



השפעת ממשק הדישון החנקני של מנגו מהזן 'קיט' על איכות הפרי

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

אוקטובר 2017

רקע:

על מנת להגיע ליבול ואיכות מיטביים של פירות יש להגדיר את צריכת יסודות המזון והמים על-ידי העץ לאורך העונה ואת התנאים המיטביים בבית השורשים שיאפשרו קליטת מים ויסודות מזון על-ידי הצמח בקצב הנדרש בשלבי הגידול השונים. בניסוי זה נבחנה ההשפעה של ממשק הדישון בחנקן על היבול.

מטרת הניסוי:

השפעת ממשק הדישון על איכות פירות מנגו מזן 'קיט' בקטיפ ולאחר אחסון.

מהלך העבודה:



תמונה 1: חלקת הניסוי- מנגו זן 'קיט' בתוך הליזומטרים

הניסוי נערך בליזומטרים בנפח של 1000 ליטר, מערכת סגורה המחוברת בצנרת למערכות השקיה ודישון מבוקרות מחשב, בחלקת 'צמח נסיונות' בעמק הירדן. עצי מנגו מזן 'קיט' נשתלו בתוך המיכלים (תמונה 1) בשנת 2014 וניסוי הדישון החל בחודש אפריל 2016.

טיפול הדישון כללו טיפולים של כמות החנקן וטיפולים של סוג החנקן (יחס אמון/חנקן) כמפורט בטבלה 1 ובמהלך כל העונה העצים קיבלו דישון רציף בזרחן (10 מ"ג / ליטר), אשלגן (40 מ"ג / ליטר) ויסודות קורט.

טבלה 1: טיפולי הניסוי.

מספר טיפול	חנקן במי ההשקיה	יחס אמון/חנקן
1	ללא	-
2	10 מ"ג לליטר	1:1
3	20 מ"ג לליטר	1:1
4	10 מ"ג לליטר	חנקן בלבד
5	10 מ"ג לליטר	אמון בלבד

ב-27.08.17 נקטפו הפירות מהחלקה בחמש חזרות, שמונה פירות בכל חזרה (טבלה 2). סה"כ 120 פירות מכל טיפול, 24 פירות מכל עץ, 12 פירות מכל מפנה. הפירות הועברו למעבדה בקרית-שמונה ואוחסנו, כשהם עטופים, למשך ארבעה שבועות באווירה אטמוספירית, 10.5-11.0 מ"צ. בדיקות מדדי הבשלת הפירות נערכו ביום הקטיף, במועד ההוצאה מהאחסון (26.09.17) ובתום חיי-מדף של חמישה ימים (20 מ"צ, 65% לחות) (01.10.17) על-פי טבלה 3. פרוט השיטות מופיע בנספח 1.

טבלה 2: מפת החלקה: האותיות A-E מקבילות לטיפולים 1-5: A אפור- טיפול 1; B צהוב- טיפול 2; C אדום- טיפול 3; D כתום- טיפול 4; E כחול-טיפול 5.

שורה 1	שורה 2	שורה 3	שורה 4	שורה 5
1D	16A	17E	32C	33B
2C	15B	18D	31D	34A
3B	14C	19A	30E	35C
4E	13A	20C	29B	36D
5B	12D	21B	28A	37E
6A	11E	22C	27D	38B
7E	10C	23D	26A	39E
8D	9E	24A	25B	40C

טבלה 3: בדיקת הפרי.

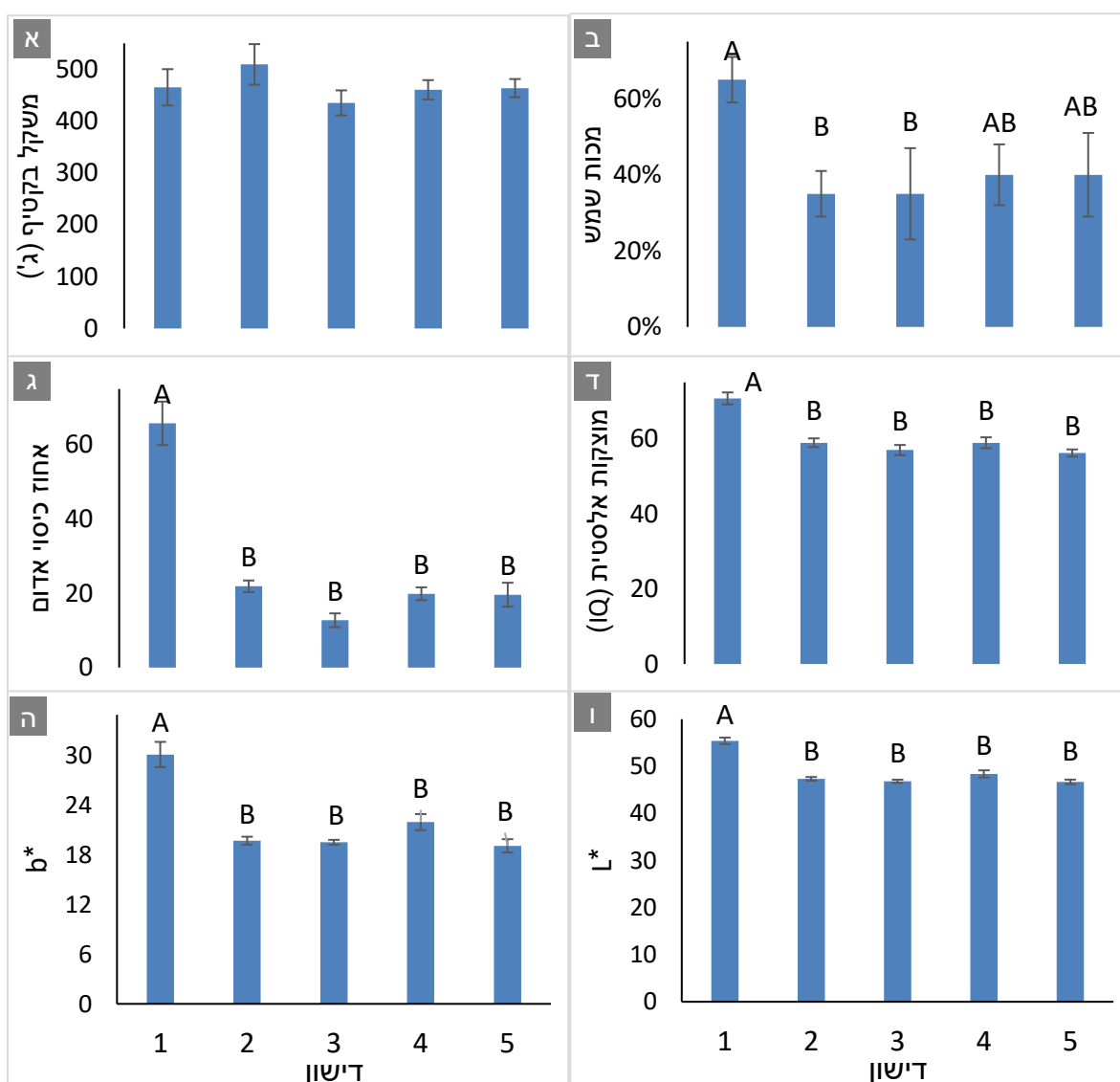
המדד	קטיף	הוצאה מאחסון	סוף חיי-מדף
איבוד משקל, % ¹	✓	✓	✓
מוצקות, סינקלייר, IQ ²	✓	✓	✓
צבע קליפה (אחוז כיסוי לחי אדומה), % ³	✓		
צבע קליפה (לחי אדומה), קולורימטר ⁴	✓	✓	✓
צבע ציפה, קולורימטר ⁴	✓		✓
צבע ציפה, לוחות צבע ⁵	✓	✓	
כ.מ.מ, רפרקטומטר ⁶	✓	✓	✓
חומצה ציטרית, טיטרטור ⁷	✓	✓	✓
אנטוציאנינים, קליפה ⁸	✓		
איכות חיצונית ⁹		✓	✓
איכות פנימית ¹⁰		✓	✓

ניתוח סטטיסטי: השפעת טיפולי הדישון על הפירות לאחר הקטיף נבחנה באמצעות מבחני שונויות חד-כיווניים (one way anova) ומבחן פוסט הוק (Duncan) ברמת מובהקות $p < 0.05$.

תוצאות ודיון:

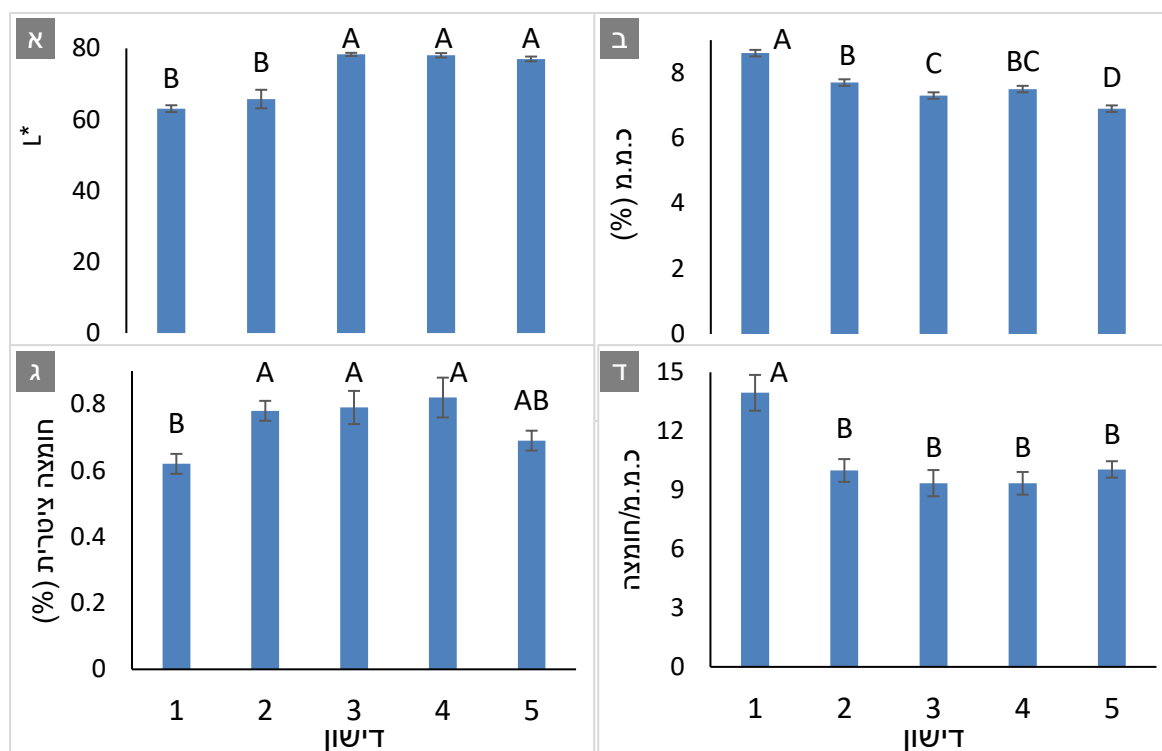
מדדי ההבשלה בקטיפ

ע"פ מדדי ההבשלה שאינם הרסניים, ניכר כי לא היו הבדלים במשקל הפירות בין הטיפולים בקטיפ (איור 1 א') אך פירות טיפול 1, ללא דישון חנקני, התאפיינו באחוז גבוה יותר של מכות שמש (איור 1 ב') ואחוז כיסוי אדום גבוה על גבי הקליפה (בדיקה סובייקטיבית) (איור 1 ג'). למרות שמדדים אלו יכולים להצביע על התקדמות בהבשלה, הרי שמוצקותם של פירות טיפול זה הייתה גבוהה ביחס לטיפולים האחרים (איור 1 ד'). פירות טיפול 1 בלטו אף בצבע קליפתם הבהיר יותר ביחס לפירות האחרים שקליפתם הייתה ירוקה יותר (איור 1 ה'-ו', תמונה 2). כל ארבעת טיפולי הדישון, 2-5, דמו ביניהם במדדים הללו.

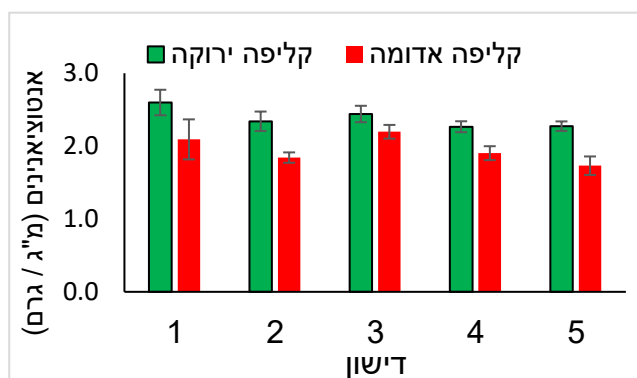


איור 1: מדדי הבשלה לא הרסניים בקטיפ בהשפעת טיפולי דישון (טיפול 1 - ללא חנקן; טיפול 2 - 10 מ"ג לליטר, יחס אמון: חנקה 1:1; טיפול 3 - 20 מ"ג לליטר, יחס אמון: חנקה 1:1; טיפול 4 - 10 מ"ג לליטר, חנקה בלבד; טיפול 5 - 10 מ"ג לליטר, אמון בלבד): משקל הפירות (א), מכות שמש (ב), לחי האדומה בקליפה (ג), מוצקות אלסטית (מכשיר סינקלייר) (ד), צבע קליפה ערוץ b^* (ה) וצבע קליפה ערוץ L^* (ו). ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=5. עבור כל עמודה. אותיות A-B להבדל מובהק בין הטיפולים בכל מועד.

מדדי ההבשלה ההרסניים בהם צבע הציפה, תכולת הכ.מ.מ ותכולת החומצה במיץ הסחוט וכן יחס ההבשלה המוגדר ע"פ היחס כ.מ.מ/חומצה הצביעו גם הם על התקדמות ההבשלה של פירות טיפול 1: פירות אלו בלטו בצבע ציפתם הכהה (איור 2 א') וכן בתכולת הכ.מ.מ הגבוהה (איור 2 ב') והחומצה הנמוכה (איור 2 ג'). בהתאם יחס ההבשלה של פירות טיפול זה היה הגבוה ביותר ביחס לטיפולים האחרים (איור 2 ד'). עפ"ר לא נמצאו הבדלים במדדים אלו בין טיפולי הדישון 2-5, מלבד מאשר תכולת הכ.מ.מ שהייתה נמוכה יחסית בטיפולים 3 ו-5. בבחינת תכולת האנטוציאנינים בקליפת הפרי, קליפה ירוקה וקליפה אדומה, לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (איור 3).



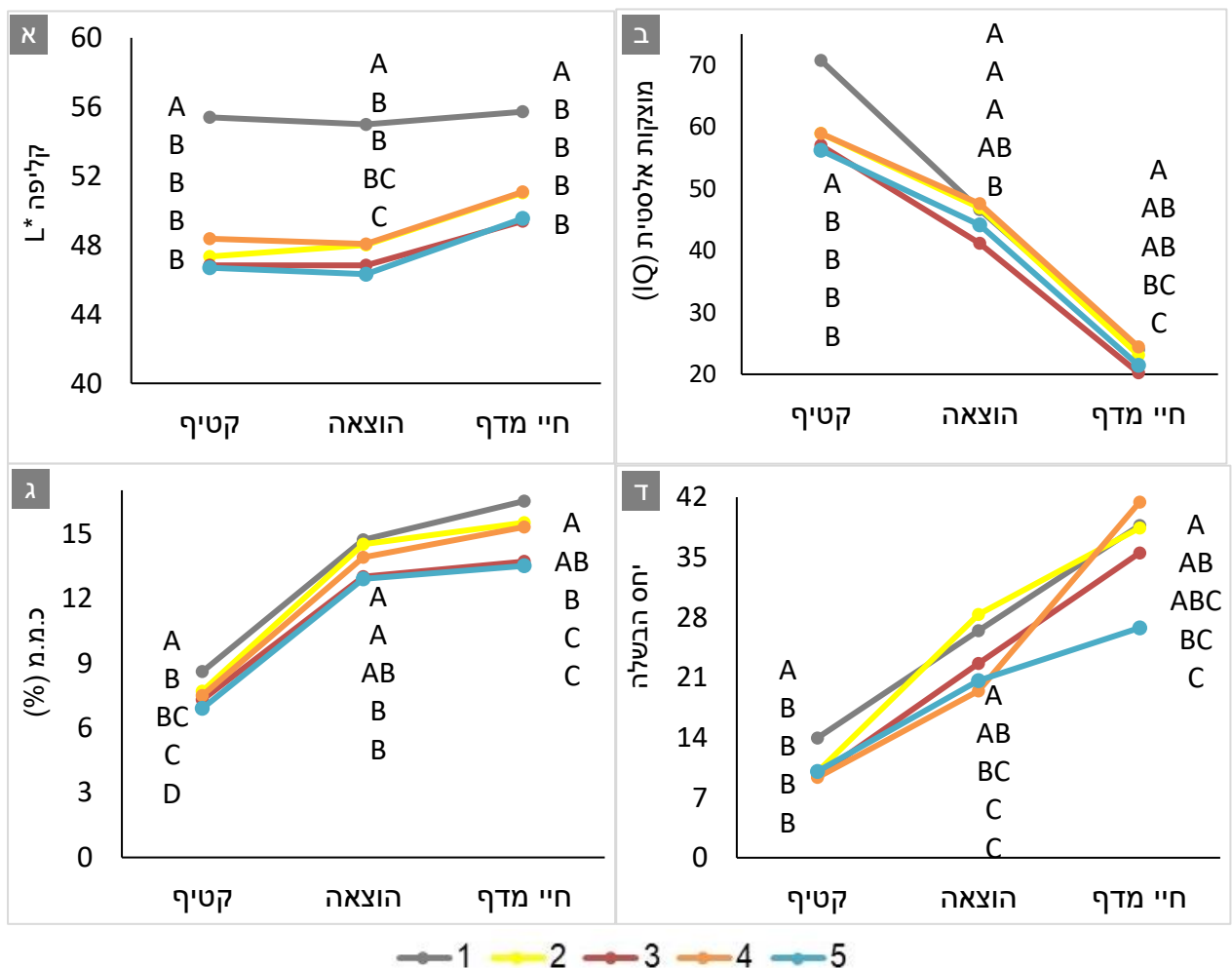
איור 2: מדדי הבשלה הרסניים בקטיפ בהשפעת טיפולי דישון (טיפול 1- ללא חנקן; טיפול 2- 10 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:1; טיפול 3- 20 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:1; טיפול 4- 10 מ"ג לליטר, חנקה בלבד; טיפול 5- 10 מ"ג לליטר, אמון בלבד): צבע קליפה ערוץ L* (א), תכולת כ.מ.מ (ב), תכולת חומצה (ג) ויחס הבשלה (ד). ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=5 עבור כל עמודה. אותיות A-D להבדל מובהק בין הטיפולים בכל מועד.



איור 3: תכולת אנטוציאנינים בקליפות הפרי במועד הקטיפ, קליפה ירוקה וקליפה אדומה בהשפעת טיפולי הדישון (טיפול 1- ללא חנקן; טיפול 2- 10 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:1; טיפול 3- 20 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:1; טיפול 4- 10 מ"ג לליטר, חנקה בלבד; טיפול 5- 10 מ"ג לליטר, אמון בלבד). ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=5 עבור כל עמודה. לא נמצאו הבדלים בין טיפולי הניסוי.

מדדי ההבשלה לאחר האחסון ובסוף חיי-מדף

לטיפול הדישון נמצאה השפעה על מספר מדדי הבשלת הפירות במהלך תקופת האחסון וחיי המדף. נראתה מגמה לפיה פירות הטיפולים 2 ו-4, שדושנו ב-10 מ"ג לליטר חנקן ביחסי אמון / חנקה שונים, התאפיינו בצבע קליפה בהיר יותר, מוצקות גבוהה יותר וכן תכולת כ.מ.מ. ויחס הבשלה גבוה יותר, ביחס לפירות טיפולים 3 ו-5, דישון 20 מ"ג לליטר חנקן ו-10 מ"ג לליטר אמון בלבד, שצבע קליפתם היה כהה יותר, מוצקותם נמוכה יותר אך תכולת הכ.מ.מ. ויחס ההבשלה נמוכים. מדדי ההבשלה של פירות טיפול 1, ללא דישון, שהתקדמו בהבשלתם במועד הקטיפה ביחס לכל הטיפולים, דמו לאחר האחסון לפירות טיפולים 2 ו-4 אך התאפיינו בסוף חיי-מדף בתכולת הכ.מ.מ. הגבוהה ביותר (איור 4, תמונה 2). לא נמצאו הבדלים בקצב איבוד המשקל במהלך האחסון וחיי-מדף בין פירות הטיפולים השונים (תוצאות לא מוצגות).



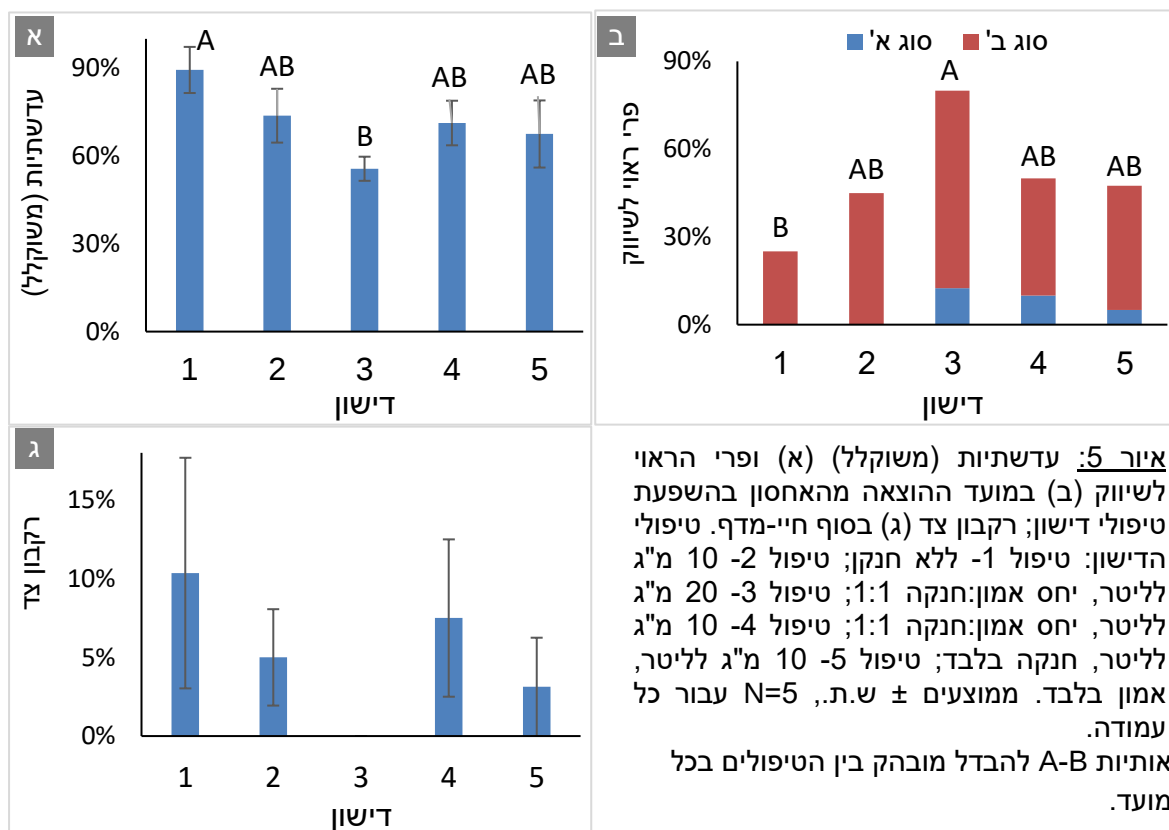
איור 4: מדדי הבשלה הפירות בהשפעת טיפולי הדישון (טיפול 1 - ללא חנקן; טיפול 2 - 10 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:1; טיפול 3 - 20 מ"ג לליטר, יחס אמון:חנקה 1:2; טיפול 4 - 10 מ"ג לליטר, חנקה בלבד; טיפול 5 - 10 מ"ג לליטר, אמון בלבד) במהלך האחסון וחיי-מדף ע"פ צבע קליפה ערוץ L* (א), מוצקות אלסטית (ב), תכולת כ.מ.מ. (ג) ויחס הבשלה (ד). N=5 עבור כל נקודה. אותיות D-A להבדל מובהק בין הטיפולים בכל מועד.

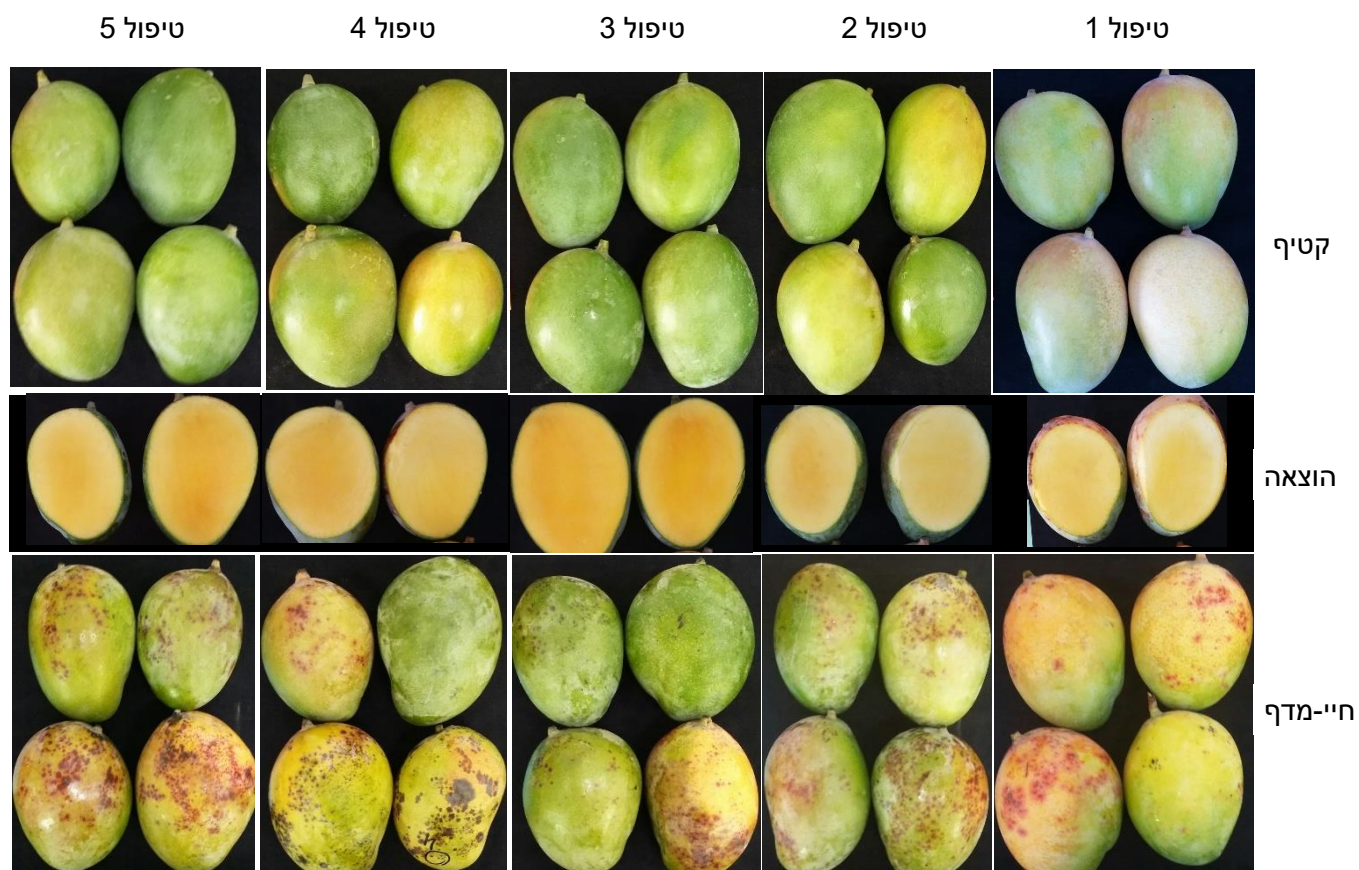
במהלך אחסון הפירות למשך ארבעה שבועות בטמפ' של 10.5-11.0 מ"צ, הופיעו עדשתיות אדומות ושחורות (discoloration Lenticel) בפירות מכל הטיפולים (תמונה 3).

עדשתיות הן פתחים מקרוסקופים המופיעים על פני שטח פרי המנגו ואחראיים לחילופי גזים וטרנספירציה. העדשתיות האדומות מקורן מקרע של פיוניות בתקופה של גידול הפרי והן מגיעות לגודלן המקסימאלי עם הבשלת הפרי פיזור העדשתיות הוא 2-3 פעמים יותר צפוף באזור העוקץ לעומת לחי הפרי ומנגנון היווצרותן לא ברור (Plooy et al., 2006).

עדשתיות שחורות נוצרות כתוצאה מתהליכים פיזיים הכוללים כניסה של מים לתוך העדשתית, התמוטטות העדשתית ושינוי צבע של תאים מתחת לעדשתית. יש לציין שפגמי הצבע הללו מוגבלים לקליפה החיצונית ואינם חודרים אל תוך הפרי (קין, 2014).

נזק העדשתיות אפיין את כל טיפולי הניסוי והופעתן פגמה באיכות הפירות. אחוז העדשתיות הנמוך ביותר התקבל בפירות שהושקו ב-20 מ"ג לליטר חנקן במי ההשקיה (טיפול 3) (איור 5 א') ובהתאם לכך אחוז הפרי הראוי לשיווק בטיפול זה היה הגבוה ביותר (איור 5 ב'). שיעור הרקבנות (רקבון עוקץ ורקבון צד) בהוצאה מהאחסון היה נמוך מאוד בכל הטיפולים (תוצאות לא מוצגות) ועלה בתום חיי-מדף, עם יתרון לטיפול 3 שבלט בהיעדר רקבון (איור 5 ג').





תמונה 2: פירות טיפולים 1-5 (טיפול 1 - ללא חנקן; טיפול 2 - 10 מ"ג לליטר, יחס אמון: חנקן 1:1; טיפול 3 - 20 מ"ג לליטר, יחס אמון: חנקן 1:1; טיפול 4 - 10 מ"ג לליטר, חנקן בלבד; טיפול 5 - 10 מ"ג לליטר, אמון בלבד), ביום הקטיף, בהוצאה מהאחסון (ציפת הפרי) ובסוף חיי-מדף.



תמונה 3: עדשתיות אדומות ושחורות בהוצאה מהאחסון.

סיכום:

איכותו של פרי מנגו לאחר הקטיפה תלויה בטיפולים המיושמים במטע, בבית האריזה, באחסון וכן במהלך ההובלה עד הגעתו אל הצרכן. בניסוי זה נבחנה השפעת ממשק הדישון החנקני על איכות פירות מנגו מזן 'קייט' בקטיפה ולאחר אחסון. פירות הניסוי הועברו לאחסון במעבדה לקרור בק"ש ללא יישום טיפולי מערך המיון הכוללים טבילה של הפירות בכלור, חשיפה למים חמים (55 מ"צ) ויישום חומר הדברה.

בבדיקות הקטיפה, בלט כי פירות טיפול 1, ללא דישון, התקדמו יותר בהבשלתם, ללא הבדלים גדולים בין יתר הטיפולים, מלבד מאשר תכולת הכ.מ.מ שהייתה נמוכה יחסית בטיפולים 3 ו-5. לאחר האחסון וחיי המדף, ניכר שיישום טיפולי הדישון השפיעו על צבע קליפת הפרי והופעת העדשתיות, התרככות הפרי ויחס ההבשלה. נראתה מגמה לפיה בפירות טיפול 3 [דישון ב-20 מ"ג לליטר חנקן (ביחס חנקה ואמון 1:1)] היקף נזק העדשתיות ורקבון הצד לאחר האחסון היו נמוכים יותר ובכך עלתה איכות הפרי. יתכן שהשפעת משטר הדישון עקיפה: הדישון החנקני עשוי להגדיל את העלים ובכך להקטין את חשיפת הפירות לקרינת שמש ישירה ולהפחית את הטמפרטורה של קליפת הפרי במהלך גדילתו. עבודות שנעשו בתפוח (Curry, 2003) הדגימו שיבוש של כיסוי העדשתיות בקוטיקולה בתנאי טמפרטורת קליפה גבוהה, שבא לידי ביטוי בנקרזה מקומית סביב העדשתיות במהלך האחסון. יתכן שפירות המנגו עוברים תהליכים דומים. מחקרים שונים הראו שהופעת העדשתיות אמנם תלויה ברגישות הזנים, אך מושפעת גם מתנועת אוויר ומים דרך העדשתיות, מפגיעה בממברנת התא של תאים בעדשתיות וכן משחרור פנולים שמתחמצנים (פרוסקי, 2015). מכאן, למשטר הדישון עשויה להיות השפעה על גורמים אלו. בניסוי זה נמצא כי כמות החנקן הצרוף השפיעה על איכות הפרי יותר מאשר היחס חנקה/אמון. מעניין לציין שלמרות שהפירות לא עברו מערך מיון הרי שהיקף הרקבונות היה נמוך יחסית ועיקר הפגיעה באיכות הפרי הייתה כתוצאה מהופעת העדשתיות. בנוסף, העובדה שעצי הניסוי הינם צעירים ונוף המטע מצומצם גרמה לכך שהפירות, בעיקר במפנה הדרומי, נחשפו לשמש ישירה ונפגעו לעיתים ממכות שמש.

המלצות להמשך הניסוי בעונה הבאה:

1. בחינת ההשפעה של ריכוזי חנקן הגבוהים מ-20 מ"ג לליטר חנקן.
2. דיגום פירות ללא מכות שמש, במידת האפשר.
3. בחינה של פירות לאחר מערך מיון, כמקובל במסחר, כטיפול בקורת, בנוסף לפירות מהמטע.
4. הוספה של מבחני טעימה לטיפולים מצטיינים.

ספרות:

פרוסקי, ד. (2015). הטיפול במנגו לאחר קטיף. עלון הנוטע 69, 20-23.

קין, ע. (2014). שיפור הטיפול בפרי המנגו לאחר קטיף להפחתת עדשתיות ולמניעת רקבונות. עלון הנוטע 68, 34-36.

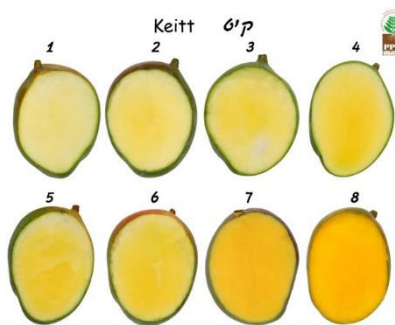
Curry, E. (2003). **Factors associated with apple lenticel breakdown**. Washington State University, Postharvest Information Network.
<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/REP2003B.pdf>

Plooy, Du., Van der Merwe, G.W. and Korsten, C.F. (2006) **Lenticel discolouration in mango (*Mangifera indica* L.) fruit – a cytological study of mesophyll cells from affected tissue**. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 81, 869–873.

נספח 1: פרוט שיטות הבדיקה

1. איבוד משקל (%) - ע"י שקילת הפרי במועד הקטיף (A) ושקילה נוספת במועדי ההוצאות מהאחסון/ חיי-מדף (B): $(\%) = [(A-B)/A] \times 100$
2. מוצקות אלסטית (Internal Quality Index= IQ) - באמצעות המכשיר Sinclair Internal Quality Firmness Tester (Sinclair Systems International, Fresno, CA, U.S.A). המכשיר מפעיל הולם קל על הפרי באמצעות לחץ אוויר מבוקר שבוחן את מוצקות הפרי באופן לא הרסני. תגובת ההולם מתקבלת על ידי חיישן זעיר בעל מסה קטנה המותקן בקצה השרוול ובא במגע עם הפרי. האות מהחיישן מוגבר ומועבד מאות אנלוגי לדיגיטלי בהתאם לתגובת הפרי להולם. ההולם פועל ארבע פעמים רצופות בעת גילגול הפרי על הגלילים ומחושב הערך IQ הממוצע של הקריאות. ערכים גבוהים מצביעים על פרי מוצק יותר (<http://www.sinclair-intl.com>).
3. אחוז כיסוי של הלחי האדומה על גבי קליפת הפרי- הערכה סובייקטיבית.
4. צבע קליפת הפרי בלחי האדומה של הפרי / צבע ציפת הפרי- ע"פ מד צבע דיגיטלי, במכשיר Minolta (דגם CR-400), ערוצים a, b, L, c, H-ו. ערוצי הצבע: הערך a מייצג את השינוי מגוונים ירוקים כשערכיו שליליים לאדומים כשערכיו חיוביים; הערך L - (lightness) - מצביע על בהירות או כחות החלק הנבדק וככל שזה כהה, הערך קרוב ל-0 = כהה, חלק בהיר הערך קרוב ל-100 = בהיר; הערך b מייצג את השינוי מגוונים כחולים כשערכיו שליליים לצהובים כשערכיו חיוביים; הערך c- (Chroma) מייצג את הרוויה של הגוון (saturation) עם ערכים של 0 לגוונים של אפור לבן או שחור ו-100 עבור דחיסות גבוהה של הגוון; Hue angle - ככל שערך זה קרוב ל-0° הגוון אדום ובהתקדמות בערכים לכיוון 90° הגוון המייצג הוא צהוב בעוד שבהתקדמות לכיוון 270° הגוון הוא כחול.

5. צבע ציפת הפרי לפי לוחות צבע של מועצת הצמחים (1-8), תמונה 4.



תמונה 4: לוח צבע הציפה של מנגו 'קיט'.

6. כ.מ.מ. (% TSS) - במכשיר רפרקטומטר דיגיטלי (Model PR-1, Atago, Japan), ע"י סחיטת מיץ מחמש פרוסות מכל חזרה. בקטיף התבצעה הקריאה לאחר השקעת העמילן ע"י סירכוז בצנטריפוגה. בבדיקות שנערכו לאחר ההוצאה מאחסון, הקריאה במכשיר הרפרקטומטר נערכה לאחר סחיטת הפירות, ללא שיקוע מקדים, בהנחה שהעמילן פורק.

7. אחוז חומצה - נדגם 0.5 מ"ל מהמיץ הצלול לבדיקת חומצה ע"י טיטרציה אוטומטית (model 719s, Schott, Switzerland) עם 0.156M NaOH עד 8.2pH ריכוז החומצה חושב כאחוז חומצה ציטרית.

8. אנטוציאנים, קליפה- מהאזור הנבדק של כל דוגמה (קליפת הפרי) נלקחו 16 דיסקיות בקוטר 0.5 ס"מ ובמשקל ידוע. הדיסקיות עברו מיצוי באתאנול טכני 95% בנפח של 1:5 (5 מ"ל אתאנול לכל גרם קליפה), בטמפ' של 80 מ"צ למשך שעתיים. 1500 מיקרוליטר + 75 מיקרוליטר HCl בריכוז 10% הועברו לקיוטה ונערכה קריאה במכשיר ספקטרופוטומטר באורך גל של 520 ננומטר. תכולת האנטוציאנים חושבה ע"פ: $Anthocyanine (mg/g) = (A_{520} - 0.071) * 10 / 0.062 / 100$

9. איכות חיצונית- הוגדרו הנזקים הבאים:

(א) מכות שמש - יש / אין;

(ב) עדשתיות - מידת הנזק ביטאה את היקף השטח המכוסה בעדשתיות, אדומות ושחורות יחד, ע"פ נזק קל (עד 10%), נזק בינוני (10-50%) ונזק קשה (מעל 50%).

(ג) הגדרת רקבונות העוקץ ורקבונות אחרים.

בהתאם להגדרות א'-ג' נקבעה איכות הפירות ע"פ סוג א', סוג ב', סוג ג':

(א) סוג א'- נזק עדשתיות קל;

(ב) סוג ב'- נזק עדשתיות בינוני + מכות שמש;

(ג) סוג ג'- רקבון + נזק עדשתיות קשה.

10. איכות פנימית- הוגדרו הנזקים הבאים:

(א) רקבון- יש / אין;

(ב) החמה- ע"פ נזק קל, בינוני וקשה.

תודות: דר' אבנר זלבר, מו"פ צפון.