

## אבטחת איכות פרי תמר מג'הול עסיסי על ידי שימור בהקפאה

דר' חמוטל בורוכוב-נאורי, אמנון גרינברג, דר' בלה לוצקי, סילבי לוי, זיו גדעון - מו"פ ערבה דרומית  
דר' אילן שומר, טטיאנה ירמוב, סבטלנה אלכסנדר - מינהל המחקר החקלאי

### תקציר

פרי תמר עסיסי מזן מג'הול הינו מוצר חקלאי מבוקש ורווחי ביותר המהווה גורם כלכלי חשוב באזורי הערבה, צפון ים המלח ובקעת הירדן. לנוכח היתרון הכלכלי הורחבו מטעי המג'הול והגידול הצפוי בכמויות הפרי יחייב פרישה של השיווק לאורך כל השנה. פרי עסיסי שאינו משווק מיד מאוחסן בחדרי הקפאה בטמפרטורה של  $-18^{\circ}\text{C}$ . חלק ניכר מהפרי נפגם במהלך השימור ונפסל לייצוא כשהנזק מתבטא בעיקר בהצטברות גושים לבנים מתחת לקליפה ובשילפוח. בנוסף, לעיתים קרובות חיי המדף קצרים מדי. נגרמים, איפוא, הפסדים כספיים מצטברים. אבטחת איכות פרי מג'הול עסיסי לאורך כל חודשי השנה תבטיח את המשך הרווחיות הגבוהה של המוצר. המחקר הנוכחי נועד לרכוש את הידע הנדרש לפיתוח הטכנולוגיה המתאימה.

מהמחקר בשנים קודמות עולה שנוקי השימור בהקפאה נגרמים מקירור ואחסון בתנאי טמפרטורה גבוהים יחסית ובלתי מבוקרים. בחינה של צירופים שונים של טמפרטורת קירור ראשוני וטמפרטורת אחסון הראתה שקירור ואחסון בטמפרטורות של  $-25^{\circ}\text{C}$  ומטה אפשרו שימור איכותי של פרי מג'הול עסיסי לתקופה של 10 חודשים ויותר, עם חיי מדף של מספר שבועות לאחר ההוצאה מהקירור.

נוקי השימור ברמות טמפרטורה גבוהות יחסית התהוו בעיקר מפגיעה בממברנות ודופן התא המאבדות מכושרן למנוע דליפת מומסים מהתאים. נמצא קשר ישר בין היקף הנזק ובין מספר מדדים כימיים וביוכימיים של ממברנות התא בפרי. כמו כן, התקבל שלמועד הבשלת הפרי הייתה השפעה על מדדים ממברנליים, כך שפירות ממועדי גידול שונים נבדלו בהרכב הכימי והפעילות הביוכימית של ממברנות התא. מאחר ולממברנות התא תפקיד מרכזי בעמידות הפרי לנוקי השימור, נבחנה השנה יעילות משטרי שימור שונים על פרי איכותי שנגדד בראשית, אמצע וסוף העונה. צירופים שונים של טמפרטורות קירור ואחסון ננקטו על מנת לבדוק את האפשרות לחסוך בעלויות על ידי התאמת משטר השימור למצב הפיזיולוגי של הפרי.

התקבל שגם אם האחסון הממושך היה ב-  $-18^{\circ}\text{C}$ , איכות פרי מראשית עונת הגידול נשתמרה היטב במהלך 9 חודשי אחסון ו- 4 שבועות חיי מדף. באותם תנאים, אחוז ניכר מפרי של אמצע עונת הגידול איבד מאיכותו, ופרי מסוף העונה ניזוק כולו. משטרי שימור בטמפרטורה נמוכה יותר,  $-25^{\circ}\text{C}$ , אפשרו שימור איכותי למשך כשנה וחיי מדף של חודש גם בפרי מהגידולים המאוחרים. מכאן, שיש להתאים את משטר הקירור והאחסון הממושך למועד הגידול של הפרי. כך ניתן לשמר את איכות הפרי וחיי המדף תוך חסכון בהוצאות הקירור.

### מבוא ותיאור הבעיה

הביקוש הרב והמחיר הגבוה שפודה פרי תמר עסיסי מזן מג'הול הפכו את הגידול לענף חקלאי רווחי המהווה גורם כלכלי חשוב באזורי הערבה, צפון ים המלח ובקעת הירדן. לאור ההתרחבות הניכרת בנטיעות המג'הול בארץ ובעולם צפויים קשיי שיווק של חלק ניכר מהפרי

בסמוך למועד הגדוד, דבר שיחייב את פרישת השיווק לאורך כל השנה. כיום, פרי עודף מאוחסן בחדרי הקפאה בטמפרטורה של  $-18^{\circ}\text{C}$ . למרות הטמפרטורה הנמוכה, חלק מהפרי העסיסי נפגם במהלך האחסון ונפסל לייצוא כתוצאה מתופעות נזק, המתבטאות בעיקר בהתהוות גושים לבנים מתחת לקליפה והשתלפחות הפרי. נזקי הקפיאה מתעצמים הן בחומרתם והן בכמותם עם משך השימור בהקפאה; חלק מהפירות נפסלים לייצוא לאחר 4-5 חודשים, ורובם לאחר 10 חודשים באחסון. מצב זה גורם להפסדים כספיים, שכן עלות השימור הגבוהה מושקעת גם בפרי שיימצא לא ראוי לשיווק לאחר האחסון. הבטחת איכות הייצוא שלו לאורך כל השנה מהווה גורם ראשון במעלה בכושר השיווק. באופן זה ניתן יהיה לעמוד בתחרות עם התמרים מארצות אחרות וכן לשמור על המוניטין של הפרי הישראלי.

לנוכח התחזית שהרחבת היקף הנטיעות תגרום להגדלת היבולים, יהיה צורך לשמר כמויות גדולות והולכות של פרי (שלא ניתן יהיה לשווק סמוך למועד הגדוד) לתקופות ממושכות של עד כ- 11 חודשים. תחזית זאת הביאה לביצוע מחקר קודם במטרה להפחית או למנוע נזקי שימור בהקפאה.

במהלך המחקר הקודם הסתבר שלמסטר השימור (מהירות הקירור וטמפרטורת האחסון) ומשכו השפעה מכרעת על איכות התמרים (שומר וחוב', 1999, 2002; Shomer *et al* 1998). קירור ואחסון בטמפרטורות של  $-25^{\circ}\text{C}$  ומטה אפשר שימור איכותי של פרי מגיהול עסיסי לתקופה של 10 חודשים ויותר, עם חיי מדף של מספר שבועות לאחר ההוצאה מהקירור. חסרונו של מסטר שימור זה הוא עלותו הגבוהה.

נמצא שניזקי השימור הם תוצאה של פגיעות בממברנות ודופן התא שנגרמו מקירור ואחסון בתנאי טמפרטורה בלתי מבוקרים. היקף הנזק לפרי היה בקשר ישיר לערכם של מדדים ממברנליים של רקמת הפרי, כגון, תכולת מרכיבים כימיים ופעילות ביוכימית של משאבות יונים. גם למועד ההבשלה של הפרי השפעה על אותם מדדים ממברנליים, ופירות ממועדי גדוד שונים נבדלו בהרכב הכימי והפעילות הביוכימית של ממברנות התא. מאחר ולתכונות ממברנות התא תפקיד מרכזי בעמידות הפרי לנזקי השימור, התמקד המחקר השנה בלימוד יעילותם של צירופים שונים של טמפרטורות קירור ואחסון על שימור איכותי של פרי שנגדד בראשית, אמצע וסוף העונה.

### **מטרת המחקר בשנה הנוכחית**

התאמת מסטר השימור למצבו הפיזיולוגי של הפרי על מנת לאפשר חיסכון בעלויות הקירור הנדרשות לשימור איכותי ממושך של פרי מגיהול עסיסי.

### **חומרים ושיטות**

**חומר צמחי**: הניסוי נעשה על תמרים מהזן מגיהול שנגדדו במטע יהל. פירות עסיסיים איכותיים נבחרו בשלושה מועדי גדוד – 12-18/9/02 (ראשית הגדוד), 9-10/10/02 (אמצע הגדוד) ו- 10/28-3/11/02 (סוף הגדוד).

**תיאור הניסוי**: הפירות מכל גדוד חולקו באופן אקראי ל- 80 שקיות פוליאטילן עם פס סגירה, 500 ג' פרי בשקית. ננקטו ארבעה משטרי שימור תוך שימוש במקפאים מעבדתיים. בשני משטרים קורר הפרי תחילה לטמפרטורה נמוכה יותר ואח"כ הוכנס לאחסון ממושך בטמפרטורות

גבוהות יותר, ובשני המשטרים האחרים קוררו הפירות מלכתחילה לאותן טמפרטורות בהן התבצע האחסון הממושך:

1. קירור במהירות בינונית (24 שעות בתא הקפאה ב- $40^{\circ}\text{C}$ ) ושימור ב- $18^{\circ}\text{C}$ .
2. קירור במהירות בינונית (24 שעות בתא הקפאה ב- $40^{\circ}\text{C}$ ) ושימור ב- $25^{\circ}\text{C}$ .
3. קירור ושימור ב- $18^{\circ}\text{C}$ .
4. קירור ושימור ב- $25^{\circ}\text{C}$ .

לאחר 9 חודשי שימור הוצאו הפירות לחדר ממוזג ( $25^{\circ}\text{C}$ - $28^{\circ}\text{C}$ ). עם ההוצאה מהמקפיאים ומדי שבוע במשך 4 השבועות הבאים נבדקו מדדים כימיים (לחות, פעילות מים ו- $^{\circ}\text{Bx}$ ) ומדדי איכות של הפרי (הופעת צברי מוצקים מתחת לקליפה ושילפוח). כל סדרת בדיקות, לכל מועד גיד, משטר שימור ונקודת זמן, נעשתה ב-4 חזרות בלתי תלויות על פירות מ-4 שקיות.

### תוצאות ודיון

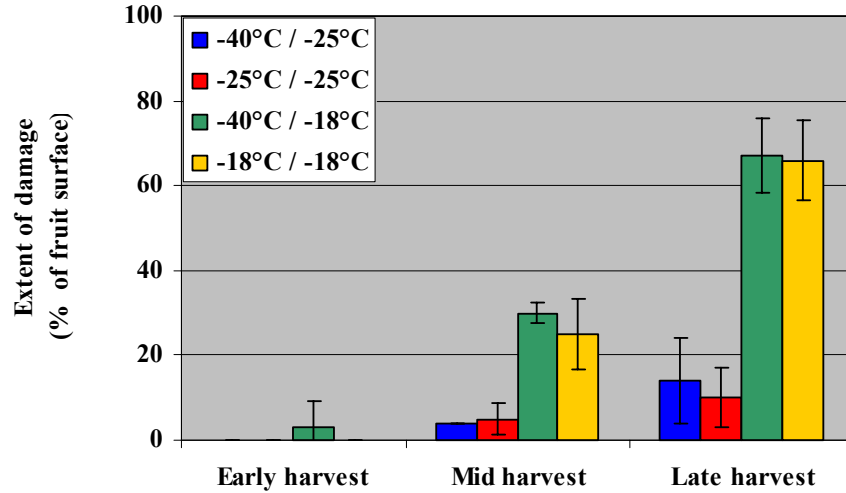
בשלושת מועדי הגיד, בכל משטרי השימור, היו ערכי המדדים הכימיים של הפרי (לחות, פעילות מים ו- $^{\circ}\text{Bx}$ ) ביום הוצאתו הפרי מהשימור הממושך ובמהלך 4 שבועות חיי מדף דומים לאלה שנמדדו מיד לאחר הגיד. בטבלה מס. 1 מוצגים המדדים הכימיים לכל אחד ממועדי הגיד שנבדקו. לא נמצאו הבדלים במדדים הכימיים בין פירות שנבדקו לפני האחסון, ביום ההוצאה, ומדי שבוע במשך 4 שבועות חיי מדף (סה"כ 25 מדגמים); הערכים בטבלה הם ממוצעי המדידות מכל מועדי הדגימה. ערך סטיית התקן הנמוך מצביע על כך שבתנאי הניסוי לא הייתה למשטרי השימור ולאחסון בתנאי חיי מדף השפעה על המדדים הכימיים של הפרי. כמו כן, לפירות בשלושת הגידים היו מאפיינים כימיים דומים, אם כי נראה שאלה מהגיד האחרון היו קצת פחות אחידים.

**טבלה מס. 1:** מדדים כימיים של פירות מגיהול עסיסי ממועדי הגיד השונים. הערכים הם ממוצעים של מדידות לפני ואחרי שימור בכל משטרי ההקפאה ובמהלך 4 שבועות של חיי מדף ( $\pm$  סטיית תקן).

$^{\circ}\text{Bx}$	פעילות מים ( $a_w$ )	לחות (%)	מועד הגיד
65.9	0.66	25.9	18/9/02-12
( $\pm 0.9$ )	( $\pm 0.01$ )	( $\pm 0.6$ )	
65.8	0.66	25.5	10/10/02-9
( $\pm 1.0$ )	( $\pm 0.02$ )	( $\pm 0.8$ )	
64.2	0.68	26.8	3/11/02-28/10
( $\pm 1.2$ )	( $\pm 0.02$ )	( $\pm 1.5$ )	

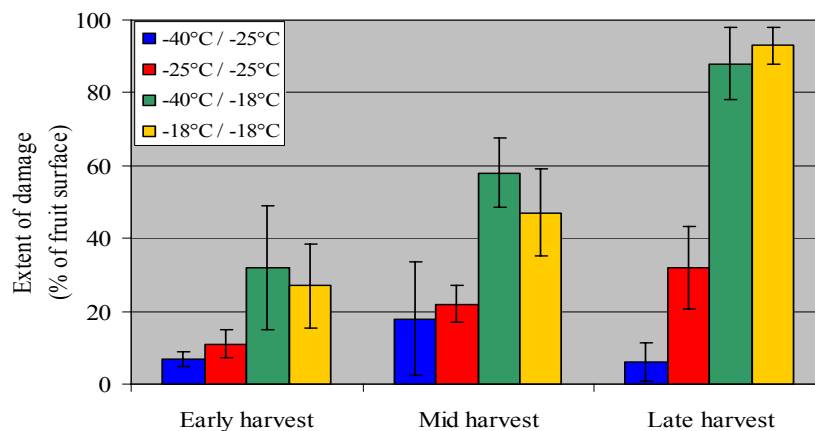
בניגוד למדדים הכימיים, היקף הנזק (הצטברות גושי מוצקים מתחת לקליפה ושילפוח) שנגרם לפרי במהלך השימור (איור 1) וחיי המדף (איור 2) הושפע באופן בולט הן מהמועד בו נגדד הפרי והן ממשטר השימור בהקפאה. לפרי מראשית הגיד לא נגרם נזק משמעותי במהלך תקופת

השימור בכל משטרי השימור. לעומת זאת היה יתרון ברור לשימור ב-  $-25^{\circ}\text{C}$  לשמירת האיכות של פרי שנגדד החל מאמצע עונת הגיד, ובמיוחד בפרי מסוף העונה.



**איור מס. 1:** איכות פרי מגיהול עסיסי ממועדי גיד שונים לאחר 9 חודשי שימור במשטרי הקפאה שונים.

לאחר 3 שבועות חיי מדף, נשמרה איכות הפירות משלושת מועדי הגיד, כאשר השימור הממושך היה ב-  $-25^{\circ}\text{C}$ , עם יתרון לקירור מוקדם ב-  $-40^{\circ}\text{C}$ . עם זאת, בפרי מראשית הגיד היה הנזק קטן יחסית גם בפירות שאוחסנו לאורך זמן ב-  $-18^{\circ}\text{C}$ , כך שדי היה במשטרי השימור בטמפרטורה הגבוהה יותר כדי לקבל פרי איכותי לאחר 9 חודשי אחסון ו- 3 שבועות בחדר ממוזג. לגבי פרי מאמצע וסוף הגיד נדרש שימור ב-  $-25^{\circ}\text{C}$  על מנת להבטיח איכות הפרי גם לאחר 3 שבועות בחיי מדף.



**איור מס. 2:** איכות פרי מגיהול עסיסי ממועדי גיד שונים לאחר 9 חודשי שימור במשטרי הקפאה שונים ו- 3 שבועות חיי מדף.

הניסוי מצביע על יתרון משמעותי ביותר למשטרי השימור הכוללים אחסון ממושך בטמפרטורה של  $-25^{\circ}\text{C}$  באבטחת איכותו של פרי מגיהול עסיסי, במיוחד בפרי מסוף הגדיד. יעילותם של משטרי שימור אלה מרשימה עוד יותר כאשר נבחנת השפעתם על חיי המדף של הפרי, עד 4 שבועות לפחות. עם זאת, נראה שעבור פרי מראשית הגדיד, אחסון ממושך בטמפרטורה של  $-18^{\circ}\text{C}$  יכול להיות יעיל דיו לתקופה של 3 שבועות חיי מדף לפחות. התרומה של קירור ראשוני ל- $-40^{\circ}\text{C}$  לאבטחת שימור איכות הפרי במהלך האחסון וחיי המדף ברורה.

בהמשך יתמקד המחקר בלימוד יעילות השימור של מגיהול איכותי לאורך זמן מגדידים של אמצע וסוף העונה במשטרי טמפרטורה משתנים: פרק זמן ראשון בטמפרטורה של  $-25^{\circ}\text{C}$  ויתרת הזמן בטמפרטורה של  $-18^{\circ}\text{C}$ . זאת על מנת לקצר ככל האפשר את תקופת האחסון בטמפרטורה הנמוכה יותר ולחסוך בהוצאות השימור האיכותי.

### רשימת ספרות

- שומר א., יפרמוב, ט., מרין, י., בורוכוב-נאורי, ח., לוצקי, ב., לוי, ס. וזיו, ג. 1999. למוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים. דו"ח מחקר, הוגש למדען ראשי משרד החקלאות. מחקר מס (99-0436-416).
- בורוכוב-נאורי, ח., זיו, ג., גרינברג א., לוצקי, ב., לוי, ס., יפרמוב, ט., רודוב, ו. ושומר א. 2002. למוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים. דו"ח מחקר, הוגש למדען ראשי משרד החקלאות. מחקר מס (416-0436-01).
- Shomer, I., Borochoy-Neori, H., Lutski, B and Merin, U. (1998). Morphological, structural and membranal alterations in frozen tissues of Madjhoul date (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. Postharvest Biol. Technol. Post Harvest Biol. Technol. 14: 207-215.