

תכנית מחקר מספר 430-0419-14

**חקר מנגנון ההתהוות של נזקי קליפה בפירות מנגו לאחר
הקטיף**

**Characterization and development of peel blemishes in
harvested mango fruits.**

**דוח (שנה שניה) המוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות
ע"י**

דב פרוסקי, אמנו לרס, עדנה פסיס ואילנה קובילר,

המחלקה לאחסון,

מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

Dov Prusky, Amnon Lers, Edna Pesis, Ilana Kobiler

Department of Postharvest Science of Fresh Produce, ARO, P.O.B 6 Bet-Dagan.

Dov Prusky, Dept. of Postharvest Science, ARO, P.O. Box 6, Bet Dagan

50250. E-mail: dovprusk@volcani.agri.gov.il

תקציר מדעי

רגישות פירות מנגו לנזקים ומחלות לאחר הקטיף עולה עם הארכת משך אחסון הפרי כתוצאה משינויים פיזיולוגיים המתרחשים בפרי עם ההבשלה וההזדקנות ובעקבות השפעת תנאי האחסון. עם הארכת משך האחסון באות לידי ביטוי תופעות פיזיולוגיות ופתולוגיות שונות הפוגעות באיכות הפרי כמו: נזקי שרף, עדשתיות אדומות וריקבונות צד ועוקץ. בשנים אחרונות הוחל בטבילה של מיכלי הפרי הקטוף ישירות במטע ב- 0.1% סודיום הידרוקסיד על מנת להפחית את נזקי השרף. שילוב של טיפולים אלקאליים במטע וחומציים בבית אריזה ניקו את הפרי אבל בעיה חדשה המכערת את הפרי הגברה והיא הופעת נקודות אדומות סביב העדשתיות. תופעה זו בעיתית ביותר במגוון של זנים חדשים כמו שלי, בעל רגישויות מוגברת למחלות. מגוון צורות שיוק של הפרי (ירוק בשל ליצוא, ירוק בשל לאחסון ארוך, מוכן לאכילה ליצוא) מחייב איפיון התופעה לשם אופטימיזציה של הטיפולים השונים לשיפור איכות מנגו לאחר הקטיף. בעבודה זו בחנו הגורמים להופעת הנקודות האדומות סביב העדשתיות, ברמת המטע ובמשך האחסון. התוצאות מסוכמות במאמר שהוגש ל- Postharvest Biology and Technology ועיקר התוצאות מובאות בדוח זה. וכבר מיושמות בבתי אריזה. כמוכן הטיפול בהברשה חמה משפיעל גנים בפרי ומשפר גם את הטעם הפנימי של הפרי ע"י עידוד פרוק עמילן לסוכר זמין. את זה, בנוסף להגברת עמידות כוללת והפעלת גנים המעכבים התפתחות ישירה של הפטרייה, כמו אלו עם פעילות כיטינוליטית ופעילויות אנטיפטריטיות נוספות. הברשה חמה גם תורמת להגברת גנים השייכים למעגל הביוסינטיזה של פנולים ע"י שפעול המסלול של ה- Phenyl propanoid כמו flavanone isomerase family protein isoform 1 and flavonol synthase flavanone 3-hydroxylase-like התורמים גם להגברת התופעה של עדשתיות אדומות בפרי מהזן "שלי" כפי שתואר ע"י Luria וחבריו. מחקרים אלו תרמו הן להבנת תהליך התהוות של עדשתיות אדומות בפרי.

רשימת מעריכים מומלצים

1. סוזן לוריא
2. יורם פוקס
3. אלי פליק

חתימת החוקר

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

דו"ח שנתי לתוכנית מחקר מספר 430-0419-14

שנת המחקר 3 מתוך 3 שנים

מבוא

מנגו הוא פרי סובטרופי בעל חשיבות כלכלית משמעותית וגדולה. זמן אחסונו מוגבל ל - 3 - 5 שבועות בטמפרטורה של 11 - 14 מעלות, איכות המנגו תלויה במדדי איכות פנימיים וחיצוניים. שיטות קטיף וטיפול לפני ואחרי קטיף בבית האריזה תורמים רבות לשימור איכות הפירות לאורך שרשרת המסחר העולמית ובכך מבטיחים שפירות יגיעו לצרכן לאחר שמאפייני האיכות העיקריים נשמרו. בישראל פירות מנגו נקטפים באופן ידני ישירות לתוך מיכלים גדולים של 300 ק"ג ואו לארגזי קטיף של 30 ק"ג, בשיטה זו נוצר מגע רב של הפירות עם שרף הפרי באופן הגורם לכוויות שרף (נקודות שחורות) המשפיעות על איכות קליפת הפרי והאצת ריקבון. בעבר פרי מנגו נקטף והונח על הקרקע כדי "שיגיר" את השרף ורק לאחר מספר שעות נאסף למיכל.

במעבר משיטה זו לקטיף ישר למיכל פוטנציאל הפגיעה בעדשתיות הפרי גדל בשל המגע הישיר בין הפירות עם השרף. פגמי צבע של עדשתיות הם תופעה הגורמת לנקודות אדומות על פני קליפת הפרי, הפגמים מוגבלים לתחום העדשתיות ולשטח הסמוך ולא מגיעות עמוק יותר לתוך הפרי, הזנים הישראליים החדשים שפותחו בתוכנית ההשבחה כמו הזן שלי והזן נועה וכן זנים מסורתיים כמו הזן קיט וטומי אטקינס הראו רגישות מוגברת לעדשתיות אדומות כתוצאה מטיפול חיצוני בתהליך הטיפול בבית האריזה.

בשנות ה - 90 (2) Holmes and Ledger תיאר שיטת שטיפה שהפחיתה את שיעור הנזק משרף בזנים אוסטרליים. השיטה נבדקה בארץ ע"י פסיס וקינן ובעקבותיה החלו לעשות שימוש בטבילה ואו שטיפה של הפרי בתמיסות NaOH (סודה קאוסטית 48%) בריכוז של 0.1% או pH - 11 של המים כדי להקטין ככל האפשר את הנזק מגורם השרף.

גורם אחר המשפיע על איכות הפרי הם הופעת הרקבונות באחסון (4,6,7,8,9,10,11,12). מחלות לאחר הקטיף מפחיתות את איכות הפרי ומביאות להפסדים חמורים. בישראל מבחינים בשני גורמי ריקבון עיקריים המפחיתים את איכות הפרי: אלטרנריה (נקודות שחורות) שחודרות לפרי וגורמות לריקבון הצד ומושפעת מלחות יחסית גבוהה במטע במהלך גידול הפרי (8) וריקבון העוקץ הנגרם בעיקר ע"י הפטרייה פומפוזיס (3).

מטרות המחקר:

- 1: לאפיין את התרומה של שטיפה ואו טבילה של הפרי במטע (במים או בתמיסת סודה קאוסטית) על פגמי עדשתיות האדומות בשילוב עם טיפול בבית האריזה.
- 2: לבחון את חשיבות שטיפת הפרי בבית האריזה במים חמים בלחץ ללא הברשה על הפחתת שיעור העדשתיות האדומות.
- 3: לבחון השילוב של טיפולי מטע בפרי במשולב עם טיפולי בית אריזה על שיעור התפתחות גורמי ריקבון.

חומרים ושיטות

הפירות ותנאי האחסון

נקטפו פירות מהזנים שלי וטומי אטקינס בשלב "בוגר ירוק" עם לפחות 12% TSS וצבע מירקם פנימי העונה להגדרה צהוב לצהוב חלמון. כל טיפול הורכב מ - 6 חזרות, בכל חזרה נבחנו 15 פירות ס"ה 90 פירות. הפירות

טופלו ביום הקטיף בהתאם למבחן הניסוי והועברו לתנאים המדמים יצוא ואוחסנו למשך 5 שבועות בטמפרטורה של 12 מעלות ולחות יחסית של 90% בקירוב, בהוצאתם לתנאים של חיי מדף אוחסנו ב - 20 מעלות ולחות יחסית של 80%.

א: טיפולי שטיפת הפרי במטע

נקטפו פירות באופן מסחרי והוכנסו למיכלים שתכולתם 300 ק"ג (800 פירות). חלק מהמיכלים הללו נשטפו ואו הוטבלו בתמיסת סודה קאוסטית 49% (NaOH) וחלק אחר נישטף בזרם מים בלבד, המיכלים נוקזו מהמים והועברו לבית האריזה לטיפול בהתאם לפרוטוקול מכל טיפול נלקחו מהמיכלים שבשדה ולא מבית האריזה 90 פירות (15 פירות בכל חזרה כפול 6 חזרות) להערכת איכות במחלקה לאחסון, מדגם נוסף כנ"ל נילקח לאחר העברת הפרי בבית האריזה, הפירות שנדגמו בבית האריזה - חלקם עבר הברשה חמה וחלקם עבר רק שטיפה בלחץ מים חמים.

ב: טיפולים בבית האריזה

פירות מהזנים שלי וטומי אטקינס נארוזו במחלקה לאחסון, בבית אריזה צמח ובבית אריזה שוהם. בוצעו שני טיפולים: ב1: טיפול כמקובל בפרוטוקול בתי אריזה - הברשה של הפרי במים חמים 55 מעלות על גבי 11 - 9 מברשות במשך 20 שניות, המשלב ריסוס עם חומצה מלחית 0.3% יחד עם פרוכלורז בריכוז 0.03% ובסוף התהליך הברשה בדונג לפי הפרוטוקול המסחרי (Prusky et al., 1999). ב2: טיפול בהתזה בלחץ של מים חמים 55 מעלות על פני הפרי למשך 20 שניות, המשך הטיפולים כמו בטיפול ב1. גם במקרה זה מבנה הניסוי 6 חזרות כפול 15 פירות בכל חזרה ס"ה 90 פירות.

ג: מבחן התפתחות עדשתיות אדומות ושחורות, ריקבון צד וריקבון עוקץ במהלך האחסון

חומרת המחלה שהתבטאה באחוז משטח הפרי שכוסה בנגיעות של אלטרנריה והוערך ע"י השוואה ויזואלית של אזור הריקבון הממשי של הפרי עם מדד מודפס המדמה אלטרנריה ומראה את שטח כיסוי הפרי באחוזים הנע בטווח שבין 0 ל - 100%, הפירות נחשבו כבלתי ניתנים לשיווק כאשר יותר מאחוז אחד של שטח הפנים היה עם נקודות שחורות של ריקבון. המדד להערכת פגמי עדשתיות אדומות התבסס על ההמרה של אחוזי השטח שכוסה ע"י העדשתיות והוערך באופן ישיר, ערכים בדידים הנעים בטווח שבין 0 - 3. ערכים של אפס הותאמו לאחוז נקודות אדומות משטח הפרי ברמה של שבין 0 - 10 אחוז. ערכים של 1 הותאם ל - 10 - 40 אחוז. ערך של 2 הותאם ל - 40 - 70 אחוז. ערך של 3 הותאם ל - 70 אחוז ויותר. החוזק של הפגמים נכלל במדד ע"י הוספה של ערכים דצימליים (0.3, 0.6, 0.9) לערכים האינטגרליים של המדד כפי שנקבע משטחי העדשתיות הצבועות.

תוצאות ודיון

הצורך של שטיפת פירות במטע:

כאשר נבדק הקשר שבין מועד הקטיף למועד שטיפת הפרי מסיום קטיף נמצא קשר ישיר, כלומר ששטיפת פרי שבוצעה מיד לאחר ניתוק עוקץ הפרי הפחיתה את שיעור הופעת עדשתיות שחורות לעומת שטיפה של 16 שעות לאחר הקטיף דבר המצביע על חשיבות השטיפה המהירה במטע (1).

שטיפת פירות במים בלבד ואו בריכוזים שונים של NaOH למשך שלושים שניות מיד לאחר הקטיף הפחית משמעותית את פגמי העדשתיות האדומות ככל הנראה בשל העובדה ששטיפה זו שטפה את השרף ובאופן זה הפחיתה את כוויות השרף שהן פוטנציאל להתפתחות עדשתיות אדומות (טבלה 1). שטיפת פירות במים בלבד הפחיתה את חומרת העדשתיות האדומות ב - 83% שטיפה בריכוזי תמיסה שונים של NaOH הפחית את חומרת העדשתיות השחורות והאדומות ב - 68% ו - 63 בהתאמה. לא נמצא הבדל סטטיסטי בין שטיפת הפרי בסודה לעומת שטיפה במים בלבד.

טבלה 1

טיפולים במטע בזן שלי:

טיפולים במטע	נקודות אדומות אינדקס 3	נקודות שחורות אינדקס 3
ללא שטיפה	1.45a	1.35a
מים בלבד	0.25b	0.62b
0.1% NaOH	0.51b	0.53b
1% NaOH	0.39b	0.38b
2% NaOH	0.56d	0.31b

השילוב של שטיפות מטע בטיפול בית האריזה הביאו להשפעות דומות על הישנות עדשתיות שחורות ואדומות. הופעת העדשתיות שחורות במהלך האחסון לא הושפעה אם הפירות נשטפו במים בלבד או עם ריכוזים שונים של סודה.

השילוב בין טיפולי מטע והברשה חמה

השילוב של שטיפות מטע בטיפול הברשה חמה הגביר את השטח הנגוע בעדשתיות אדומות אבל הפחית את השטח המכוסה בעדשתיות שחורות (טבלה 2), לעומת זאת הופעת עדשתיות שחורות ואדומות במהלך האחסון לא הושפעה ע"י שטיפות במים או עם ריכוזים שונים של סודה קאוסטית, לעומת זאת הברשה חמה הגבירה בין 20 - 5 את השטח המכוסה בעדשתיות אדומות.

טבלה 2

אפקט הטיפול ב - HWB בבית האריזה על פירות שנשטפו במטע - זן שלי לאחר שטפלו בהתאם לפרוטוקול הטיפול בפרי לרבות דונג ואשר אוחסנו בקירור 12 מעלות למשך 5 שבועות

טיפול שטיפה במטע		פקטור נמדד	הטיפול בבית האריזה
סודה קאוסטית 0.1%	מים בלבד		
0.39a,A	0.12b,A	נקודות אדומות	HWB הברשה בבית אריזה
2.08a,B	2.29a,B		
0.27a,A	0.21a,A	נקודות שחורות	HWB הברשה בבית אריזה
0.06a,B	0.10a,B		

התוצאות הללו מראות בבירור ש - HWB הגדיל בצורה משמעותית את העדשתיות האדומות

השפעת השילוב של טיפולים במטע ובבית האריזה על החומרה של פגמי צבע עדשתיים

אדומים ושחורים במנגו מהזן שלי

פירות מהזן שלי שנשטפו במים או סודה במטע וטופלו לאחר מכן בהברשה חמה (HWB) הגדילו את העדשתיות האדומות פי 3 או יותר לעומת פירות שנשטפו במים חמים בלחץ ולא הוברשו (טבלה 3).

הישנות עדשתיות אדומות: טיפולי שטיפה במטע עם במים בלבד או NaOH ואשר טופלו לאחר מכן בהברשה חמה פיתחו עדשתיות אדומות עם ערכים שנעים בין 0.93 ל - 1.16 אחרי 35 ימי אחסון אולם כאשר טיפולים כנ"ל טופלו בבית האריזה בהתזה בלחץ מים חמים העדשתיות האדומות ירדו לערכים שבין 0.34 ל - 0.50 (טבלה 3) ירידה של 50% עד 65%

טיפול שטיפה במטע עם במים בלבד ואו בתמיסת NaOH במטע ואשר טופלו לאחר מכן בהברשה חמה לא נבדלו ברמת מופע הנקודות האדומות (טבלה 3)

הישנות של עדשתיות שחורות במהלך האחסון לאחר טיפול הברשה בבית האריזה לא השתנה בין פירות שנשטפו במים או בתמיסת NaOH ברמת השדה, הערך הממוצע היה בין 0.54 ל - 0.69 אולם כאשר הפירות הללו נשטפו בלחץ מים חמים בבית האריזה הופחתו העדשתיות השחורות בין 25% - 53%.

טבלה 3

השפעת טיפולים משולבים במטע ובבית האריזה על הזן שלי

פולים במטע			טור נימדד	פול בבית האריזה
1% NaOH	0.1% NaOH	מים בלבד		
0.34a,B	0.35a,B	0.50a,B	נקודות אדומות	שטיפה בלחץ של מים חמים 5
0.93a,A	1.01a,A	1.16a,A		הברשה במים חמים 55 מ'
0.30a,B	0.33a,b	0.41a,A	נקודות שחורות	שטיפה בלחץ של מים חמים 5
0.54a,A	0.69a,A	0.54a,A		הברשה במים חמים 55 מ'

השפעת השילוב של טיפולי מטע שונים בבית האריזה תחת טיפולי הברשה חמה

בהשוואה להתזה בלחץ מים חמים על התפתחות ריקון צד וריקבון עוקץ בזן קיט

הברשות מים חמים יושמו בישראל כטיפול למניעת מחלות ע"י הסרת נבגים מקליפת הפרי במהלך השלבים המוקדמים של התפתחות הפטרייה (7) ההשוואה של טיפולי HWB ו- HWS הראתה כי HWS היה יעיל בדומה להברשה החמה בהתמודדות מול האלטרנריה הצידית (טבלה 4) בעוד שהיעילות של טיפול זה כנגד ריקבון העוקץ הייתה נמוכה יותר אבל בצורה לא מובהקת בהשוואה לטיפול HWB מה שמציע כי שילוב מים חמים עם הברשה הסיר טוב יותר את הנבגים מאזור עוקץ הפרי.

טבלה 4 :

מדגימה את ההשוואה בין טיפול הברשה החמה HWB לטיפול בהתזה בלחץ של מים חמים HWS על רקע טיפולי השדה בפרי בהתפתחות ריקבונות צד ועוקץ בזן קיט בסוף 35 ימי איחסון בטמפרטורה של 12 מעלות ובסוף 5 ימים נוספים בתנאים של חיי מדף בטמפרטורה של 20 מעלות.

HWB - הברשה במים חמים 55 מעלות

HWS - התזה בלחץ מים חמים 55 מעלות.

טיפול במטע						טיפול בבית האריזה בסוף 35 ימי אחסון ולאחר 5 ימים חיי מדף	
1% NaOH		0.1%NaOH		מים בלבד			
פרמטר נבדק לאחר טיפול בשדה בבית אריזה							
ריקבון עוקץ	ריקבון צד	ריקבון עוקץ	ריקבון צד	ריקבון עוקץ	ריקבון צד		
16.4A	26.8A	51.1A	20.8A	38.6a	26.3a	ללא טיפול	סוף אחסון
5.4d	0.10b	6.1c	5.88b	6.2b	2.36b	HWB	
10.0ab	0.05b	20.0b	0.10b	10.0b	0.1b	HWS	
54.6a	18.9a	74.2a	20.7a	60.0a	35.9a	ללא טיפול	סוף חיי מדף
13.5c	15.3a	14.8b	15.4a	12.4b	10.2b	HWB	
27.5b	0.10b	25.0b	0.10c	20.0b	10.0b	HWS	

תוצאות הניסוי המשולב מראות כי טבילה של הפרי במטע אם באמצעות מים או סודה קאוסטית NaOH 0.1% ואחר כך טפול ב- HWB בבית האריזה גרמה להפחתה של אלטרנריה צידית (ריקבון צד) ב- 90%, 72%, 96% אולם כאשר פירות אלה טופלו ב- HWS ההפחתה באלטרנריה צידית גדלה והייתה בין 96% ל- 98% (טבלה 4), הפחתה זו גדלה עוד יותר כאשר הפרי יצא לחיי מדף.

לגבי ריקבון העוקץ תוצאות הניסוי המשולב מראות כי טיפול HWB בבית האריזה גרם להפחתה של 85% בריקבון העוקץ בלי קשר לטיפולים שנעשו במטע, מאידך הטפול ב- HWS היה נמוך ב- 5% עד 14% בהשוואה לטיפול בהברשה חמה ועל כן נראה כי יכולת HWS מוגבלת בהפחתה של ריקבון העוקץ (טבלה 4). אם לסכם את כל הליך הטיפול בפרי מתחילתו ניתן לומר כי ברמת השדה במטע שטיפה של מיכל פרי (300 ק"ג) במים בלבד ואו בתמיסת סודה קאוסטית בריכוז 0.1% סמוך ככל האפשר לסיום קטיף הפרי במסה של מים 80-120 ליטר ובמהלך זמן של 45 שניות ועד דקה הם יעילים בהפחתה של עדשניות שחורות, יתר על כן טיפול הפרי בבית האריזה יעשה באמצעות שטיפה חמה (55 מעלות) בלחץ מים במשך 20 שניות ולא

באמצעות הברשה חמה כמקובל היום, תוצאות אלה מצביעות שהטיפול ב- HWS מקטין את מופע הנקודות האדומות השחורות וריקבון הצד אולם יכולתו בקיטון ריקבון העוקץ נמוך מהטיפול ב- HWB.

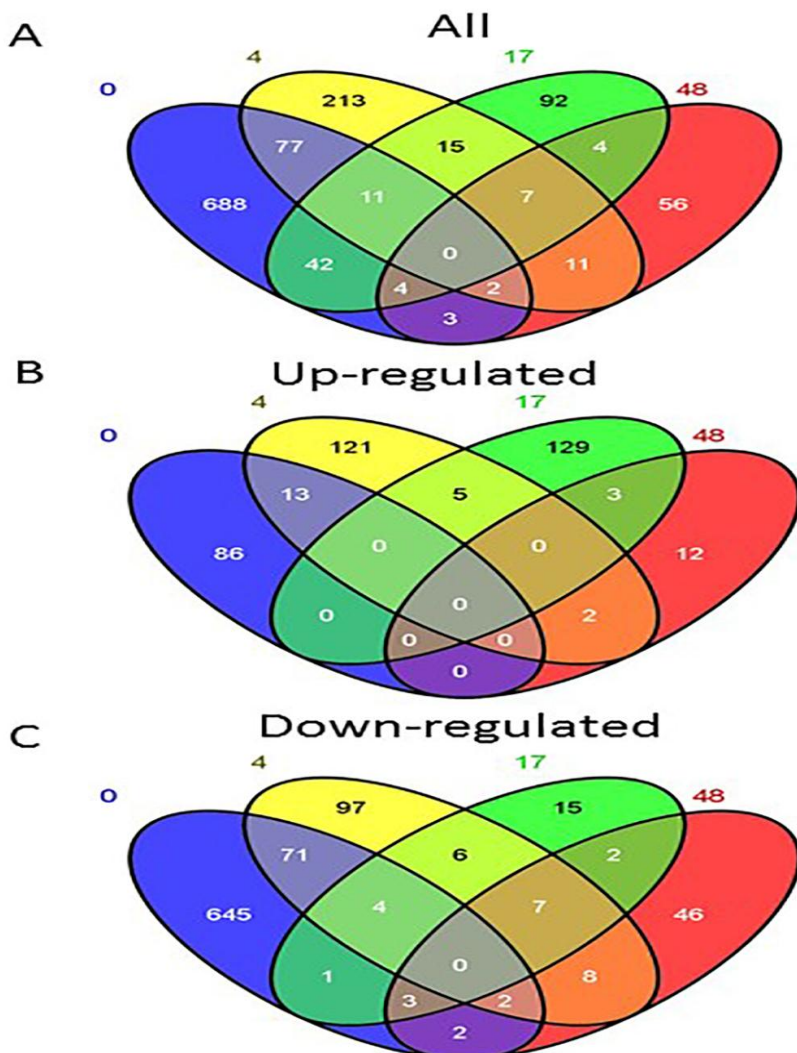
טבלה 5 :

מדגימה בזן שלי את ההשוואה שבין טיפולי HWB לטיפול ב- HWS בבית האריזה שוהם על התפתחות ריקבנות צד ועוקץ, נקודות אדומות ושחורות לאחר אחסון של 25 ימים בקירור 12 מעלות.

פרמטר ניבדק					טיפולים בבית האריזה
ללא טיפול	אדום 0-3 נקודות	אדום 3-5 נקודות	% ריקבון צד על הפרי	פרי עם ריקבון צד של פרי עם ריקבון עוקץ של לשיווק	
0.3a	1.11a	7.37a	73.24a	42.89a	ללא טיפול
1.84a	1.72a	1.57b	24.66b	19.05b	HWB
1.24a	1.33b	1.36b	27.94b	29.13ab	HWS

השפעות פיזיולוגיות של טיפולי חום על גנים של פירות מנגו

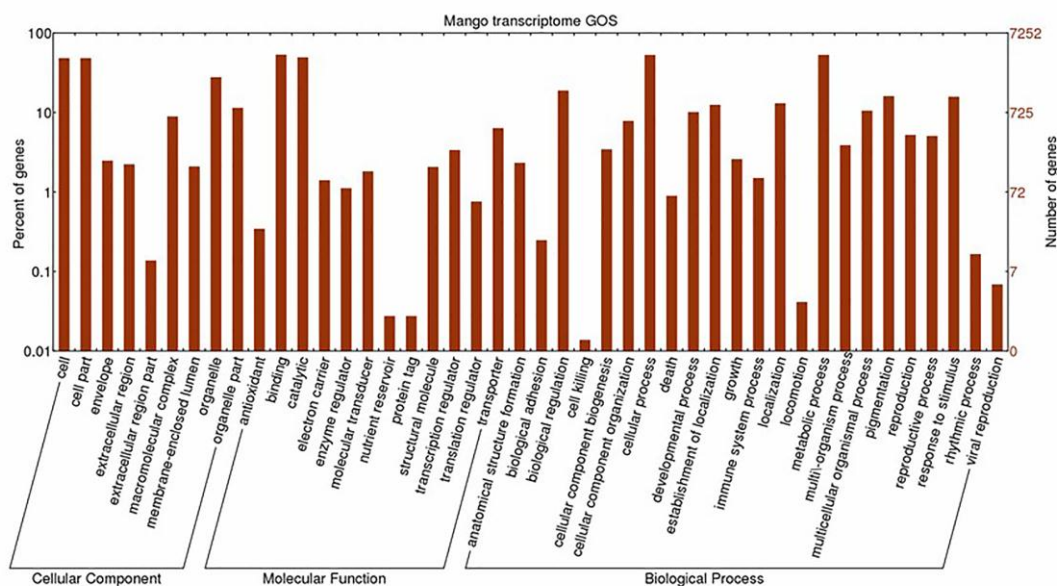
אחת התוצאות המשמעותיות לטיפול בהברשה חמה היא הגברת ביטוי של גנים המשפיעים על איכות הפרי החיצונית והפנימית כפי שתואר בעבודתה של Luria וחוב' (5). בעבודה זו נמצא שטיפול בהברשה חמה הגביר את הצבע החיצוני ואת מטבוליזם הסוכר בפירות מנגו. בין הגנים האחרים לפרוק כלורופיל ושיפור מראה הפרי כוללים chlorophyll a-b binding protein chloroplastic-like ו-1



light-harvesting complex i protein
תיאור מורחב מתואר בחומר המצורף.

איור 1 -דיאגרמת Venn מראה את מספר הגנים המשותפים והלא משותפים המבוטאים בזמני הדגימה השונים לאחר הטיפול בהברשה חמה בפירות המנגו. (A) כל הגנים המבוטאים באופן דיפרנציאלי. (B) הגנים שביטויים עלה (C) הגנים שביטויים ירד. רקמת הפרי נדגמה לאחר 0, 4, 17 ו- 48 שעות לאחר טיפול בהברשה חמה בהשוואה לפירות שלא עברו טיפול באותם זמנים.

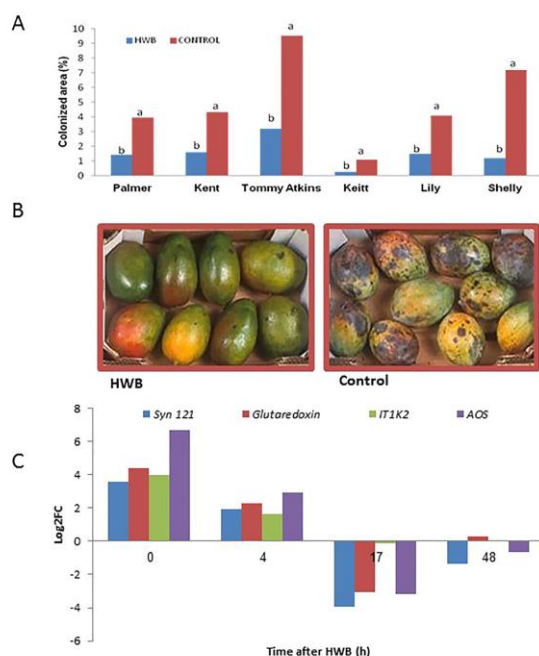
איור 2. אנליזת Gene ontology (GO) המראה ביטוי יתר של גנים עקב הטיפול בהברשה חמה במנגו (Luria et al., 2014).



תוצאות אלו מצביעות על מגוון הגנים שעוברים אינדוקציה עקב הטיפול בהברשה חמה. התוצאות מתארות מגוון של השפעות בעלי השפעות על צבע, עמידות, ומטבוליזם של סוכר.

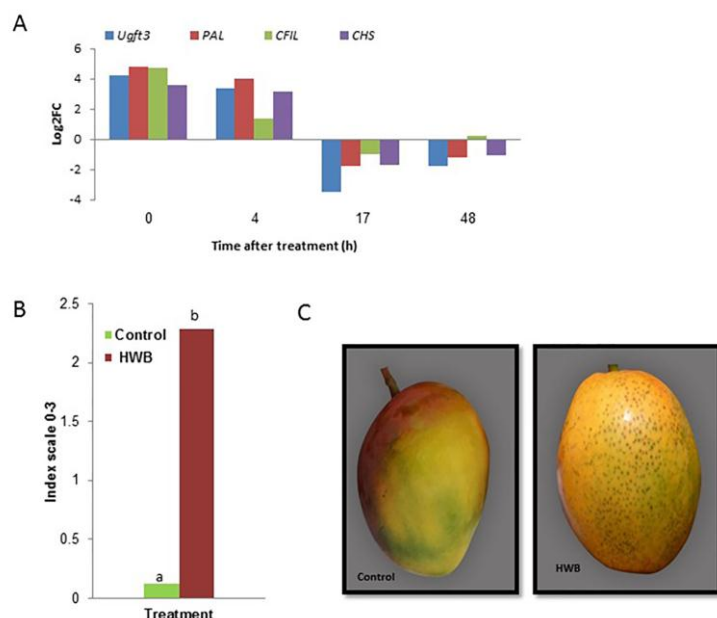
הטיפול בהברשה חמה משפר גם את הטעם הפנימי של הפרי ע"י עידוד פרוק עמילן לסוכר זמין. את זה, בנוסף להגברת עמידות כוללת והפעלת גנים המעכבים התפתחות ישירה של הפטרייה, כמו אלו עם פעילות כימינוליטית ופעילויות אנטיפטריטיות נוספות.

הברשה חמה גם תורמת להגברת גנים השייכים למעגל הביוסינטיזה של פנולים ע"י שפעול המסלול של Phenyl propanoid כמו flavanone isomerase family protein isoform 1 and flavonol synthase flavanone 3-hydroxylase-like (5).



איור 3. ביטוי דיפרנציאלי של גנים המעורבים במנגנון העמידות של פירות מנגו להתקפה טבעית ב-*A. alternata*. השפעת ההברשה החמה על איכלוס של הפטרייה *Alternaria alternata* בזני מנגו שונים: פלמר, קנט, טומי, אטקינס, קיט, לילי ושל. התפתחות הריקבון הטבעי במנגו מזן קיט לאחר טיפול בהברשה חמה. כיסוי הפרי על ידי אלטרנריה הוערך לאחר 4 שבועות איחסון ב-12°C.

טיפול בהברשה החמה משפיעים גם גנים השייכים למעגל הביוסינתזה של הפנולים תורמים גם להגברת התופעה של עדשתיות אדומות בפרי מהזן "שלי" כפי שתואר ע"י Luria וחבריו וגם ע"י פינברג (1)



איור 4 השפעת הטיפול בהברשה חמה על ביטוי גנים במסלול הביוסינתזה של פלבנואידים והיתכנות עדשתיות אדומות בפירות מנגו מזן שלי. A. אנליזה qRT-PCR של הגנים Opclig, PAL, CFIL ו-CHS שמעורבים בתהליך הביוסינתזה של פלבנואידים. B. אינדקס שינוי הצבע בעדשתיות כתוצאה מהטיפול בהברשה חמה. הערכת שינוי הצבע הוערך לאחר 4 שבועות אחסון ב-12°C. C. שינוי צבע העדשתיות במנגו מזן שלי לאחר הטיפול בהברשה חמה.

עקבות התרומה של הטיפול

בהברשה החמה להגברת רמת תופעת העדשתיות אדומות (1) הומלץ להחליף את המברשות בגלגליות במערכת בתי האריזה כאמצעי להפחתת שעור הנקודות האדומות (טבלה 6).

טבלה 6. השפעת הטיפול במים חמים על מברשות ומים חמים על גלגליות על תופעת עדשתיות אדומות

ורקבונות צד הנגרמות ע"י *Alternaria*

טיפול בבית אריזה	עדשתיות אדומות (% שטח נגוע)	רקבונות אלטרניה (% שטח נגוע)	ע"י
ללא טיפול	0.3c	7.37 a	
ריסוס מים חמים על מברשות	1.84 a	1.57b	
ריסוס מים חמים על גלגליות	1.24b	1.36b	

שאלות שונות פתוחות:

בטבלה 5 ניתן לראות כי פרי שלא טופל כלל ולא התחכך בשרף לא פיתח כמעט עדשתיות אדומות. מהו המנגנון הגורם לעדשתיות להגיב כפי שהן מגיבות האם מדובר במנגנון פיזיולוגי או כימי, האם זו תגובה על סוג של פציעה ?

רשימת ספרות

1. Feygenberg, O., Keinan, A., Kobiler, I., Pesis, E., Lers, A., and Prusky, D. 2013. Improved management of mango fruit through orchard and packinghouse treatments to reduce lenticel discoloration and prevent decay. *Postharvest Biology and Technology* 01/2014 91:128–133.
2. Holmes, R.J. and S. Ledger, 1992. Handling systems to reduce mango sap burn; *Acta Hort.*, 341: 518–27.
3. Kobiler, I., Sahlom, Y., Roth, I., Akerman, M., Vinokour, Y., Fuchs, Y., Prusky, D. 2001. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the incidence of side and stem-end rots in mango fruits. *Postharvest Biology and Technology* 23:23-32.
4. Kobiler, I., Akerman, M., Huberman, L., and Prusky, D. 2010. Integration of pre- and postharvest treatments for the control of black spot caused by *Alternaria alternata* in stored persimmon fruits. *Postharvest Biology and Technology* 59: 166–171
5. Luria, N., Sela, N., Yeari, M., Feygenberg, O., Lers, A., Prusky, D., 2014. De-novo assembly of mango fruit peel transcriptome reveals mechanisms of mango response to hot water treatment. *BMC Genomics* 15:957-.DOI: 10.1186/1471-2164-15-957
6. Prusky, D., Eshel, D. Kobiler, I., Yakoby, N., Beno-Moualem, D., Ackerman, M., Zuthji, Y., Ben Arie, R. 2001. Postharvest chlorine treatments for the control of the persimmon black spot disease caused by *Alternaria alternata*. *Postharvest Biology and Technology* 22:271-277.
7. Prusky, D., Falik, E., Kobiler, I., Fuchs, Y., Shalom, Y., Zauberman, G., Pesis, E., Roth, I., Weksler, A., Akerman, M., Ykutiely, O., Waisblum, A., Keinan, A., and Ofek, G. 1998. Hot water brush: a new method for the control of postharvest disease caused by *Alternaria* rot in mango fruits. *Acta Horticultura* 455: 780-786
8. Prusky, D., Falik, E., Kobiler, I., Fuchs, Y., Shalom, Y., Zauberman, G., Pesis, M., Akerman, O., Ykutiely, A., Weisblum, R., Regev, L., Artes. 1999. Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on the incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruit. *Postharvest Biology and Technology* 15:165-174.
9. Prusky, D., Kobiler, I., Akerman, M., and Miyara, I. 2006. Effect of acidic solutions and acidic prochloraz on the control of postharvest decay caused by *Alternaria alternata* in mango and persimmon fruits. *Postharvest Biology and Technology* 42: 134-141
10. Prusky, D., Shalom, Y., Kobiler, I., Akerman, M. and Fuchs, Y. 2002. The level of quiescent infection of *Alternaria alternata* in mango fruits at harvest determines the postharvest treatment applied for the control of rots during storage. *Postharvest Biology and Technology* 25:339-347.
11. Prusky, D., Y. Fuchs, and U. Yanko, 1983. Assessment of latent infections as a basis for the control of postharvest disease of mango. *Plant Disease* 67: 816-817.
12. Prusky, D., Gat, Z., and Burd, P. 1992. Effect of relative humidity during mango growth on the incidence of quiescent infections of *Alternaria alternata*. *Plant Disease* 77:249-252.

פירוט מלא של הפרסומים המדעיים

Feygenberg, O., Keinan, A., Kobiler, I., Pesis, E., Lers, A., and Prusky, D. 2013. Improved management of mango fruit through orchard and packinghouse treatments to reduce lenticel discoloration and prevent decay. *Postharvest Biology and Technology* 01/2014 91:128–133.

Luria, N., Sela, N., Yeari, M., Feygenberg, O., Lers, A., Prusky, D., 2014. De-novo assembly of mango fruit peel transcriptome reveals mechanisms of mango response to hot water treatment. *BMC Genomics* 15:957-.DOI: 10.1186/1471-2164-15-957.

פרוסקי, דב. 2015. הטיפול במנגו לאחר הקטיף: תרומת המחקר. 2015. עלון הנוטע 69:20-23

סיכום עם שאלות מנחות

מס' מחקר: 430-0419-14

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
המחקר מתקדם לפי לוח הזמנים המתוכנן בהצעת המחקר.
עיקרי התוצאות.
התוצאות העיקריות של המחקר פורסמו הן בעברית ו הן בירחונים בין לאומיים וכמו כן מיושמות בבתי אריזה. המחקר הבסיסי פורסם גם בעיתונות חול.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. ה אם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?
המסקנות המדעיות הן הופעת העדשתיות האדומות הן תוצאה של הטיפול במערך האריזה ורגישות הפרי מזן שלי. מסקנות אלו הביאו לשינויי במערך אריזה של הפרי.
הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן.
החקלאים כבר אימתו השיטה ומיישמת.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי
הידע שנצבר כבר הופץ, מיושם ופורסם.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
✓ • ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) • חסוי – לא לפרסום
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן * - לא -
לא

* יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים