלו ניתן להגדיר מדד NDVI בקטיף המגדיר את מצב ההבשלה המינימאלי בו הפרי מתאים לאכילה.

תודות

אורנה סנדל – מועצת הצמחים
ראובן דור – מו"פ צפון
מיקי נוי – שה"מ
שולחן מגדלי המנגו במועצת הצמחים

ברק קפלן- גנוסר
עמנואל דסה- רמת מגשימים
איתי נוקד- אלמגור
מנחם שהם- רמות

מבוא

המדד הנהוג בארץ עד היום לקביעת מועד קטיף המנגו הוא צבע הציפה, המוערך בהשוואה ללוחות צבע המופצים ע"י מועצת הצמחים. מדידה זו הינה במידה רבה סובייקטיבית וכתוצאה מכך לעיתים קרובות משווק פרי שאינו מגיע לטעם ראוי למאכל. הפרי אמנם מתרכז במהלך חיי המדף והעמילן שבו מתפרק, אך הוא אינו מפתח את הניחוח והטעם המאפיינים את הזן. קיימת נטייה לקטוף פרי בוסר בתחילת העונה, בגין המחירים הגבוהים ואף להבחיל אותו באתילן על מנת שקליפתו תקבל צבע המושך את עיני הצרכן. טעמו של פרי זה ירוד ושיווקו עלול להרחיק את הקונים מרכישה חוזרת ועל ידי כך לפגוע בהמשך השיווק. קיים, איפוא, צורך במדד או מדדים אובייקטיביים, לא הרסניים, שבעזרתם ניתן יהיה לקבוע את מועד הקטיף המוקדם ביותר שיבטיח הספקת פרי איכותי וטעים לשווקים.

מדידת פיגמנטציה במכשיר הספקטרוטומטר הידני Pigment Analyzer הינה מדידה לא הרסנית, מבוססת על בליעה בתחום האור הנראה ותת-אדום קרוב, ממנה מחושב מדד NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) המעריך את תכולת הכלורופיל בפירות.

ערכי NDVI מבטאים את היחס בין האור הנראה ותת-אדום הקרוב (NIR) המוחזרים מציפת

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})} \quad [-1] \text{ to } [1]$$

יש לכייל את המכשיר לפירות הספציפיים וע"י בדיקות NDVI, עוד במטע ובמהלך חיי מדף ניתן לעקוב אחר התקדמות ההבשלה. בשנים האחרונות משמשת טכנולוגיה זו כשיטה בלתי הרסנית מהירה לחיזוי איכות הפרי בקטיף ולאחר הקטיף במספר פירות, כולל שזיפים (Perez-Marin et al. 2010), נקטרינות (Perez-Marin et al. 2011), ענבים (Haibach 2008), אבוקדו (Blakey and Rooyen 2011) ומנגו (Subedi et al. 2007). מהלך הבשלת הפרי מאופיין הן בשינויים בהרכב כימי של התאים (תכולת סוכר, מים, פיגמנטים ומרכיבי תוכן נוספים) והן בשינויים בתכונות מבניות של התאים (מספר התאים, גודל, כיוון וצורה, דופן התא ועוד) המשפיעים על ערכי NDVI המתקבלים (Birgit et al. 2014).

מטרות העבודה

1. לקבוע מדדים אובייקטיביים, רצוי לא הרסניים, שבעזרתם ניתן יהיה לקבוע את מועד הקטיף המוקדם ביותר שיבטיח הספקת פרי איכותי וטעים לשווקים.
2. לבחון את הקשר בין רמות NDVI שונות במועד קטיף אחד, לבין מצב הבשלת הפרי בתום חיי מדף.

ניסוי 1: מדדי הבשלה למנגו מזן שלי

שיטות וחומרים

בעונת 2014 נאספו נתונים עבור פרי מזן שלי שנקטף בארבעה מועדים מ-3 מטעים באזור סובב כינרת: מטע גינוסר, מטע אלמגור, מטע רמת מגשימים (רמג"ש). בכל מטע סומנו 5 עצים לדיגום שהחל כאשר נראו 1-2 פירות בשלים במטע. בכל מועד קטיף, בשעות הבוקר המוקדמות, נקטפו מכל עץ שסומן 8 פירות אחידים (אשר סומנו במספרים 1-8), שייצגו את מרבית הפרי על העץ מבחינת גודל וצבע, 4 מכל מפנה (פירות 1,3,5,7 צד אחד; פירות 2,4,6,8 צד שני). הפירות הונחו על האדמה לניקוז השרף ועל כל פרי צוין העץ והמפנה מהם נקטף והוא נארז בתיבה מרופדת ביריעת פלציב.

בהגיע הפרי למעבדה, נערכו בדיקות לא-הרסניות (המתוארות להלן) לאפיון מצב ההבשלה בכל פירות המדגם ולאחר מכן נלקחו 2 פירות מכל עץ (פירות מס. 1, 2; סה"כ 10 פירות מכל מטע) לבדיקות מדדי הקטיף ההרסניים. יתרת הפרי הובחלה בחביות 30 ליטר ע"י הזרקה של 100 ppm אתילן בטמפ' של 20°C למשך 24 ש'. בתחתית כל חבית הונחה שקית סיד לספיחת CO₂ שעלול להפריע לפעילות האתילן. בתום ההבחלה הועברו הפירות לחדר חיי מדף (20°C, 65% לחות יחסית) ונערך מעקב אחר מדד NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) באמצעות מכשיר Pigment Analyzer וכן אחר מוצקות אלסטית (לא הרסנית) במכשיר IQ של חברת סינקלייר עד לסוף חיי מדף. יממה מתום ההבחלה בוצעו בדיקות מדדי הבשלה ב-2 פירות מכל עץ (פירות מס. 3, 4; סה"כ 10 פירות מכל מטע). הקריאה נעשתה בנקודה קבועה על-גבי לחי הפרי לאורך כל תקופת המעקב. בתום חיי מדף, כאשר מוצקות לא הרסנית הגיעה לערך ממוצע של 25 יחידות IQ, בוצעו בדיקות ההבשלה בכל אותם הפירות שבחיי מדף, כולל מבחן טעם (פירות מס. 5-8; סה"כ 20 פירות מכל מטע).

המדדים הלא-הרסניים כללו:

הערכה ויזואלית סובייקטיבית של רמת בשלות הפרי בסולם מ-1 (פרי בוסר) עד 5 (פרי בשל). משקל הפרי.

מוצקות אלסטית ע"י נגיפה במכשיר IQ של חברת סינקלייר.

בדיקת ספקטרום בליעת האור ע"י ציפת הפרי בתחום האור הנראה ותת-אדום הקרוב (NIR) באמצעות מכשיר Pigment Analyzer של חברת CP (גרמניה). ערכי NDVI מבטאים את היחס בין האור הנראה ותת-אדום הקרוב (NIR) המוחזרים מציפת הפרי ונעים בטווח של [-1] - [1]:

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

המדדים ההרסניים שנבדקו:

- קשיות במד לחץ חודרני (פנטרומטר FTA) עם ראש 8 מ"מ לאחר הסרת הקליפה.
- הערכת צבע הציפה לפי לוחות צבע של המועצה הצמחית ובעזרת מד צבע דיגיטאלי (Minolta).
- אחוז החומר היבש בציפת הפרי - מכל חזרה נשקל פלח (כ-1 ס"מ עובי), ללא קליפה, שיובשו בתנור ב-105°C במשך כ-24 שעות.

- תכולת כ.מ.מ במכשיר הרפרקטומטר - ביום הקטיפ ובעת ההוצאה מאחסון, הקריאות נערכו לאחר סירכוז המיץ בצנטריפוגה והשקעת העמילן. בתום חיי מדף נערכה הבדיקה ללא שיקוע מקדים, בהנחה שהעמילן פורק.
- חומצה במיץ סחוט - נדגם 0.5 מ"ל מהמיץ הצלול לבדיקת חומצה ע"י טיטרציה עם 0.156M NaOH עד pH 8.2. ריכוז החומצה חושב כאחוז חומצה ציטרית.

לאחר הבשלת הפירות (שלא שמשו לבדיקות ההרסניות) בתנאי חיי מדף נערכו מבחני טעימה בהם הטועמים דרגו את טעם הפרי ואפיינו את המרקם, המתקיות, העסיסיות, החמיצות וטעמי לוואי בסולם מ-1 עד 10. צוות הטועמים מנה כ-10 אנשים; המבחנים נעשו בתאי טעימה אישיים שבהם תאורה אדומה (להסוואת צבע הפרי) ולטועמים ניתנו סטנדרטים כייחוס למדדים השונים. דוגמת טופס מבחן הטעימה מצורפת בנספח של דוח זה.

פירות שיועדו למועד הקטיפ האחרון, סומנו והחל ממועד הדיגום הראשון נערך מעקב על העץ אחר מדד NDVI, כלומר 3 שבועות לפני שנקטפו.

מועדי הקטיפ, מועדי מעקב חיי מדף ומועדי סוף חיי מדף עבור כל הקטיפים מופיעים בטבלה 1.

ניתוח סטטיסטי

להבדלים בין מועדי הקטיפ, נערכו מבחני שוניות חד-כיווניים (One way Anova). עבור רוב מדדי הקטיפ נמצאו השפעות מובהקות של האינטראקציות בין המטע למועד הקטיפ ולכן נערך בנוסף ניתוח One way Anova עבור כל קטיפ בנפרד. בבדיקות שנערכו לאחר הבחלת הפרי ובתום חיי מדף לא נמצאו השפעות מובהקות של האינטראקציות כנ"ל ולכן במקרים האלו אוחדו תוצאות המטעים השונים. במקרים של ANOVA מובהקת ($P < 0.05$) נערך מבחן פוסט-הוק (Duncan). לבדיקת הקשר בין טעם הפרי לאחר חיי מדף לבין מדדי הקטיפ נערכו מבחני קורלציות (פירסון) כאשר כל עץ שימש כחזרה ($N = 60$).

תוצאות

במרבית המדדים שנבדקו ביום הקטיפ ניכרת, כצפוי, התקדמות ההבשלה של הפירות הן במהלך חיי מדף (תמונה 1) והן במהלך החודש בו נערכו הקטיפים (טבלה 2). בהתאם לכך, בהשוואה בין הקטיפים ניכרת התקדמות בערכי הערכה הויזואלית של הפירות, בצבע קליפת הפרי, בצבע ציפת הפרי וביחס ההבשלה. כמו-כן, נמצאו במגמת ירידה: המוצקות האלסטית, הקשיות ושעור החומצה. מפתיעה העובדה שאחוז הכ.מ.מ לא נמצא במגמת עלייה עם התקדמות הקטיפים וכך גם אחוז החומר היבש.

בהשוואה בין המטעים, עפ"י בקטיפים 1 ו-2 לא נמצאו הבדלים בהבשלת הפירות בין המטעים, מלבד מטע אלמגור שבלט בקטיפ 1 בשעור הכ.מ.מ והחומצה הגבוהים. במהלך קטיפים 3 ו-4, בחלק מהמדדים שנבדקו, נמצאו הבדלים מובהקים, אך לא ניתן היה להצביע על מטע מסוים שנבדל מהאחרים (טבלה 2). לבחינת שינויים מובהקים במדדי ההבשלה בין מועדי הקטיפ נערך ניתוח סטטיסטי בין ממוצעי המטעים (טבלה 3).

מדדי ההבשלה שנבדקו בתום הבחלת הפירות הצביעו על צבע ציפת הפרי (a*) (איור 1) ושעור החומצה כמדדים המבטאים את התקדמות ההבשלה בין הקטיפים ואילו בסוף חיי מדף צבע הציפה ושעור הכ.מ.מ היו המדדים שהצביעו על כך (טבלה 3). לא נמצאו הבדלים מובהקים בטעם הכולל של הפרי בין המטעים בכל קטיפ (תוצאות לא מוצגות) ובין הקטיפים (טבלה 3) ופירות הקטיפ הראשון קבלו הערכה גבוהה ביותר (הבדלים לא מובהקים) (איור 2). גם מדדי הטעם האחרים לא הצביעו על התקדמות ההבשלה בין הקטיפים. בניגוד לממצאי העונות הקודמות, אף אחד ממדדי ההבשלה שנבחנו בקטיפ לא נמצא במתאם עם טעם הפרי בסוף חיי מדף (תוצאות לא מוצגות).

טבלה 1: מועדי הקטיפ, הבדיקות לאחר הבחלה, בדיקות המעקב ובדיקות סוף חיי המדף.

מטע	קטיפ	הבחלה (24 ש')	מעקב חיי-מדף					סוף חיי-מדף
קטיפ 1	גינוסר	23.06- 24.06	23.06.14	25.06	26.06	29.06	01.07	02.07
	אלמגור							
	רמג"ש							
קטיפ 2	גינוסר	30.06- 01.07	30.06.14	02.07	03.07	06.07	08.07	10.07
	אלמגור							
	רמג"ש							
קטיפ 3	גינוסר	07.07- 08.07	07.07.14	09.07	10.07	13.07	15.07	16.07
	אלמגור							
	רמג"ש							
קטיפ 4	גינוסר	14.07- 15.07	14.07.14	16.07	20.07	22.07	23.07	24.07
	אלמגור							
	רמג"ש							

תמונה 1: התקדמות הבשלת הפירות בחיי מדף



**קטיף 1, 23.06
יום הקטיף**



**קטיף 1, 26.06
3 ימים בחיי-מדף
(יממה מסיום
ההבחלה)**



**קטיף 1, 30.06
7 ימים בחיי מדף**



**קטיף 1, 02.07
סוף חיי-מדף**

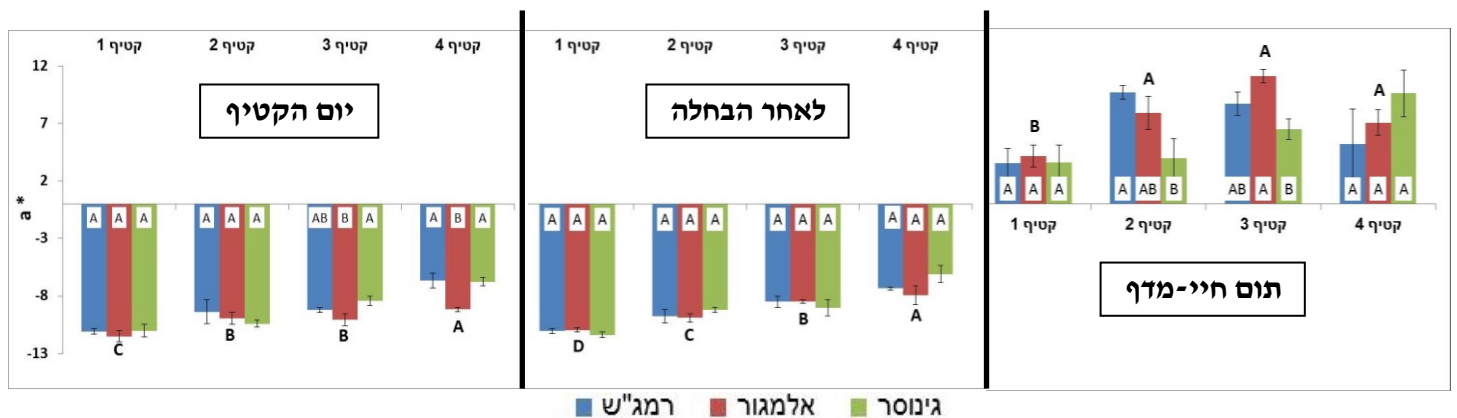
טבלה 2: מדדי ההבשלה בזמן הקטיף במועדים שונים במטעים השונים ותוצאות מבחני פוסט-הוק (Duncan $P < 0.05$).

המטע	קטיף 1	קטיף 2	קטיף 3	קטיף 4	
גינור	-0.03a	0.10	-0.10a	-0.16	NDVI
אלמגור	-0.17 a	0.07	-0.28b	-0.32	
רמג"ש	-0.15b	-0.44	-0.24ab	-0.27	
ממוצע	-0.12A	-0.09A	-0.26A	-0.25B	
גינור	1.25	1.93	2.85ab	3.12a	הערכה ויזואלית
אלמגור	1.45	1.70	2.68b	2.76b	
רמג"ש	1.43	1.80	2.90a	2.87b	
ממוצע	1.38B	1.81C	2.81A	2.92A	
גינור	-11.00	-10.40	-8.39a	-6.76a	צבע ציפה (a*)
אלמגור	-11.49	-9.95	-10.05b	-9.17b	
רמג"ש	-11.07	-9.36	-9.21ab	-6.64a	
ממוצע	-11.19C	-9.90B	-9.22B	-7.52A	
גינור	57.18	55.95	54.63a	51.12a	מוצקות אלסטיות (IQ)
אלמגור	55.20	55.53	50.70b	48.32b	
רמג"ש	56.88	54.43	53.28ab	51.09a	
ממוצע	56.42A	55.30A	52.87B	50.18C	
גינור	26.05	24.22	24.89b	-	קשיות (FTA)
אלמגור	27.67	27.01	28.68a	-	
רמג"ש	27.12	25.91	25.34ab	-	
ממוצע	26.95	25.71	26.30	-	
גינור	1.20	1.40	3.70	3.80	צבע ציפה (לוח צבע)
אלמגור	1.50	1.70	3.60	2.30	
רמג"ש	1.50	1.50	3.30	3.30	
ממוצע	1.40B	1.53B	3.53A	3.30A	
גינור	7.06ab	6.78	6.98	7.22	שעור כ.מ.מ
אלמגור	7.20a	7.16	6.88	6.22	
רמג"ש	6.78b	6.82	6.62	6.96	
ממוצע	7.01	6.92	6.83	6.97	

המשך טבלה 2

קטיף 4	קטיף 3	קטיף 2	קטיף 1	המטע	
1.14a	1.17	1.29	1.02b	גינור	שעור חומצה
0.99ab	1.15	1.31	1.38a	אלמגור	
87b 0.	1.02	1.19	1.03b	רמג"ש	
1.00B	1.11B	1.27A	1.14AB	ממוצע	
6.46b	5.99	5.26	7.14a	גינור	יחס הבשלה
6.87ab	6.02	5.49	5.26b	אלמגור	
8.06a	6.59	5.80	6.66ab	רמג"ש	
7.13A	6.20B	5.57B	6.35AB	ממוצע	
14.85	14.84a	13.11	13.27	גינור	שעור חומר יבש
12.32	13.70ab	11.92	14.01	אלמגור	
13.08	12.30b	12.36	12.78	רמג"ש	
13.42	13.61	12.46	13.36	ממוצע	

a-c הבדלים מובהקים בין המטעים ביום הקטיף. A-B הבדלים מובהקים בין ממוצעי הקטיפים.



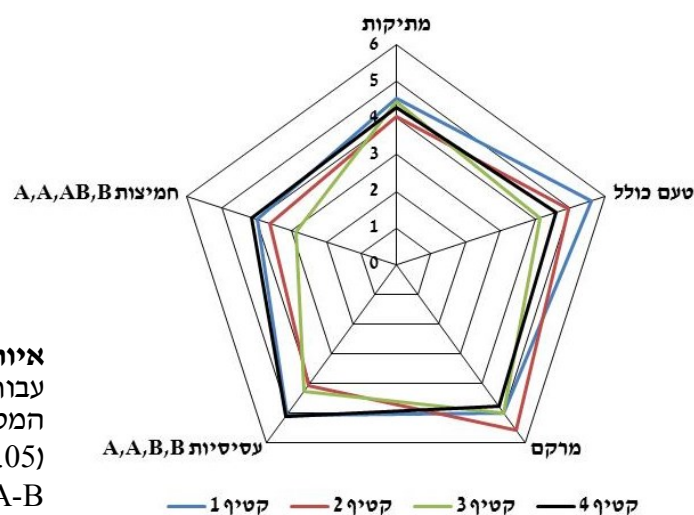
איור 1: צבע ציפת הפרי (a*) בקטיף, לאחר ההבחלה ובתום חיי-מדף ותוצאות מבחני פוסט-הוק (Duncan $P < 0.05$).

A-B הבדלים מובהקים בין המטעים בכל קטיף, בנפרד לכל מועד בדיקה.
A-D הבדלים מובהקים בין הקטיפים עבור ממוצעי 3 המטעים, בנפרד לכל מועד בדיקה.

טבלה 3: מדדי הבשלה לאחר הבחלת הפרי ובתום חיי מדף עבור פרי ממועדי קטיף שונים (ממוצעי 3 המטעים) ותוצאות מבחני פוסט הוק (Duncan $P < 0.05$).

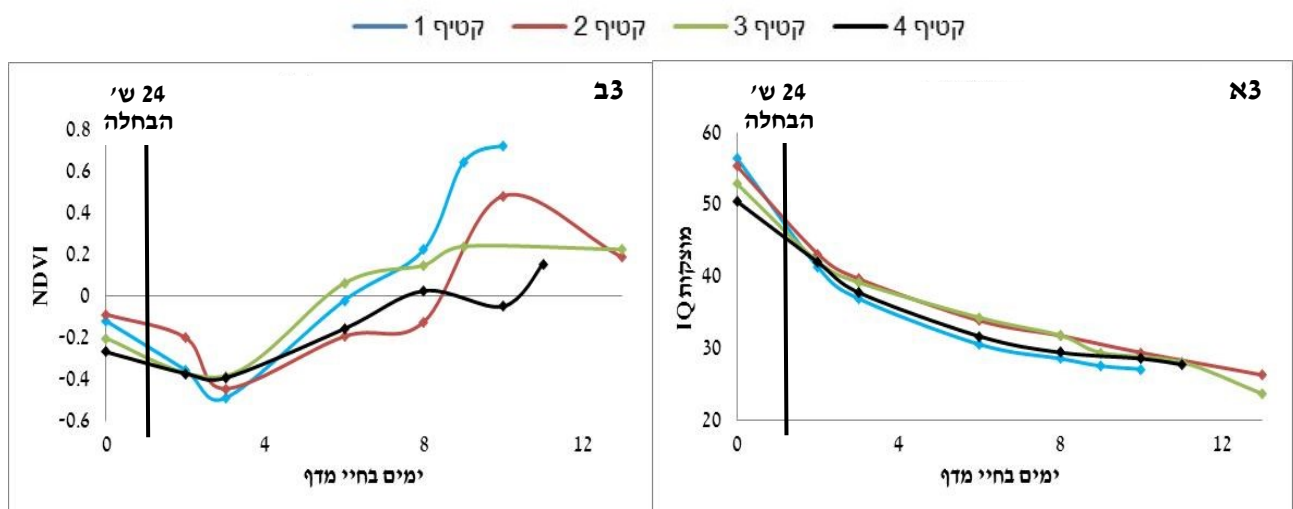
קטיף 4	קטיף 3	קטיף 2	קטיף 1	מועד	
-0.18b 0.22B	0.11a 0.29AB	-0.12b 0.37AB	-0.10b 0.56A	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	NDVI
-7.11a 7.21A	-8.67b 8.67A	-9.62c 7.10A	-11.11d 3.74B	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	צבע ציפה (a*)
33.88b 27.05A	35.32ab 24.57B	36.77a 26.37AB	34.56b 27.14A	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	מוצקות אלסטיות (IQ)
22.26b 4.76	23.13b 3.95	26.12a 3.89	22.85b 5.06	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	קשיות (FTA) (לב"ב)
3.33a 6.78A	3.27a 7.03A	3.17a 5.52B	1.70b 4.68C	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	צבע ציפה (לוח צבע)
7.77 13.94A	7.51 12.97B	7.55 12.17C	7.73 11.77C	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	שעור כ.מ.מ. (%)
1.03c 0.39B	1.27b 0.35B	1.42ab 0.39B	1.42a 0.50A	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	שעור חומצה (%)
7.59a 39.80A	5.90b 41.25A	5.65b 33.87A	5.58b 24.29B	לאחר הבחלה סוף חיי- מדף	יחס הבשלה
4.60	4.15	4.97	5.43	סוף חיי- מדף	טעם כולל (1-10)

a-c הבדלים מובהקים בין הקטיפים לאחר ההבחלה.
A-C הבדלים מובהקים בין הקטיפים בתום חיי מדף.



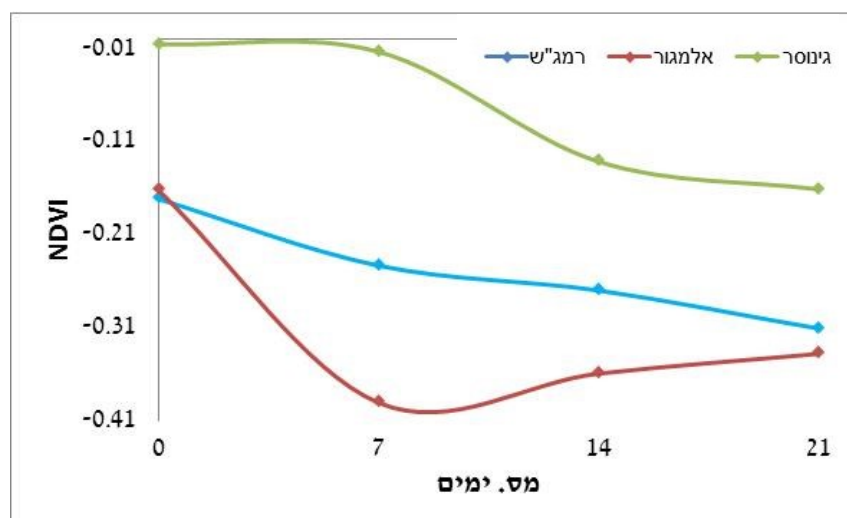
איור 2: מדדי הטעם בתום חיי-מדף עבור ארבעת הקטיפים (ממוצעי שלושת המטעים) ותוצאות מבחן פוסט-הוק (Duncan $P < 0.05$).
A-B הבדלים מובהקים בין הקטיפים.

בכל קטיף נערך מעקב אחר השתנות המוצקות האלסטית של הפירות וכן נמדדה הבליעה במכשיר ה-Pigment Analyzer של אותם הפירות. ירידה המוצקות האלסטית של הפרי ירדה במשך כל הימים בחיי מדף אלא שבשלושת הימים הראשונים הירידה תלולה יותר מאשר בימים הבאים שבהם השיפוע התמתן (איור 3א). ירידה זו של מוצקות הפרי אפיינה את כל מועדי הקטיף. ערכי NDVI המוצגים באיור 3ב) התאפיינו בירידה בשלושת הימים הראשונים לאחר הקטיף, ולאחר מכן נמדדה עלייה.



איור 3: מעקב אחר המוצקות האלסטית 3א) והפיגמנטציה (NDVI) 3ב) של פירות שלי מ-4 מועדי קטיף. הערכים הם ממוצע של 40 פירות מכל אחד משלושת המטעים ביום הקטיף (0 ימים בחיי מדף, ממוצע של 30 פירות בבדיקה שנערכה עם תום ההבחלה (2 ימים בחיי מדף) וממוצע של 20 פירות במהלך חיי-מדף (היום השלישי בחיי מדף ואילך).

במעקב שנערך עם מכשיר ה-Pigment Analyzer בפירות הקטיף הרביעי, במשך 3 שבועות (23.06-14.07), בעודם על העץ, נראית מגמת הירידה בערכי NDVI (איור 4), שאפיינה אף את שלושת הימים הראשונים בחיי מדף (איור 3ב).



איור 4: מעקב ערכי NDVI ב-3 מטעי הניסוי (40 פירות בכל מטע) בפירות טרום קטיף. יום 0 מתייחס ליום התחלת הניסוי (20.07.14)

סיכום

מטרת הניסוי היתה לקבוע מדדים אובייקטיביים, עם העדפה למדדים לא הרסניים, לקטיף מנגו, על מנת להבטיח שהפרי הבשל יהיה טעים למאכל. לשם כך הניסוי החל עם הופעת הפירות הבשלים הראשונים במטע (קטיף ראשון נערך ב-23.06.14) ונערך מעקב אחר מדדי הבשלה הרסניים ושאינם הרסניים במהלך שלושה שבועות. בתום חיי מדף נבחנו שוב מדדי ההבשלה ונערכו מבחני טעם לפירות, מתוך הנחה שעם התקדמות העונה, דרגת האהדה של הטועמים לטעם הפרי תעלה.

בעונה זו, אף אחד ממדדי ההבשלה שנבחנו בקטיף לא נמצא בקורלציה עם טעם הפרי בסוף חיי מדף וזאת בניגוד לממצאי העונות הקודמות. בנוסף, לא נמצאו הבדלים בטעם הפרי בין הקטיפים, כך שיתכן, שלמעשה, מה שהוגדר כ"קטיף מוקדם", יתכן שהיה "קטיף בעיתו". השערה זו מקבלת חיזוק מנתוני תכולת הכ.מ.מ של פירות הקטיף הראשון שאינם נמוכים באופן מובהק מפירות הקטיפים המתקדמים יותר. למרות זאת, בפרי הבשל בסוף חיי המדף חלה עלייה מובהקת בתכולת הכ.מ.מ, אך הטועמים לא הבחינו בה.

בניסוי זה נאספו נתונים רבים להגדרת מצב הבשלת הפרי בעזרת מכשיר ה-Pigment Analyzer. ערכם המוחלט של נתוני NDVI בכל אחד מהקטיפים שונה, אך כל ארבעת הקטיפים הראו צורה אופיינית של ירידה בערכים שהתקבלו מיום הקטיף ועד שלושה ימים בחיי מדף ולאחר מכן הערכים עלו (איור 33). ע"פ Zude (2003) ערכי NDVI יורדים כאשר תכולת הכלורופיל יורדת. החל מהיום השלישי ערכי ה-NDVI עלו בכל הקטיפים, למרות שהפרי היה עדין ירוק (תמונה 1) וההנחה היא כי השינויים בתכולת הכלורופיל נמשכו. מכאן שמגמת הירידה אמורה הייתה להימשך. ההנחה היא כי ערכי NDVI משלב זה מבטאים את פיזור האור ברקמת הפרי, שמקורו משינויים בהרכב הכימי והמבני של התאים. "נקודת התפנית" בה משתנה מגמת ה-NDVI מירידה לעלייה מתרחשת בסמוך לסיום מועד הבחלת הפירות. יתכן שבנקודת זמן זו תכולת העמילן (שאינו מסיס) יורדת, תכולת הסוכרים הפשוטים (שהינם מסיסים) עולה ולפיכך פיזור האור ממסך על מגמת הירידה של תכולת הכלורופיל הנמשכת אף היא. עלייה בערכי NDVI שמקורה בשינוי מקדם הפיזור במהלך ההבשלה נמצאה אף בפירות גלעיניים (Birgit et al. 2014).

לאור ההבדלים בממצאים בין שנות הניסוי להגדרת מדדי הקטיף לא הרסניים המומלצים עבור הזן שלי נחוץ המשך מחקר בכיוונים הבאים:

1. המשך איסוף נתונים בעזרת מכשיר ה-Pigment Analyzer ע"י מעקב אחר הפירות בעודם על העץ משלב מוקדם יותר בעונה (התחלה-אמצע חודש יוני)
2. בחינת הקשר בין מדד חומר יבש בקטיף ואיכות הפרי בסוף חיי-מדף. מכשיר חדש שנרכש ע"י המעבדה מאפשר לערוך בדיקת חומר יבש שאינה הרסנית.

ניסוי 2: מדדי הבשלה למנגו מזן עומר

שיטות וחומרים

בעונת 2014 נאספו נתונים עבור פירות מנגו מזן עומר שנקטפו בשיא העונה (30.07.14) מ-3 מטעים באזור סובב כינרת: מטע ארז קדם, מטע מרים שוהם, מטע נדב לוטן. הפירות נקטפו למיכלים והוסעו לבית אריזה שוהם במושב רמות. בבית האריזה נדגמו מכל מטע 90 פירות ב-3 דרגות NDVI שונות. הדיגום נעשה בעזרת המכשיר Pigment Analyzer וע"פ סקר שערכנו לפירות כל מטע, הוערך טווח ה-NDVI המאפיין את מצב ההבשלה של כל אחד מהמטעים במועד הקטיף ונקבעו קבוצות ה-NDVI לניסוי (טבלה 1).

טבלה 1: ערכי NDVI על-פיהם נאסף הפרי בבית האריזה ביום הקטיף (n=90).

המטע	NDVI נמוך (NDVI 1)	NDVI ביניים (NDVI 2)	NDVI גבוה (NDVI 3)
ארז קדם	[-0.35]-[-0.03]	[0]-[0.10]	[0.11]-[-0.35]
מרים שוהם	[-0.21]-[0.19]	[0.20]-[0.29]	[0.32]-[0.46]
נדב לוטן	[-0.24]-[0.09]	[0.10]-[0.20]	[0.21]-[0.40]

מחצית מהפירות הועברו ביום הקטיף לבדיקות מדדי הבשלה במעבדה לאחסון (פירוט בהמשך) והמחצית השנייה נשארו בבית האריזה, קוררו במשך הלילה והועברו למחרת (31.07.14) להבחלה למשך 48 שעות, 100ppm אתילן בטמפ' של 20°C. יום לאחר סיום ההבחלה (03.08.14) הועברו הפירות על מערך המיון של בית האריזה, הכולל טבילה במים חמים (52°C לכ-12 שניות), הברשה, טבילה בפרוכלורז (0.2%) ודינוג (זיודר 12%). מהמערך נאספו הפירות, הועברו למעבדה לאחסון בקרית-שמונה למעקב אחר ההבשלה בתנאי חיי-מדף (20°C ו-65% לחות יחסית).

נערך מעקב, אחת ליומיים, אחר מדד NDVI באמצעות מכשיר Pigment Analyzer, בנקודה שסומנה על-גבי לחי הפרי ומדד מוצקות לא הרסנית במכשיר IQ של חברת סינקלייר. סוף חיי מדף היה כאשר ממוצע מוצקות לא הרסנית של כל אחת מקבוצות ה-NDVI הגיע לערך של 25 יחידות IQ.

מצב ההבשלה של הפירות ביום הקטיף ובסוף חיי-מדף הוערך הן ע"י מדדים לא הרסניים והן ע"י מדדים הרסניים.

המדדים הלא-הרסניים שנבדקו כללו: הערכה ויזואלית סובייקטיבית של רמת בשלות הפרי בסולם מ-1 (פרי בוסר) עד 5 (פרי בשל), משקל הפרי, מוצקות אלסטית ע"י נגיפה במכשיר IQ של חברת סינקלייר ובדיקת DNV (Normalized Difference Vegetation Index) באמצעות מכשיר Pigment Analyzer של חברת CP (גרמניה).

המדדים ההרסניים שנבדקו התייחסו לציפת הפרי: קשיות במד לחץ חודרני (פנטרומטר FTA), הערכת צבע לפי לוחות צבע ובעזרת מד צבע דיגיטלי, אחוז החומר היבש, תכולת כ.מ.מ וחומצה ציטרית במיץ סחוט. פרוט השיטות הנ"ל מופיע בפרק השיטות והחומרים של ניסוי 1 בדוח זה. כמו-כן נמדד ריכוז כלל קרטנואידים וכלורופיל. ריכוז הפיגמנטים נעשה ע"י מיצוי דגימות שקולות של ציפת וקליפת הפרי באצטון והקסאן (4:6) וקריאת הבליעה האופטית בספקטרופוטומטר 645nm, 663nm (כלורופיל, ע"פ נוסחאות חישוב: $[0.00989 \times \text{O.D } 645\text{nm}] - [0.00999 \times \text{O.D } 663\text{nm}]$) ו-460nm (קרטנואידים, ע"פ השוואה לעקום כיול שהוכן מתמיסת סטנדרט של 1mg/ml בטא קרוטן מומס בהקסאן).

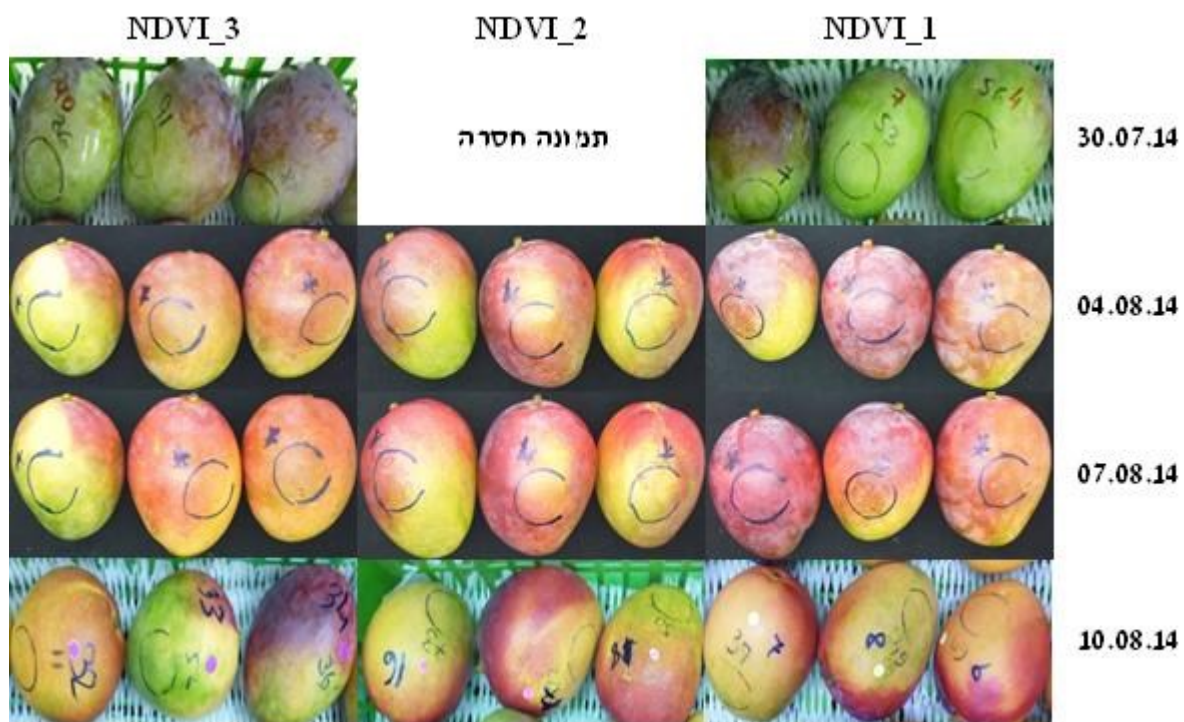
בנוסף, נערכו מבחני טעימה בתום חיי-מדף. צוות טועמים מאומן דרג את טעם הפרי ואפיין את המרקם, המתקנות, העסיסיות, החמיצות, טעמי לוואי ומידת האהדה הכוללת של הפרי. הטועמים דרגו את מאפייני הטעם השונים בסולם איכותני שתורגם במהלך ניתוח הנתונים לסקלה מספרית מ-1 עד 10.

ניתוח סטטיסטי

ההבדלים בין קבוצות ה-NDVI במדדי ההבשלה בקטיף ובסוף חיי מדף נבדקו באמצעות מבחן שונויות חד-כיווני (One way ANOVA) ומבחן פוסט הוק (Duncan). כשלב מקדים נערך ניתוח שונויות דו-כיווני (two-way ANOVA) לבדיקת השפעות קבוצת ה-NDVI, המטע והאינטראקציות ביניהם על המדדים השונים (לא מוצג). בקטיף, ברוב המדדים נמצאה אינטראקציה מובהקת עם מקור הפרי ולכן נבדקו ההבדלים בין קבוצות ה-NDVI בכל מטע בנפרד. ניתוח של תוצאות כלל המטעים נעשה רק עבור המדדים בהם לא הייתה אינטראקציה מובהקת כנ"ל.

תוצאות

בבדיקות הקטיף התקבלו בכל אחד מהמטעים הבדלים מובהקים בין קבוצות ה-NDVI, למרות שע"פ מראה עיניים לא ניתן היה להבחין בהבדלים בין הקבוצות (תמונה 1). ההנחה היא כי ערכי NDVI נמוכים יותר, בשלב זה, מצביעים על פרי פחות בשל ואמנם בבחינת מדדי הקטיף של פירות קבוצות ה-NDVI ישנה בחלק מהמטעים מגמה של עלייה בתכולת החומר היבש, ירידה בקושיות, עלייה בתכולת הקרטנואידים ושינוי צבע הציפה (ככל שערך a^* יותר נמוך כך הגוון יותר ירוק). שינויים אלו נמדדו במעבר מקבוצת NDVI_1, לקבוצת NDVI_2 ולקבוצת NDVI_3. פרט להבדל הצפוי ב-NDVI לא נמצאו באופן כללי הבדלים בין הקבוצות ביתר מדדי הקטיף (טבלה 2). החל מיום הקטיף ועד סוף חיי מדף נערך מעקב אחר ערך NDVI ע"י מכשיר ה-Pigment Analyzer בכל המטעים ובכל 3 קבוצות ה-NDVI (איור 1). בארבעת הימים הראשונים לאחר הקטיף, לא נערכו מדידות ונראה שלא חלו שינויים בולטים במדד זה. מהיום הרביעי (יממה לאחר סיום תהליך ההבחלה) ועד תום חיי מדף (12-13 ימים) נמדדה עלייה רצופה בערך הנמדד.

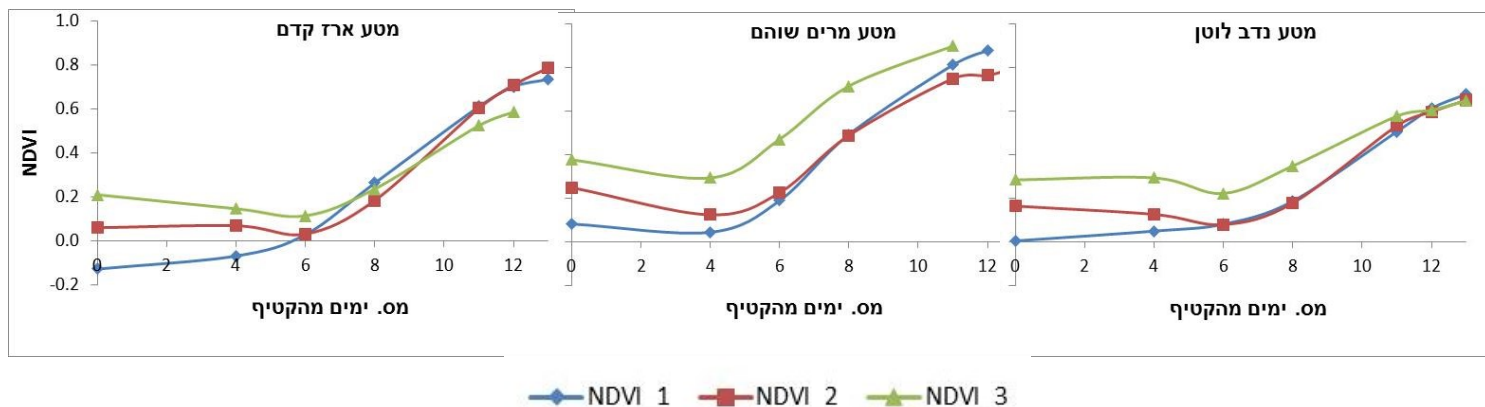


תמונה 1: פירות מטע ארז קדם ע"פ קבוצות NDVI שהוגדרו בעזרת מכשיר ה- Pigment Analyzer ביום הקטיף (30.07.14), במהלך חיי מדף (04.08.14 ו-07.08.14) ובסוף חיי מדף (10.08.14).

טבלה 2: מדדי הבשלה בקטיף של פירות 3 המטעים ותוצאות מבחני פוסט-הוק (Duncan $P<0.05$).

A-C הבדלים מובהקים בין קבוצות NDVI בתוך אותו מטע; a-c הבדלים מובהקים בין ממוצעי קבוצות NDVI.

ממוצע NDVI	לוטן	שוהם	קדם		
-0.006c	0.002C	0.105C	-0.124C	NDVI_1	NDVI
0.156b	0.163B	0.243B	0.061B	NDVI_2	
0.292a	0.272A	0.375A	0.225A	NDVI_3	
17.1	17.4	17.6	16.2B	NDVI_1	חומר יבש (%)
17.8	17.4	18.5	17.5AB	NDVI_2	
18.0	17.3	18.5	18.1A	NDVI_3	
55.4	52.7	58.1AB	52.3AB	NDVI_1	מוצקות אלסטיות (IQ)
55.1	55.3A	59.3A	50.7B	NDVI_2	
55.8	55.8B	56.0B	55.6A	NDVI_3	
27.5	28.6A	27.6A	26.3B	NDVI_1	קשיות (FTA)
27.8	26.8AB	29.1A	27.6AB	NDVI_2	
25.8	24.2B	24.6B	28.6A	NDVI_3	
1.5	1.75	0.75	2.08	NDVI_1	צבע ציפה (מינולטה a*)
1.4	1.97	0.52	1.64	NDVI_2	
0.8	1.21	0.56	0.75	NDVI_3	
4.5	4.6	4.5	4.5	NDVI_1	צבע ציפה (לוח צבע)
4.5	4.7	4.1	4.6	NDVI_2	
4.4	4.5	4.3	4.5	NDVI_3	
8.6	8.4	9.1	8.2B	NDVI_1	כ.מ.מ (%)
8.8	8.6	9.3	8.4AB	NDVI_2	
8.7	8.4	9.0	8.8A	NDVI_3	
0.54	0.49	0.60	0.53AB	NDVI_1	חומצה ציטרית (%)
0.58	0.51	0.80	0.42B	NDVI_2	
0.55	0.47	0.64	0.56A	NDVI_3	
0.006	0.008B	0.006A	0.005	NDVI_1	קרטנואידים (mg/ml)
0.004	0.008AB	0B	0.005	NDVI_2	
0.005	0.011A	0B	0.005	NDVI_3	
0.056	0.072	0.048	0.050	NDVI_1	כלורופיל a (mg/100ml)
0.056	0.075	0.056	0.037	NDVI_2	
0.061	0.078	0.054	0.051	NDVI_3	



איור 1: מעקב אחר שינוי NDVI במהלך חיי מדף בשלושת מטעי הניסוי. קטיף הפירות חל ביום 0 והפרי הועבר לקרוור למשך הלילה; בימים 1-3 הפרי עבר הבחלה וביום הרביעי הועבר לחיי מדף.

נבחנו שינויים במדדי ההבשלה בין קבוצות ה-NDVI עבור ממוצעי המטעים ובכל המדדים שנבדקו ביום הקטיף ניכרת, כצפוי, התקדמות ההבשלה של הפירות במהלך חיי מדף: השינויים הבולטים הם התרככות הפירות, שינוי צבעם, עלייה בתכולת הסוכר והקרטנואידים וירידה בתכולת החומצה והכלורופיל (טבלה 3). בסוף חיי-מדף שעור הכ.מ.מ בקבוצת NDVI_3 נמצא גבוה במובהק מקבוצות 1 ו-2. בשאר מדדי ההבשלה לא נמצאו הבדלים בין קבוצות NDVI.

טבלה 3: מדדי הבשלה בסוף חיי מדף. a-b הבדלים מובהקים בין ממוצעי קבוצות NDVI

<i>p</i> -value	NDVI_3	NDVI_2	NDVI_1	
ל.מ	0.802	0.816	0.828	NDVI
ל.מ	16.5	16.1	16.0	חומר יבש
ל.מ	25.6	26.3	25.5	מוצקות אלסטיות (IQ)
ל.מ	7.5	7.6	7.7	צבע ציפה (לוח צבע)
0.006	15.7 a	15.1 b	15.0 b	כ.מ.מ (%)
ל.מ	0.22	0.20	0.22	חומצה ציטרית (%)
ל.מ	71.2	76.9	69.9	יחס הבשלה
ל.מ	0.027	0.031	0.030	קרטנואידים (mg/ml)
ל.מ	0.017	0.016	0.017	כלורופיל a (mg/100 ml)
ל.מ	0.021	0.025	0.023	כלורופיל b (mg/100 ml)
ל.מ	5.2	5.2	6.1	טעם כולל
ל.מ	5.6	6.4	6.2	עסיסיות
ל.מ	5.7	6.4	6.0	מתיקות
ל.מ	2.7	1.9	2.1	חמיצות
ל.מ	5.4	5.7	6.0	מרקם
ל.מ	1.3	1.4	1.4	טעם לוואי

חשוב לציין שתכולת החומר היבש בסוף חיי מדף נמוכה ביחס לערכים שנמדדו בקטף, תוצאות המעידות על קצב הנשימה המוגבר של פירות המנגו בחיי מדף.

ה-NDVI שנמדד ביום הקטף נמצא במתאם מובהק עם שיעור החומר היבש ושעור הכ.מ.מ בסוף חיי מדף (טבלה 4). ניתן להגדיר מדד NDVI בקטף המאפיין את מצב ההבשלה המינימאלי בו הפרי מתאים לאכילה ע"פ משוואות הקו הישר של מתאמים אלו, ובהנחה ששיעור כ.מ.מ בערך של 15% ושעור חומר יבש בערך של 16% מייצגים פרי בדרגת אהדה סבירה, (טבלה 5). במבחן הטעם פירות מקבוצת NDVI_1 נמצאו כאהודים ביותר על קהל הטועמים וביתר מדדי הטעם לא נמצאו הבדלים מובהקים בין קבוצות NDVI (איור 3).

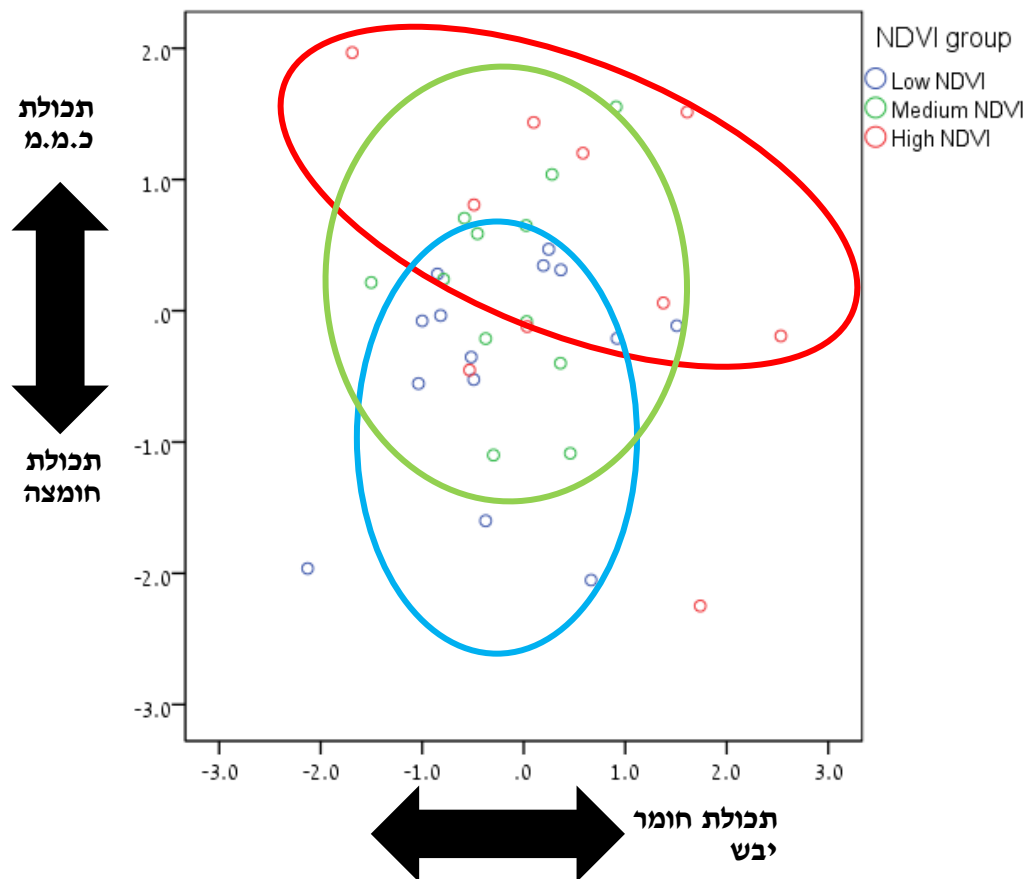
טבלה 4: מתאמי רגרסיה (פירסון) בין NDVI בקטף לבין מדדי הבשלה בקטף (מוצגים רק המדדים בהם $r < 0.1$).

גודל המדגם (n)	מובהקות (p)	חוזק המתאם וכיוונו (r)	מדדי הבשלה בסוף חיי מדף
44	0.001	0.474	כ.מ.מ
44	0.076	0.393	חומר יבש
44	0.076	-0.271	קרטנואידים
40	0.092	-0.270	מתיקות

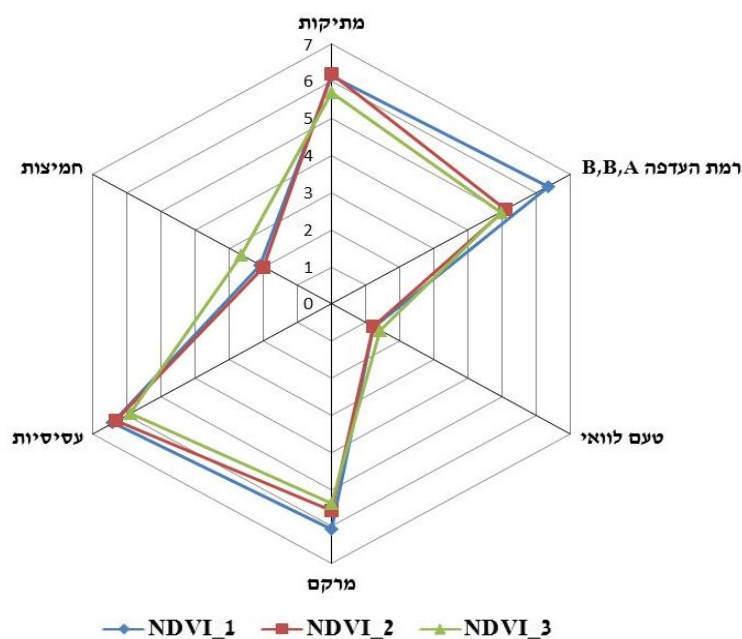
טבלה 5: משוואות הקו הישר בין NDVI בקטף לבין מדדי הבשלה בסוף חיי מדף.

משוואת הקו הישר	
$TSS = 2.20 * NDVI + 14.93$	כ.מ.מ בסוף חיי מדף = 15%; NDVI בקטף = 0.03
$DM = 1.88 * NDVI + 15.89$	חומר יבש בסוף חיי מדף = 16%; NDVI בקטף = 0.06

ניתוח PCA (Principal component analysis) של מדדי ההבשלה של הפרי בסוף חיי מדף ייצר ציר X, שהסביר 36% מהשונות, והושפע בעיקר מהגורמים של תכולת החומר היבש וערך המוצקות (IQ), וציר Y, שהסביר 23% מהשונות, והושפע בעיקר מתכולת הכ.מ.מ (איור 2). בחינת מיקום קבוצות NDVI בקטף על פי ניתוח זה מראה כי פירות המנגו מקבוצת High NDVI ($NDVI_3 =$) כלומר ערך NDVI גבוה בקטף, התאפיינו בתכולת כ.מ.מ גבוהה ואחוז חומצה נמוך בסוף חיי מדף.



איור 2: ניתוח PCA (Principal component analysis) על פי המשתנים בסוף חיי מדף (תכולת חומר יבש, מוצקות, תכולת כ.מ.מ, תכולת חומצה, טעם כללי). ציר X מסביר 36% מהשונות וציר Y מסביר 23% מהשונות. המשתנים המשפיעים מופיעים על יד הצירים וקבוצות ה-NDVI מסומנות בצבעים שונים. כל נקודה באיור מתארת חזרה.



איור 3: מדדי הטעם בתום חיי-מדף עבור שלוש קבוצות ה-NDVI (ממוצעי שלושת המטעים) ותוצאות מבחן פוסט-הוק (Duncan $P < 0.05$). A-B הבדלים מובהקים בין קבוצות ה-NDVI.

מטרת הניסוי הייתה לבחון האם ניתן בעזרת ערכי NDVI שנקראו ממכשיר ה-Pigment Analyzer בקטיף, בבדיקה שאינה הרסנית, להעריך את איכות הפרי עם התרככותו בסוף חיי מדף. בניסוי זה נדגמו פירות מנגו מזן עומר במועד קטיף אחד משלושה מטעים.

בבדיקות הקטיף שנערכו ל-3 קבוצות NDVI מכל אחד משלושת מטעי הניסוי, נמצא כי בין הקבוצות קיימים הבדלים במספר מדדי הבשלה (טבלה 2). מכאן, יתכן שמכשיר ה-Pigment Analyzer יכול להצביע על הבדלים במידת התקדמות ההבשלה גם כאשר הפרי נקטף באותו המועד ומאותו אזור גיאוגרפי.

במעקב אחר שינוי NDVI במהלך חיי מדף בשלושת מטעי הניסוי, התקבל דגם גרפי התואם לממצאינו בניסוי המנגו זן שלי ב-2012 וכן לניסוי זן שלי שסיכמו מובא בדוח זה (ניסוי 1). תכולת החומר היבש שנמדדה בניסוי זה בסוף חיי מדף נמוכה ביחס לערכים שנמדדו בקטיף. תכולת החומר היבש מושפעת הן מאיבוד מים מהפרי, הצפוי לגרום לעלייה בתכולת החומר היבש והן מתהליך הנשימה שבמהלכו מתפרק גלוקוז לפחמן דו-חמצני ומים, תהליך הגורם לירידה בתכולת החומר היבש. במהלך הבשלת הפרי חלים שינויים מטאבוליים המתבטאים בעלייה חזקה בקצב הנשימה שלו בהיות המנגו פרי קלימקטרי ויתכן שזו הסיבה לירידה בתכולת החומר היבש. תכולת חומר יבש בסוף חיי מדף נמוכה ביחס לערכים שנמדדו בקטיף, נמצאה אף בזני מנגו אחרים (Kansci et al 2003).

בעזרת מתאמים שנמצאו בין ערכי NDVI בקטיף לבין תכולת הכ.מ.מ. והחומר היבש בסוף חיי מדף ניתן להגדיר מדד NDVI בקטיף המאפיין את מצב ההבשלה המינימאלי בו הפרי מתאים לאכילה. הערכים שנמצאו הם $NDVI = 0.03$ ו- 0.06 .

במבחן הטעם פירות מקבוצת NDVI_1 נמצאו כאהודים ביותר על קהל הטועמים. לכאורה היינו מצפים שדווקא פירות קבוצת NDVI_3, בהם נמדדה תכולת הכ.מ.מ. הגבוהה ביותר בסוף חיי מדף (טבלה 3), יהיו אהודים יותר, אך יתכן שפירות אילו היו בשלים מדי, כפי שאולי מעידה הערכת מרקם הפרי, שהייתה נמוכה, דבר שעשוי לפגוע באיכות הכוללת של הפרי ולפיכך קבלו ציון נמוך יותר בקטגוריה של "רמת העדפה".

הגדרת מדדי קטיף לא הרסניים חשובה בעיקר עבור הזנים המבכירים, הנקטפים לעיתים טרם זמנם, ובעת הבשלתם חסרה בהם הארומה המאפיינת את פרי המנגו. עבור קטיף של פירות מנגו בשיא העונה, הבדלים בערכי NDVI עשויים לתת אינדיקציה על משך האחסון המומלץ עבורם. כדי לבסס את הממצאים של ניסוי זה אנו ממליצים לחזור עליו עם זני מנגו נוספים ובמספר מועדי קטיף.

Birgit S., B., Zudea M., Spinelli L., Torricelli A., 2014. Optical properties of developing pip and stone fruit reveal underlying structural changes. *Physiol Plant*. doi: 10.1111/ppl.12232

Blakey, R.J., Rooyen, Z van, 2011. Non-destructive measurement of moisture content using handheld NIR. *South African avocado growers' association yearbook* 34, 9-11.

Haibach, F.G., 2008. Rapid, non-destructive determination of °Brix on whole grapes on-cluster. *Polychromix Inc.*

Kansci, G., Koubala, B.B., and Lape, I.M. (2003) Effect of ripening on the composition and the suitability for jam processing of different varieties of mango (*Mangifera indica*). *Afr. J. Biotechnol.* 2 (9), 301-306.

Perez-Marin, D., Paz, P., Guerrero, J.E., Garrido varo, A., Sanchez, M.T., 2010. Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. *J. Food Eng.* 99, 294-302.

Perez-Marin, D., Sanchez, M.T., Paz, P., Gonzalezdugo, V., Soriano, M.A., 2011. Postharvest shelf-life discrimination of nectarines produced under different irrigation strategies using NIR-spectroscopy. *Food Sci Tech.* 44, 1405–1414.

Subedi, P.P., Walsh, K.B., Owens, G., 2007. Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry. *Postharvest Biol. Technol.* 43, 326–334.

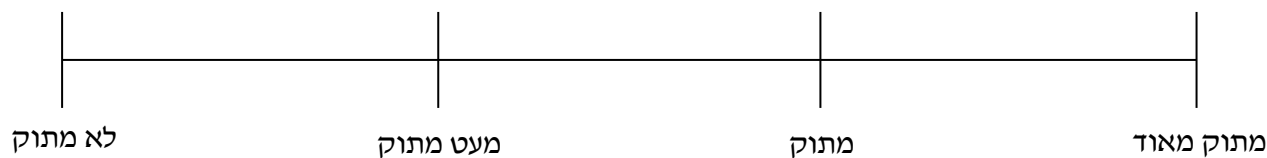
Zude, M., 2003. Comparison of indices and multivariate models to non-destructively predict the fruit chlorophyll by means of visible spectrometry in apples. *Anal Chim Acta* 481, 119–126.

נספח: מבחן טעם

לפניך דוגמת טעימה קוד _____

עליך להעריך את עוצמת מאפיין הטעם על ידי סימון X בסקלה

מתיקות:



חמיצות:



עסיסיות:



מרקם (תחושה של חול / גרגירים בפה):



טעם לוואי:



מה רמת העדפה שלך לטעם המנגו?

