

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

ניסויי אפרסק-נקטרינה

דו"ח מחקר לשנת 2016
מוגש למועצת הצמחים

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

מרץ 2017

תקציר

בעונת 2016 בוצע ניסוי המשך באפרסק ונקטרינה לאבחון עסיסיות בפירות שאוחסנו למשך חמישה שבועות ב-4°C. במהלך תקופת האחסון ובחיי מדף נדגמו פירות ונבחנה מידת עסיסיותם. נמצא כי עסיסיות הפירות גברה במהלך האחסון אך ירדה במהלך חיי-מדף של תקופה זו ואילו המוצקות האקוסטית פחתה במקביל.

מבוא

אחד הגורמים המגבילים את משך האחסון של פירות אפרסק ונקטרינה הינו התכלות פיזיולוגית של הפרי המתבטאת בנזקים הנגרמים בעיקר בציפת הפרי הכוללים האדמה והתפרקות של הציפה המתחילה באזור בית הגלעין. במקביל, הפרי מאבד את עסיסיותו ומתקבל מרקם ספוגי (mealiness). השינויים הללו בציפת הפרי מיוחסים לנזקי צינה, משמע, נזקים כתוצאה מאחסון ממושך בטמפרטורה נמוכה. על-פי-רוב נזקים אלו לא נראים מבחוץ, אך הם פוגמים קשות בטעם הפרי ולכן יש חשיבות רבה לפיתוח כלי מדידה, הניתן לבדיקה ע"י פקחים ברשתות השיווק, לניטור עסיסיות אפרסק ונקטרינה.

מטרת הניסוי

פיתוח מדד פשוט ויעיל, הניתן לשימוש על-ידי פקחים ברשתות השיווק, לניטור עסיסיות אפרסק ונקטרינה הסובלים מחוסר עסיסיות כתוצאה מנזקי צינה (עונה III).

חומרים ושיטות

פירות נקטרינה מזן "338" ופירות אפרסק מזן "1880" נקטפו בתאריך ה-08.09.16 מחלקות של קיבוץ אורטל והובאו ביום הקטיף למעבדה מבית האריזה 'פירות גולן'. הפרי אוחסן בקירור ב-4°C למשך חמישה שבועות, באווירה אטמוספרית, במטרה לעודד היווצרות נזקי צינה. מידי שבוע הוצאו מדגמי פרי לבדיקות שנערכו הן במועד ההוצאה והן בתום שלושה ימי חיי-מדף (20°C, 65% לחות). הבדיקות בוצעו ב-10-20 פירות בכל מועד (פרי=חזרה). הבדיקות כללו:

- א. מבחני טעימה, בדגש על עסיסיות הפרי (מדד 1-10), שנערכו על-ידי צוות מיומן.
- ב. סחיטת מיץ מפיסות פרי במשקל ידוע בעזרת צנטרפוגה וחישוב אחוז המיץ החופשי על-פי משקלו (נספח 1).
- ג. בחינת מוצקות, ללא הרס, על-פי:
 - (1) מוצקות Hardness במכשיר תוצרת חברת Sinclair (סינקלייר), יחידות IQ, מבוטאת כתגובת הפרי לנגיפה.
 - (2) מוצקות אקוסטית, יחידות firmness index-FI, במכשיר תוצרת חברת AWETA. המכשיר בודק את תגובת הפירות לדחף מכאני על-ידי "נוקר" = פטישון המכה על הפרי, בתחום תדר מוגדר. מיקרופון קטן קולט את הרטט המוחזר מהפרי ובוחן אותו ביחס למשקל הפרי.
- ד. בחינת תפיחת דפנות התא (Cell Swelling) ע"י טחינה של גלילי פרי במשקל ידוע, השרייתם בנפח מים ידוע ובחינת נפח התרחיף מתוך נפח המבחנה לאחר הפרדת פאזות (נספח 2).

ניתוח סטטיסטי

לבחינת ההבדלים במדדי מוצקות הפרי ועסיסיותו בין מועדי הבדיקות, נערכו מבחני שונות חד-כיווניים (One way ANOVA) ומבחני פוסט-הוק (דנק). לבדיקת הקשר בין מדדי המוצקות והעסיסיות, בעת ההוצאה מהאחסון ולאחר שלושה ימים בחיי-מדף, נערכו מבחני קורלציות (פירסון) כאשר כל פרי שימש כחזרה.

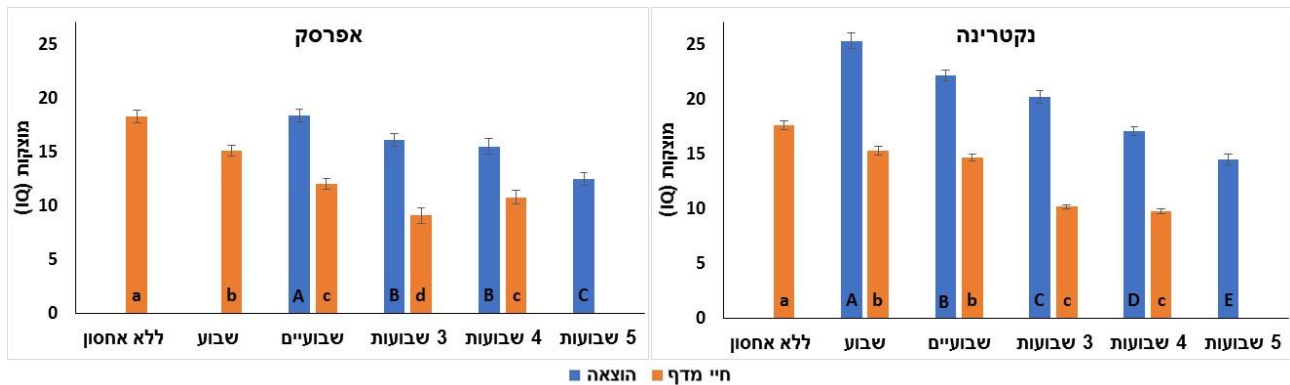
תוצאות

בחינת השפעת משך האחסון על מוצקות הפירות

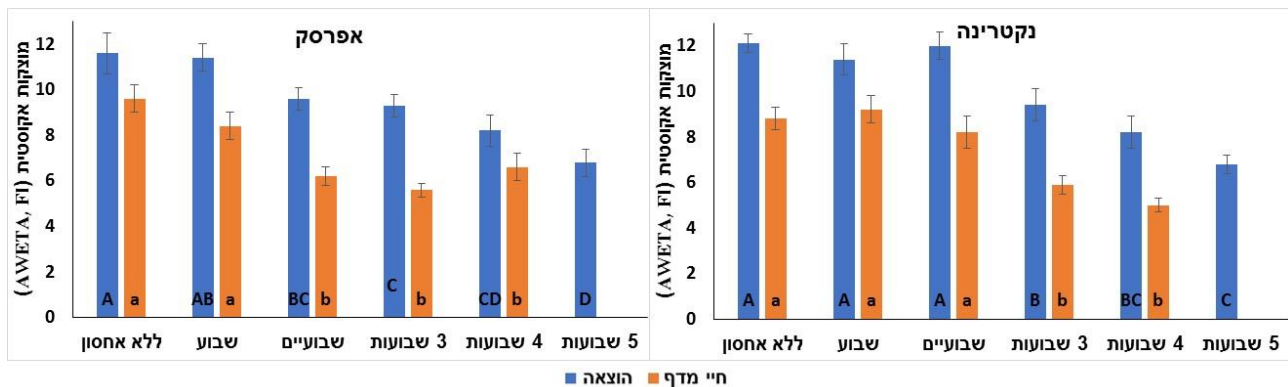
מוצקות הפירות ירדה במהלך תקופת האחסון וכצפוי אף במהלך חיי-מדף, הן בבדיקת מכשיר הסינקלייר (איור 1) והן בבדיקת מכשיר ה-AWETA (איור 2). התוצאות מצביעות על המגמות הבאות:

(1) פירות נקטרינה מוצקים יותר מפירות האפרסק, הן במועדי ההוצאה מהאחסון והן בחיי-מדף.

(2) על-פי בדיקת מכשיר ה-AWETA, מוצקות האפרסק נשמרה במהלך שבוע באחסון והנקטרינה שמרה על מוצקותה במהלך שבועיים.



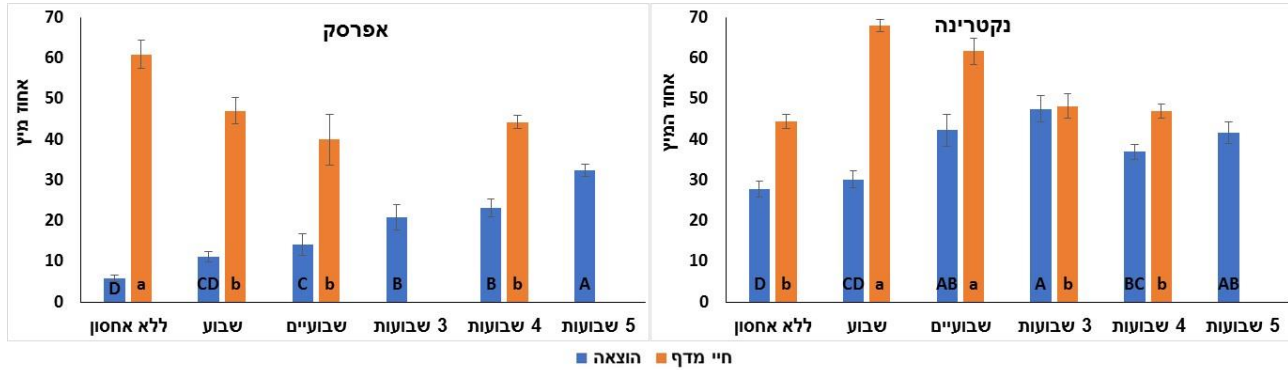
איור 1: מוצקות אלסטית במכשיר סינקלייר (ממוצע \pm ש.ת.) בהוצאה מהאחסון ובחיי-מדף שנמדדה בקטיף (=ללא אחסון) ובמהלך חמישה שבועות האחסון ($n=20$). A-C - הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בהוצאה מהאחסון; a-c - הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בחיי-מדף ($p<0.05$).



איור 2: מוצקות אקוסטית במכשיר AWETA (ממוצע \pm ש.ת.), בהוצאה מהאחסון ובחיי-מדף, שנמדדה בקטיף (=ללא אחסון) ובמהלך חמישה שבועות באחסון ($n=20$). A-C - הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בהוצאה מהאחסון; a-c - הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בחיי-מדף ($p<0.05$).

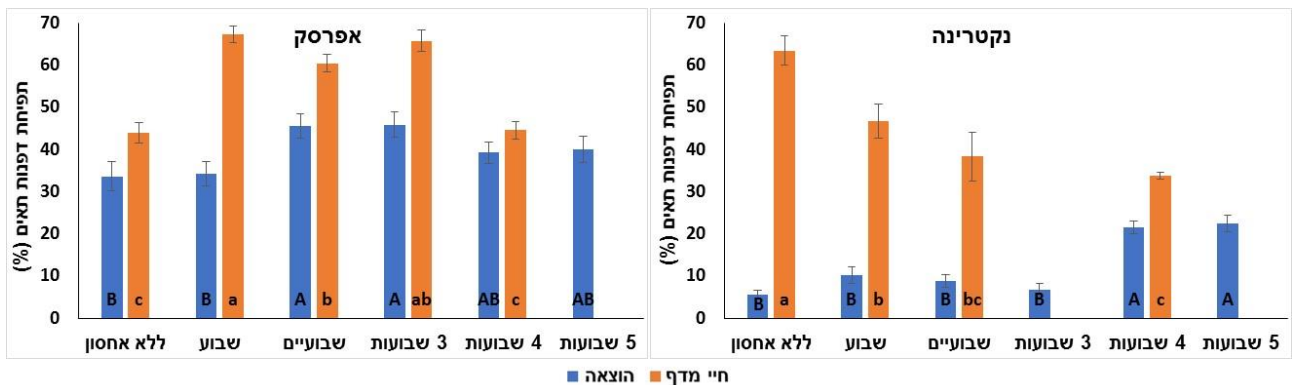
בחינת השפעת משך האחסון על מזדי העסיסיות

מדידת אחוז המיץ ש"נסחט" מפיסות פרי במשקל ידוע בעזרת צנטרפוגה, המעיד על תכולת המים החופשיים בפרי, מצביעה על כך שבמהלך חמישה שבועות באחסון תכולת המיץ, הן באפרסק והן בנקטרינה, עלתה. תכולת המיץ בחיי-מדף על-פי-רוב ללא שינוי, אך בכל אחד ממועדי הבדיקה נמדדה עסיסיות גבוהה יותר בפירות במהלך חיי המדף ביחס לעסיסיות הפירות בהוצאה מהאחסון (איור 3).



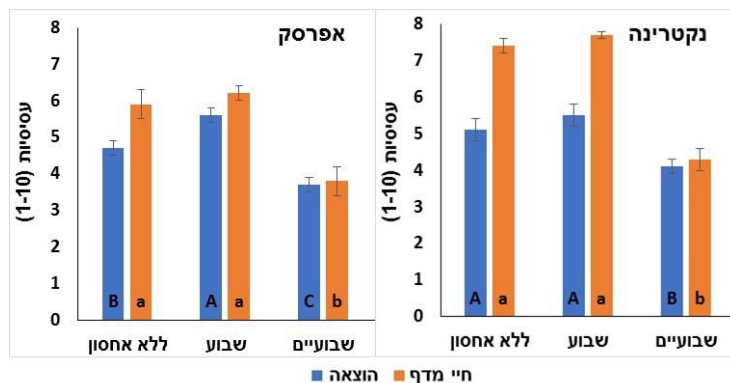
איור 3: שיעורי המיץ החופשי (ממוצע \pm ש.ת.) שנסחטו מפירות אפרסק ונקטרינה בהוצאה מאחסון ובסוף חיי-מדף, במועד הקטיפה (=ללא אחסון) ובמהלך חמישה שבועות באחסון ($n=10$). A-C- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בהוצאה מהאחסון; a-c- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בחיי-מדף ($p<0.05$).

אחוז תפיחת דפנות התאים עלה לאחר שבועיים וארבעה שבועות באחסון, באפרסק ובנקטרינה בהתאמה, וירד במהלך חיי-מדף בשני סוגי הפירות. בכל אחד ממועדי הבדיקה אחוז תפיחת דפנות התאים שנמדד היה גבוה יותר בפירות חיי המדף ביחס לפירות בהוצאה מהאחסון (איור 4). עם התקדמות הבשלת הפירות מתגברת פעילותם של אנזימים מפרקי דופן. כתוצאה מכך הפולימרים שמרכיבים את הדופן קטנים יותר וחלק מהמרכיבים שלהם הופכים למסיסים. בבדיקת תפיחת דפנות התא, נבחן הקשר בין מצב הבשלת הפרי לנפח אותו ממלא התרחיף במבחנה. ההנחה היא שכל שפירוק הדופן מתקדם כך מרכיביו קצרים יותר ולפיכך יכולים למלא נפח גדול יותר של המבחנה בה הם מורחפים.



איור 4: שיעור תפיחת דפנות התאים (ממוצע \pm ש.ת.) בפירות אפרסק ונקטרינה בהוצאה מאחסון ובסוף חיי-מדף, במועד הקטיפה (=ללא אחסון) ובמהלך חמישה שבועות באחסון ($n=10$). A-C- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בהוצאה מהאחסון; a-c- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בחיי-מדף ($p<0.05$).

ברמת עסיסיות הפרי שדורגה ע"י צוות טועמים, נמצאו מגמות זהות באפרסק ובנקטרינה לפיהן לאחר שבוע באחסון חלה עלייה בעסיסיות הפירות ואילו לאחר שבועיים של אחסון העסיסיות ירדה. גם בחיי-מדף באותם המועדים נמצאה עלייה בעסיסיות ולאחר מכן ירידה, לאחר שבוע ושבועיים באחסון, בהתאמה. מצב הפירות לאחר שלושה, ארבעה וחמישה שבועות, התדרדר ולכן לא בוצעו מבחני הטעימה במועדים אלו (איור 5).



איור 5: עסיסיות על-פי מבחן טעימה (ממוצע \pm ש.ת.) בפירות אפרסק ונקטרינה בהוצאה מאחסון ובסוף חיי-מדף, במועד הקטיפי (=ללא אחסון) ובמהלך שבועיים באחסון ($n=10$).
 A-C- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בהוצאה מהאחסון;
 a-a- הבדלים מובהקים בין מועדי הבדיקות בחיי-מדף ($p<0.05$).

מתאמים בין מזדי העסיסיות

נמצא קשר חיובי בין מוצקות הפירות שנעשתה במכשיר ה-AWETA לבין המוצקות במכשיר הסינקלייר, הן בהוצאה מהאחסון והן בחיי-מדף. אולם, בין מוצקות הפירות למזדי העסיסיות נמצאו לעיתים קשרים הפוכים במגמתם באפרסק ובנקטרינה, על-פי הפרוט לעיל:

אפרסק: במועדי ההוצאה מהאחסון ובחיי-מדף נמצא קשר חיובי בין המוצקות האקוסטית לבין העסיסיות במבחן הטעם וקשר שלילי לאחוז המיץ בהוצאה מהאחסון בלבד. כלומר, ככל שמוצקות הפרי ירדה, הפרי הוגדר ע"י הטועמים כפחות עסיסי, אך עם אחוז גבוה יותר של מיץ חופשי. מדידת המוצקות במכשיר הסינקלייר לא נמצאה בקורלציה למבחן הטעם האנושי אך נמצא קשר שלילי לאחוז המיץ בהוצאה מהאחסון וקשר חיובי למדד עסיסיות זה בחיי-מדף (טבלה 1).

נקטרינה: במועדי ההוצאה מהאחסון נמצא קשר שלילי בין המוצקות האקוסטית לבין העסיסיות במבחן הטעם. כלומר, ככל שמוצקות הפרי ירדה, הפרי הוגדר ע"י הטועמים כיותר עסיסי (מגמה הפוכה מזו שנמצאה באפרסק). כמו-כן נמצא קשר שלילי בין המוצקות האקוסטית לאחוז תפיחת דפנות התאים בהוצאה מהאחסון וקשר חיובי לאחוז המיץ בחיי-מדף. כלומר, ככל שמוצקות הפרי ירדה תפיחת התאים עלתה, מדד המצביע על התקדמות ההבשלה (בהוצאה) ואחוז המיץ ירד (בחיי-מדף). כמו באפרסק, כך גם בנקטרינה, מדידת המוצקות במכשיר הסינקלייר לא נמצאה בקורלציה למבחן הטעם האנושי. אולם, נמצא קשר שלילי לאחוז תפיחת דפנות התאים בהוצאה מהאחסון וקשר חיובי למדד זה בחיי-מדף (טבלה 2).

לסיכום, המוצקות האקוסטית נמצאה במתאם למדידת העסיסיות במבחן הטעם האנושי באפרסק, הן בהוצאה מהאחסון והן בחיי-מדף, ובנקטרינה, בהוצאה מהאחסון בלבד. לעומת זאת, המוצקות במכשיר הסינקלייר לא נמצאה במתאם לבדיקות הטעם האנושי אך נמצאה במתאם למזדי העסיסיות האחרים.

טבלה 1: מתאמים בין מוצקות פירות אפרסק בבדיקה לא הרסנית (מכשירי AWETA וסינקלייר) לבין אחוז המיץ, אחוז תפיחת דפנות התאים והעסיסיות במבחן טעימה.

				אפרסק		
עסיסיות במבחן טעם	אחוזתפיחת דפנות תאים	אחוז מיץ	סינקלייר			
0.38*	-0.08	-0.59**	0.34**	R	AWETA	הוצאה
0.04	0.90	<0.01	<0.01	P		
30	60	60	80	N		
0.07	0.17	-0.74**		R	סינקלייר	
0.86	0.30	<0.01		P		
10	40	40		N		
0.43*	-0.26	0.15	0.66**	R	AWETA	חיי מדף
0.02	0.07	0.36	<0.01	P		
30	50	40	100	N		
0.27	-0.19	0.33*		R	סינקלייר	
0.14	0.19	0.03		P		
30	50	40		N		

טבלה 2: מתאמים בין מוצקות פירות נקטרינה בבדיקה לא הרסנית (מכשירי AWETA וסינקלייר) לבין אחוז המיץ, אחוז תפיחת דפנות התאים והעסיסיות במבחן טעימה.

				נקטרינה		
עסיסיות במבחן טעם	אחוזתפיחת דפנות תאים	אחוז מיץ	סינקלייר			
-0.46*	-0.40**	-0.19	0.50**	R	AWETA	הוצאה
0.01	<0.01	0.14	<0.01	P		
30	60	60	100	N		
0.23	-0.68**	-0.29*		R	סינקלייר	
0.33	<0.01	0.04		P		
20	50	50		N		
0.06	0.27	0.42**	0.54**	R	AWETA	חיי מדף
0.74	0.09	<0.01	<0.01	P		
30	40	50	100	N		
0.25	0.44**	0.20		R	סינקלייר	
0.18	<0.01	0.17		P		
30	40	50		N		

סיכום

מטרת ניסוי זה הייתה לפתח כלי מדידה, הניתן לבדיקה על-ידי פקחים ברשתות השיווק, לניטור עסיסיות אפרסק ונקטרינה הסובלים מחוסר עסיסיות. למרות שהפירות אוחסנו במשך חמישה שבועות ב-4°C, בתנאים שאמורים היו לעודד היווצרות נזקי צינה, לא הובחנה ירידה בעסיסיות על-פי אחוז המיץ החופשי בפירות האפרסק והנקטרינה, בחיי-מדף (איור 3). תוצאות אלו תאמו לניסוי שערכנו בעונה 2015 בזן האפרסק "סקרלט סנו" (גולדברג וחוב' 2016).

במחקר שנעשה בנקטרינה מהזן "Fire August" נמצא כי תכולת המיץ החופשי עלתה בפירות הרכים ביחס לקבוצת הפירות הקשים וכי ערכי המוצקות האלסטית ירדו (Hale, 2013). על-פי מחקר זה, שימוש במדד המוצקות האקוסטית באמצעות מכשיר AWETA עשוי לאפשר חיזוי של

התפתחות נזקי צינה במהלך אחסון בקרור. בבדיקות האפרסק נמצא כי מדידת המוצקות האקוסטית נמצאה במתאם למדידת העסיסיות במבחן הטעם האנושי הן בהוצאה מהאחסון והן בחיי-מדף; בפירות הנקטרינה נמצא מתאם זה בהוצאה מהאחסון בלבד. חשוב לציין שזו השנה השנייה ברציפות בה ניסינו, ללא הצלחה, לגרום לפרי להיות ספוגי וחסר עסיסיות. הפירות אוחסנו בתנאים בהם אמורים היו להתפתח נזקי צינה אלו (4°C למשך חמישה שבועות) ואמנם איכותם ירדה, אך לא התקבל המרקם הספוגי המאפיין לעיתים פירות מזנים אלו המשווקים לאחר אחסון.

כדי ליישם את מימצאנו מעונות 2015-2016 מומלץ לבחון את המוצקות האקוסטית במכשיר AWETA של פירות ספוגיים (לאחר הוצאה מאחסון בבתי קרור או מהשווקים) ולאפיין את מדדי עסיסיותם. ע"פ התוצאות ניתן יהיה לבחון בשווקים פירות לאחר אחסון ולקבוע בצורה בלתי הרסנית אם הפירות ספוגיים או לא. בנוסף, מומלץ לחפש דרכים נוספות לזיהוי ספוגיות הפירות בשיטות ספקטרליות שונות כדוגמת NIRS (Ortiz et al., 2001) וספקטרוסקופית פיזור היפרספקטראלית (Hyperspectral scattering) (Qin and Lu 2008). שיטות אלו, במידה שיפותחו, אמנם לא תהיינה ישימות לפקחים במרכולים אך יתכן שבעזרתן ניתן יהיה לאתר פירות ספוגיים עוד טרם הגעתם למרכולים.

ספרות מצוטטת

גולדברג, ט., גמרסני, ד., נריה, א., צבילינג, א., איברהים, ה., שיפמן, ל., שפיר, ר., ברקוביץ, ל., אגרא, ה. (2016). ניסויי אפרסק-נקטרינה, דו"ח מחקר לשנת 2015, מוגש למועצת הצמחים. אתר החברה למחקר ופיתוח, קרור ואיסוס פירות בע"מ <http://www.fruitlab.co.il>.

Hale, G., Lopresti, J., Stefanelli, D., Jones, R. and Bonora, L. 2013. **Using non-destructive methods to correlate chilling injury in Nectarines with fruit maturity.** Acta Hort. (ISHS) 1012:83-89

Qin, J., Lu, R., 2008. **Measurement of the optical properties of fruits and vegetables using spatially resolved hyperspectral diffuse reflectance imaging technique.** Postharvest Biol. Technol. 49 (3), 355–365.

Ortiz, C., Barreiro, P., Correa, E., Ruiz-Altisent, M., Riquelme, F., 2001. **Non-destructive identification of woolly peaches using mechanical impact response and NIR spectroscopy.** J. Agric. Eng. Res. 78, 281–289.

תודות

איל יונאי – 'בראשית'.
שולחן מגדלים במועצת הצמחים.

נספחים

נספח 1: חישוב עסיסיות בפירות Expressible Juice (% w/w) ע"י צנטרפוגה

- (א) הוצאה של 1-3 גלילי פרי ממרכז הפרי כלפי חוץ (כ-0.7 מ"מ קוטר, כ-2 ס"מ אורך, ללא הקליפה)
- (ב) שקילת דגימת הפרי.
- (ג) הנחת הדגימה השקולה ע"ג פד גאזה מקופל ל-4.
- (ד) שקילה של מבחנת 50 מ"ל ריקה.
- (ה) הכנסת פד הגאזה עם הפרי למבחנה והברגת המכסה כאשר שולי הפד מחוץ למבחנה.
- (ו) הכנסת המבחנה לצנטרפוגה והפעלתה במהירות מקסימאלית למשך 10 דקות (בפירות מסוימים ניתן לערוך צנטרפוגה ל-5 דקות בלבד).
- (ז) בתום הצנטרפוגה- הוצאת פד הגאזה ופיסת הפרי ושקילת המבחנה + המיץ.
- (ח) חישוב אחוז המיץ.

נספח 2: תפיחת דפנות התא (Cell Swelling)

- (א) הוצאה של גלילי פרי ממרכז הפרי כלפי חוץ (כ-0.7 מ"מ קוטר, כ-2 ס"מ אורך, ללא הקליפה) במשקל של 5 גרם.
- (ב) העברה למבחנת 50 מ"ל עם כ-20 מ"ל של מים מזוקקים.
- (ג) טחינה באמצעות הומוגניזר במשך כדקה עד לקבלת תרחיף הומוגני.
- (ד) השלמת הנפח ל-50 מ"ל לווהרפה מוחלטת של התרחיף.
- (ה) העברה למקרר ב-4 מ"צ למשך לילה להפרדת פאזות.
- (ו) למחרת: הערכת נפח התרחיף ולפיו חישוב האחוז מנפח המבחנה.