

אחסון ממושך של פרי מג'הול "סופר עסיסי" מהערבה הדרומית

חמוטל בורוכוב-נאורי, בלה לוצקי, תמרה ליבשיץ – מו"פ ערבה דרומית
צבי ברנשטיין ז"ל, רחלי בן-צבי – "צמח" ניסיונות

רקע ותיאור הבעיה

למוצר המג'הול ה"סופר עסיסי" מספר תכונות המגבילות את יכולת ההישמרות שלו באחסון ולפיכך מקשות על הפיכתו למוצר הראוי לשיווק מסחרי בארץ ובחו"ל: 1. לפרי מרקם רך ועדין אשר רגישותו המכנית הגבוהה מחייבת משנה זהירות בתהליכי המיון והאריזה. 2. הפרי נגדד בטרם הסתיימו תהליכי ההבשלה בפרי, כך שהוא נתון לשינויים מהירים במרקם ובצבע. 3. תכולת המים ב"בוחל" המג'הול מאפשרת התפתחותה של נגיעות מיקרוביאלית למרות אחוז הסוכר הגבוה. פסטור וטיפול טמפרטורה להתשה אנזימטית לפני האריזה יכולים לעכב את תהליכי ההבשלה והתפתחות הנגיעות, אך עשויים לפגוע במרקם הפרי. אחסון ממושך בהקפאה נוסה בעבר, אך תנאי ההקפאה וההפשרה לא היו מבוקרים ואחוז ניכר מהפרי ניזוק. מאחר והמוצר נועד לצריכה כמוצר טבעי, האחסון בהקפאה יתאפשר אך ורק אם טכנולוגית השימור תתאים למרקם, המצב הפיזיולוגי ותכולת המים ברקמת הפרי. יש למצוא שיטות ומשטרי הקפאה ושימור ייחודיים אופטימליים, שיאפשרו שיווק פרי מופשר באיכות גבוהה.

במחקר קודם נעשה לימוד מפורט על שימור בהקפאה של פרי מג'הול עסיסי איכותי

(Shomer et al, 1997, 1998; שומר וחובי, 1999, 2000 ו-2003; נאורי וחובי, 2002). גם בפרי זה, המתאפיין בריכוז סוכרים גבוה יותר ותכולת מים נמוכה יותר מאשר הפרי ה"סופר עסיסי", שימור ממושך במשטרי הקפאה לא מבוקרים או, לחילופין, בטמפרטורות גבוהות מדי, גורם להתפתחות תופעות נזק. אלה כוללות התגבשות סוכרים מתחת לקליפה, השתלפחות, נזילת מוהל הפרי. האיכות הירודה של מירקם הפרי היוצא מן האחסון נובעת בעיקר מנזקים פיסיקליים המלווים בפגיעה בלתי הפיכה ברכיבי רקמה שונים האחראים למידור מומסים, כמו ממברנות, דופן ואברוני התא (Shomer et al, 1998) ובהאצת תהליכי פירוק אנזימטי. כאשר הקירור ואחסון הפרי נעשו באופן מבוקר זוהו משטרי שימור שאפשרו לאחסן את הפרי למשך למעלה מ-10 חודשים וחיי מדף של למעלה מ-6 שבועות בחדר ממוזג (כ-24°C) תוך שמירה על איכותו הגבוהה.

מטרת המחקר הנוכחי לזהות משטרי שימור מיטביים וכלכליים שיאפשרו אחסון ממושך של

פרי מג'הול "סופר עסיסי" וחיי מדף שיתאימו לשיווק המוצר האיכותי במשך כל השנה. תכנית

המחקר עושה שימוש בידע שנצבר לגבי שימור ממושך של פרי מג'הול עסיסי תוך התחשבות

במשמעות הפיזיקלית של תכולת המים הגבוהה יותר בפרי ה"סופר עסיסי". בשנת המחקר

הראשונה נבחנה האפשרות לשמר באופן איכותי לאורך זמן פירות מג'הול "בוחל" משני מטעים

בערבה הדרומית (סמר ואליפז) עם תכולת מים של 32-36%. הפירות אוחסנו למשך 3, 4, 6 או 8

חודשים ב-5 משטרי טמפרטורה, ואיכות הפרי נבדקה עם הוצאתו מהשימור הממושך ובמהלך חיי

מדף במשך חודש במקרר וחודש נוסף בטמפרטורת החדר.

חומרים ושיטות

חומר צמחי : הניסוי התבצע על פירות מג'הול איכותיים בשלב "בוהל" שנגדדו במטעי אליפז וסמר ב- 6 וב- 14 בספטמבר 2005, בהתאמה. הפירות, ללא תהליך הקדמי של חיטוי או פסטור, חולקו באופן אקראי בין מגשיות פלסטיק (250 מ"ל עם מכסה), 6 פירות (200-160 ג') במגשית. הניסויים התבצעו במעבדת האיכות של בית האריזה "ערדום-תמרים".

משטרי השימור : נעשה שימוש במקפאים מעבדתיים של -40°C , -25°C ו- -18°C . ננקטו חמישה משטרי שימור: בשלושה משטרים הפרי קורר תחילה בקצב בינוני (24 שעות ב- -40°C) או איטי (24 שעות ב- -25°C) לטמפרטורה נמוכה יותר וממנה הועבר לאחסון ממושך בטמפרטורה גבוהה יותר; בשני המשטרים האחרים קוררו הפירות מלכתחילה לטמפרטורה בה התבצע האחסון הממושך (-25°C או -18°C).

טבלה מס. 1 : משטרי השימור הממושך: פירוט תנאי הקירור ההקדמי וטמפרטורות האחסון.

משטר שימור	קירור בקצב בינוני (24 שעות ב- -40°C)	קירור בקצב איטי (24 שעות ב- -25°C)	אחסון ב- -25°C	אחסון ב- -18°C
1	√		√	
2	√			√
3		√	√	
4		√		√
5				√

"הפשרה" וחיי מדף : הפירות מסמר - בתום תקופת האחסון הממושך (- 3 ו- 6 חודשים) הועבר

הפרי למקרר ביתי ($6-10^{\circ}\text{C}$) למשך 5 שבועות; הפירות מאלפז – בתום האחסון הממושך (6 ו- 8 חודשים) הועבר הפרי למקרר ביתי למשך 4 שבועות ואח"כ לחדר ממוזג (24°C) למשך 4 שבועות נוספים.

מדידות : התבצעו בארבעה מועדים בפרי מסמר, לפני הקירור והאחסון, ביום ההוצאה מהמקפאים, לאחר שבועיים ו- 5 שבועות במקרר, ובחמישה מועדים בפרי מאלפז, לפני הקירור והאחסון, ביום ההוצאה מהמקפאים, לאחר שבועיים ו- 4 שבועות במקרר ולאחר 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (24°C). נבדקו מדדים כימיים (לחות ו-Brix $^{\circ}$) ומדדי איכות של הפרי (התגבשות סוכרים מתחת לקליפה, שילפוח, צבע ונגיעות). כל סדרת בדיקות (לכל צירוף של מטע (X2), משטר שימור (X5), תקופת אחסון (X2) ומשך חיי מדף (X2 או X3) התבצעה על 5 מגשיות (30 פירות).

תוצאות

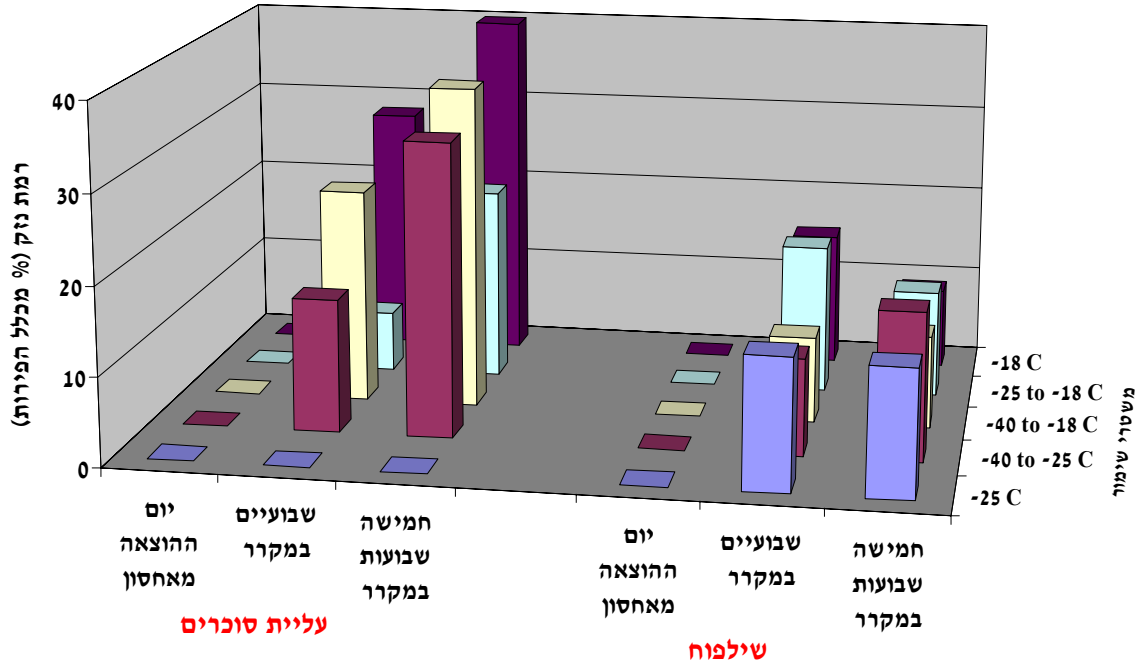
הפרי שהתקבל לניסוי ממטעי אליפז וסמר היה ברמת לחות ממוצעת של 31 ± 0.8 ו- 35 ± 0.6 אחוזי מים, בהתאמה. מסיבה זו תוכננה לפרי מכל מטע תכנית שונה לגבי משך האחסון ותנאי חיי המדף (כמפורט בפרק "חומרים ושיטות").

פרי מסמר הוצא מהמקפיאים ב- 14/12/05 (לאחר 3 חודשי שימור) למקרר ביתי במעבדת האיכות של "עדרום תמרים". הבדיקות על הפרי נעשו עם הוצאתו מן המקפיאים ובמהלך חיי המדף בקירור. מדדים כימיים של הפרי מוצגים בטבלה 2. במהלך האחסון נשמרה לחות הפרי המקורית. במשך חיי המדף חלה פחיתה של עד כ- 6% בלחות הפרי. מאחר ולא נמדדה עלייה מקבילה במדידות ה- Brix ° יתכן שהירידה בלחות הפרי משקפת "זליגה" של מיץ ממספר פירות ולא תהליך התייבשות. חשוב לציין שבמטע סמר הגדיד מיכני ותתכן פגיעה פיזית קלה בפרי שלא אובחנה בשלב מיון הפרי לניסוי.

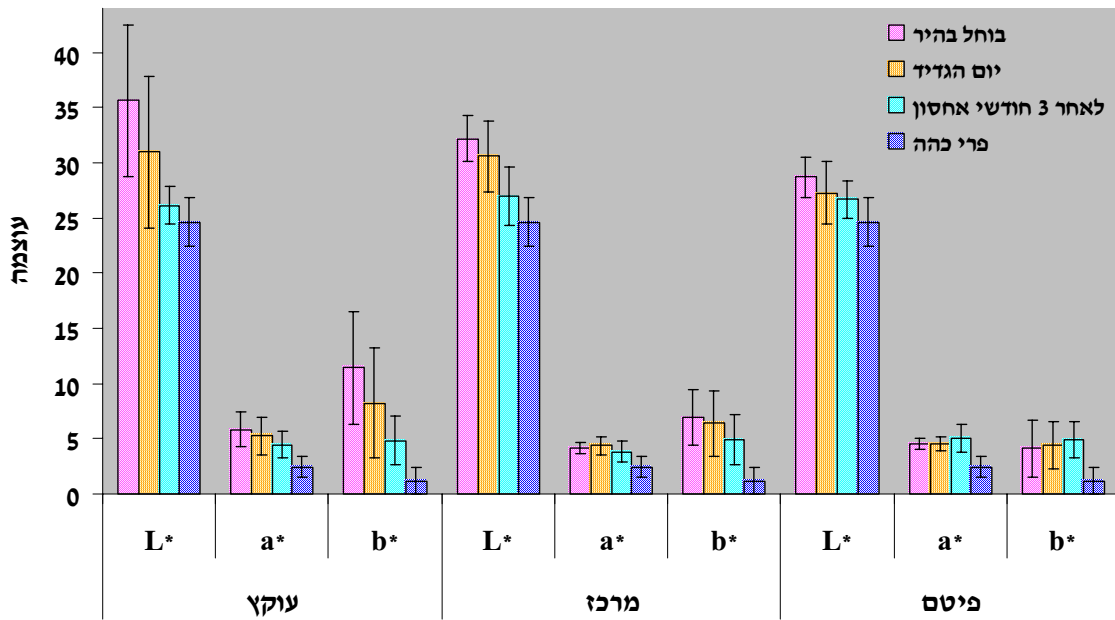
טבלה מס. 2: מדדים כימיים של פרי מגיהול סופר עסיסי מסמר לפני השימור, לאחר 3 חודשי שימור במשטרים שונים ובמהלך 5 שבועות חיי מדף במקרר ביתי.

תאריך בדיקה	תקופת אחסון וחיי מדף	משטר אחסון	לחות (%)	°Brix
14.09.05	לפני אחסון		35.0±0.6	57.6±0.5
14.12.05	3 חודשי אחסון	-40 to -25°C	35.1±0.4	58.4±0.1
		-40 to -18°C	35.5±0.6	58.9±0.1
		-25 to -18°C	35.6±0.0	57.6±0.1
		-25°C	34.7±0.0	59.2±0.1
		-18°C	35.7±0.4	57.6±0.4
28.12.05	3 חודשי אחסון + שבועיים חיי מדף	-40 to -25°C	33.1±0.4	57.3±0.2
		-40 to -18°C	32.4±0.7	56.6±0.2
		-25 to -18°C	36.3±0.7	55.8±0.1
		-25°C	33.1±0.7	57.0±0.3
		-18°C	34.8±0.7	59.2±0.1
17.01.06	3 חודשי אחסון + 5 שבועות חיי מדף	-40 to -25°C	32.6±0.5	59.2±0.8
		-40 to -18°C	33.4±1.0	57.6±0.4
		-25 to -18°C	33.3±0.7	57.6±0.6
		-25°C	33.0±0.4	58.4±0.6
		-18°C	32.4±0.6	58.4±0.5

איור 1 מרכז את תוצאות מדידות האיכות (שילפוח ועליית סוכרים) בפרי לאחר 3 חודשי אחסון במשטרי השימור השונים ובמהלך 5 שבועות חיי מדף במקרר. ביום הוצאת הפרי מהאחסון לא נצפו שילפוח או התגבשות סוכרים באף אחת מן הדגימות כך שהאיכות הגבוהה נשמרה בכל המשטרים. במהלך חיי המדף הופיע שילפוח ב- 9-17% מהפירות, ללא תלות במשטר השימור שקדם להעברה למקרר. היקף "עליית הסוכרים" היה תלוי במשטר השימור ובמשך חיי המדף. בפרי שאוחסן ב- 25°C (משטר 3 בטבלה מס. 1) לא נצפתה כלל עליית סוכרים במשך כל תקופת חיי המדף. משטר השימור השני באיכותו היה קירור הקדמי איטי ל- 25°C ואחסון ב- 18°C (משטר 4). איכות השימור במשטרים האחרים ירדה בסדר הבא: 1<2<5. משטר השימור הגרוע ביותר היה אחסון ב- 18°C ללא קירור הקדמי. תופעת התגבשות המומסים התגברה עם ההתקדמות בחיי המדף, למעט בפרי שאוחסן במשטר המיטבי. נגיעות מיקרוביאלית לא נצפתה באף אחד ממשטרי האחסון גם לאחר 5 שבועות חיי מדף במקרר.



איור מס. 1: איכות פרי מגיהול סופר עסיסי ממתע סמר לאחר 3 חודשי אחסון במשטרי השימור השונים ובמהלך 5 שבועות חיי מדף במקרר ביתי.



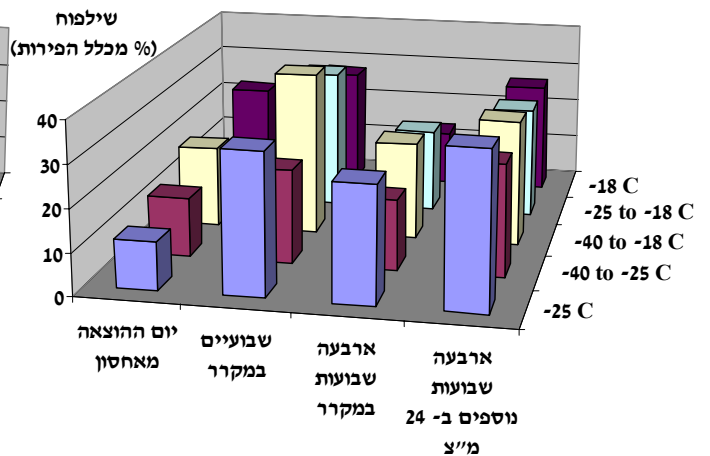
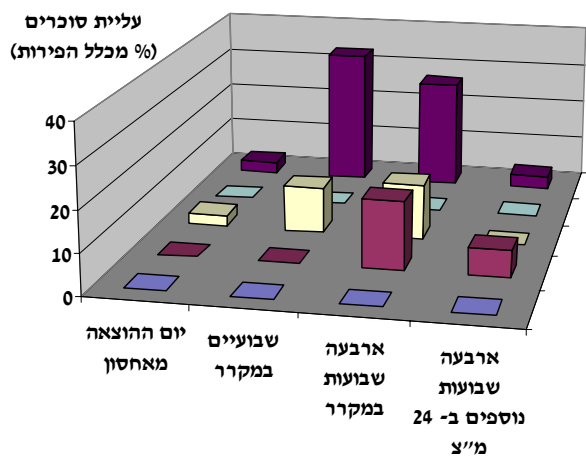
איור מס. 2: מדידות צבע בפרי מגיהול ממתע סמר. הערכים מייצגים את רכיבי הצבע במערכת התלת מימדית Hunter L*a*b*: L* – בהירות, a* – חיובי – אדום ו- b* – חיובי – צהוב. המדידות נעשו בפרי עם תכולת מים של כ- 35%, למעט הפרי הכהה ששהה 3 חודשים במקרר ביתי והכיל 25% מים בלבד.

במהלך 3 חודשי האחסון במשטרי השימור השונים הפך הפרי לכהה יותר (איור 2), בעיקר באיזור העוקץ ובמרכז הפרי, כפי שניתן להתרשם מערכי הרכיבים L^* (בהירות) ו- b^* (חיובי, צהוב). הנמוכים יותר מאלה שנמדדו בפרי לפני האחסון (ביום הגדיד). במקביל לשנויים אלה נעלם גרדיאנט הצבע (מהפיטם לעוקץ) שאפיין את הפרי בראשית הניסוי. צבע הפרי המשיך להתכהות במהלך חיי המדף במקרר. לא נעשו די מדידות כדי להצביע על קיום או העדר קשר בין קצב התכהות הפרי במהלך האחסון וחיי המדף לבין משטר השימור.

פרי מאליפו הוצא מהמקפיאים למקרר ביתי במעבדת האיכות של "ערדום תמרים" לאחר 6 ו- 8 חודשי אחסון, ב- 28/2/06 וב- 30/4/06, בהתאמה. הבדיקות על הפרי נעשו עם הוצאתו מן המקפיאים ובמהלך חיי המדף: 4 שבועות במקרר ו- 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (24°C). מדדים כימיים של הפרי מוצגים בטבלות 3 ו- 4. מהטבלות עולה שבמהלך האחסון וחיי המדף הפרי לרוב שומר על רמת הלחות שלו, כלומר המגשיות עם המכסה אטומות דיין. במספר קטן מאוד של מגשיות ממשטרי השימור הפחות טובים נצפתה במהלך חיי המדף בחדר הממוזג נגיעות בעובש, בדרך כלל בפרי יחיד במגשית. ראוי להזכיר, הפירות בניסוי לא עברו חיטוי או פסטור לפני האחסון. מדדי האיכות מרוכזים באיורים 2 ו- 3. מידת "עליית הסוכרים" בשתי תקופות האחסון הייתה תלויה במשטר השימור. בפרי שקורר ואוחסן ב- 25°C ובפרי שקורר תחילה ל- 25°C ואוחסן ב- 18°C (משטרים 3 ו- 4 בטבלה מס. 1) לא נצפתה כלל "עליית סוכרים" במשך האחסון וכל תקופת חיי המדף. איכות השימור במשטרים האחרים הייתה פחותה כאשר משטר השימור הגרוע ביותר הוא קירור ואחסון ב- 18°C (משטר 1 בטבלה). מנגד, לא נמצא קשר ברור בין עוצמת השילפוח למשטרי ומשך תקופת האחסון ו/או תנאי ומשך חיי המדף.

טבלה מס. 3: מדדים כימיים ונגיעות בפרי מגיהול "סופר עסיסי" מאליופז לפני השימור, לאחר 6 חודשי שימור במשטרים שונים ובמהלך 4 שבועות חיי מדף במקרר ביתי ו- 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (כ-24°C).

תאריך בדיקה	תקופת אחסון וחיי מדף	משטר אחסון	לחות (%)	°Brix	עובש (%)
14.09.05	לפני אחסון		31.0±0.8	64.0±0.7	
28.02.06	6 חודשי אחסון	-40 to -25°C	32.8±0.2	61.6±0.6	0
		-40 to -18°C	31.8±0.2	62.4±0.6	0
		-25 to -18°C	31.2±0.1	63.2±0.8	0
		-25°C	32.6±0.1	61.6±0.7	0
		-18°C	33.0±0.0	60.8±0.0	0
14.03.06	6 חודשי אחסון + שבועיים במקרר	-40 to -25°C	34.5±0.6	61.6±0.8	0
		-40 to -18°C	33.0±0.0	62.4±0.0	0
		-25 to -18°C	32.9±0.2	61.6±0.4	0
		-25°C	34.3±0.1	60.0±0.6	0
		-18°C	33.4±0.3	63.2±0.0	0
29.03.06	6 חודשי אחסון + 4 שבועות במקרר	-40 to -25°C	33.5±0.4	62.5±0.5	0
		-40 to -18°C	32.9±0.1	62.9±0.3	0
		-25 to -18°C	33.1±0.2	62.2±0.2	0
		-25°C	34.6±0.3	59.6±0.5	0
		-18°C	34.0±0.2	61.2±0.8	0
26.04.06	6 חודשי אחסון + 4 שבועות במקרר ו- 4 שבועות בחדר	-40 to -25°C	32.0±0.5	63.2±0.4	0
		-40 to -18°C	32.2±0.3	60.8±0.9	0
		-25 to -18°C	32.0±0.2	63.2±0.0	0
		-25°C	32.8±0.4	61.6±0.7	0
		-18°C	31.8±0.6	62.4±0.5	13.3

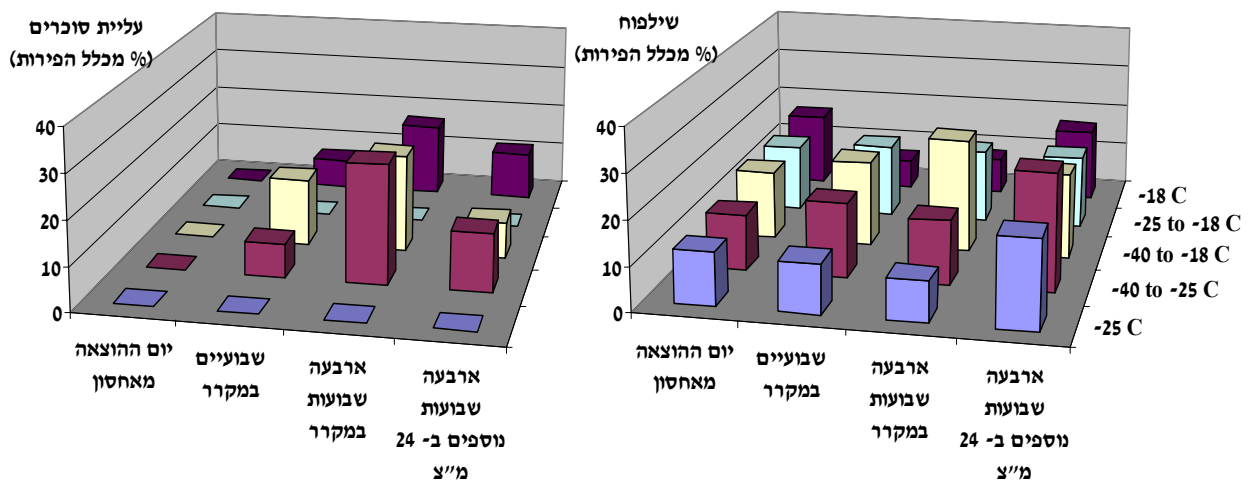


איור מס. 3: איכות פרי מגיהול סופר עסיסי ממתע אליופז לאחר 6 חודשי אחסון במשטרי השימור השונים ובמהלך 4 שבועות חיי מדף במקרר ביתי ו- 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (כ-24°C).

טבלה מס. 4: מדדים כימיים ונגיעות בפרי מגיהול "סופר עסיסי" מאליו לפני השימור, לאחר 8 חודשי שימור במשטרים שונים ובמהלך 4 שבועות חיי מדף במקרר ביתי ו- 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (כ-24°C).

עובש (%)	°Brix	לחות (%)	משטר אחסון	תקופת אחסון וחיי מדף	תאריך בדיקה
	64.0±0.7	31.0±0.8		לפני אחסון	14.09.05
0	58.4±0.0	30.9±0.6	-40 to -25°C	8 חודשי אחסון	30.04.06
0	57.6±0.9	32.1±0.1	-40 to -18°C		
0	60.8±0.8	33.4±0.4	-25 to -18°C		
0	57.6±0.8	34.1±0.3	-25°C		
0	59.6±0.4	33.0±0.2	-18°C		
1.6*	59.2±0.6	32.2±0.5	-40 to -25°C	8 חודשי אחסון + שבועיים במקרר	14.05.06
0	61.6±0.0	30.6±0.1	-40 to -18°C		
0	60.8±0.0	32.2±0.3	-25 to -18°C		
0	61.6±0.4	33.3±0.3	-25°C		
0	60.8±0.7	33.6±0.1	-18°C		
4.5*	60.8±0.7	33.6±0.2	-40 to -25°C	8 חודשי אחסון + 4 שבועות במקרר	29.05.06
0	63.2±0.5	32.0±0.5	-40 to -18°C		
0	63.2±0.7	31.7±0.3	-25 to -18°C		
0	61.6±0.4	33.5±0.0	-25°C		
0	62.4±0.4	33.0±0.1	-18°C		
8*	64.0±0.0	31.9±0.1	-40 to -25°C	8 חודשי אחסון + 4 שבועות בחדר	28.06.06
0	63.2±0.0	30.5±0.2	-40 to -18°C		
0	63.2±0.4	31.8±0.8	-25 to -18°C		
0	63.2±0.0	31.5±0.2	-25°C		
16.7	63.2±0.4	31.2±0.2	-18°C		

*פרי אחד בקופסא



איור מס. 4: איכות פרי מגיהול סופר עסיסי ממטע אליו לאחר 8 חודשי אחסון במשטרי השימור השונים ובמהלך 4 שבועות חיי מדף במקרר ביתי ו- 4 שבועות נוספים בחדר ממוזג (כ-24°C).

סיכום

פירות משני המטעים, המאופיינים ברמת לחות שונה ושיטות גידול וגידיד שונות, הגיבו בצורה דומה למשטרי השימור. עוצמת התופעה של "עליית סוכרים" הייתה תלויה באפן מובהק במשטר השימור. המשטר המיטבי לגבי פרי משני המטעים היה קירור ואחסון ב- 25°C . בפרי מאלפז, שהיה במעט פחות לח מזה של סמר, גם משטר השימור בו הפרי קורר תחילה ל- 25°C ואח"כ אוחסן ב- 18°C היה איכותי מאוד. איכות השימור במשטרים שכללו קירור הקדמי ל- 40°C במקפוא מעבדתי הייתה פחותה. הסבר סביר לכך הוא ש"תמיסת הסוכר" בפרי (כ-58%) אינה קופאת ב- 25°C והרקמה משתמרת, בעוד שבהקפאה לא מספיק מהירה ל- 40°C , כמו זו שהתבצעה במקפוא המעבדתי, מתפתחים גבישי קרח הפוגעים באורגנולות השונות וגורמים לנזק ברקמה כולה. משטר השימור הגרוע ביותר היה קירור ואחסון ב- 18°C . לא נמצא קשר ברור בין היקף תופעת השלפוח למשטרי השימור וחיי המדף.

תודות:

לקרן המדען הראשי ולשולחן תמר על תמיכתם במחקר זה.

רשימת ספרות

- שומר א., יפרמוב, ט., מרין, י., נאורי, ח., לוצקי, ב., לוי, ס. וזיו, ג. 1999. לימוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים. דו"ח מחקר, הוגש למדען הראשי - משרד החקלאות. מחקר מס' (416-0436-99).
- שומר א., יפרמוב, ט., מרין, י., נאורי, ח., לוצקי, ב., לוי, ס. וזיו, ג. 2000. לימוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים. דו"ח מחקר, הוגש למדען הראשי - משרד החקלאות. מחקר מס' (416-0436-00).
- נאורי, ח., זיו, ג., גרינברג, א., לוצקי, ב., לוי, ס., יפרמוב, ט., רדוב, ו. ושומר א. 2002. לימוד מנגנוני נזק מבניים - מירקמיים ביולוגיים להבטחת איכות תמרים. דו"ח מחקר, הוגש למדען הראשי - משרד החקלאות. מחקר מס' (416-0436-01).
- שומר, א., בורוכוב-נאורי, ח., גרינברג, א., לוצקי, ב., לוי, ס., יפרמוב, ט., אלכסנדר, ס., זיו, ג. 2003. אבטחת איכות פרי תמר מגיהול עסיסי על ידי שימור בהקפאה. דו"ח מחקר, הוגש למדען הראשי - משרד החקלאות. מחקר מס' (421-0017-03).
- I. Shomer, H. Borochoy-Neori, U. Merin, G. Ziv, B. Lutzki, Y. Aharoni, H. Weksler and A. Grinberg (1997) Freezing injury of semi-dried Madjhoul date fruits. Alon Hanotea **51**: 64-73.
- Shomer, I., Borochoy-Neori, H., Lutzki, B. and Merin, U. (1998) Morphological, structural and membranal alterations in frozen tissues of Madjhoul date (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. Postharvest Biol. Technol. **14**: 207-215.