

## השפעת הקרה על תפוז שמוטי בשנים 1949 ו-1950 \*

מאת

ז. סמיש ורא. כהן

במשך 15 השנים האחרונות היו טמפרטורות החורף בישראל ברוב הזמנים נוחות לגידול פרי-הדר. אך בינואר 1949 ושוב בתחילת 1950 התרגשה קרה עזה, שגרמה נזקים ניכרים לחלק של יכול תפוז, ביחוד בפרדסים שבמקומות הנמוכים. יש שהנזקים של הקרה היו רציניים כדי כך, שלא רק הפרי אלא גם העלים והעצים לקו. דרך-כלל הפרי הפגוע לא גילה מיד סימני נזק חיצוניים ברורים, אבל כשנחתך כמה ימים אחרי הקרה נראו בו גבישים לבנים של הספרידין על קרומי הפלחים והורגש טעם-לואי. לאחר-זמן נשקף הנזק גם בשינויים אחרים של פנים הפרי, כגון חללי-אוויר בין הפלחים, יבשות של בשר הפרי, המצויה גם בפרי "שמוטי" צמל, וטעם-לואי מוגבר.

אף שנזקי-קרה של פרי-הדר תופעה שכיתה הם ברוב אזורי גידולו, עדיין מצומצמת הספרות עליהם. החקירה המקיפה ביותר בענין זה נערכה בקליפורניה (8, 12) בעת הקרה החזקה בקליפורניה בשנת 1913. במשך השנים אחרי-כן פורסמו מאמרים רבים בדבר השפעת הקרה על גידולים שונים, אבל רק מעטים ביניהם דנים בפרי-הדר (1, 2, 4, 6). לא-מכבר הופיעה עבודה נרחבת (1) בדבר השפעת הקרה בקליפורניה על הרכבם של תפוז ולנסיה ואשכוליות. מבחינת הזמן הקרה ההיא זהה כמעט עם זו שפקדה את ארצנו בשנת 1949.

ובר וחבריו ראשונים הם בתיאור שינויי הפרי מחמת נזקי קרה. הם ציינו את התעכבות הקליפה בפרי הניזוק, ירידת אחוז המיץ בו ולרגל-זה ירידת משקלו הסגולי. ברטלומיאו וחבריו (1) הגיעו לידי מסקנה, כי פרי ולנסיה שנפגע בצעירותו מבריא בדרך התפתחותו הבראה חלקית. לא נחקר עד-כה, באיזו מידה הפרי הניזוק מתאים עוד לתעשיית-הלואי וכן — מהם פגעי הקרה בקליפה, שאף היא בעלת חשיבות בתעשייה.

העבודה הנוכחית התכוונה במיוחד לסגולות תפוח-הזהב, הקובעות את ערכו כחומר-גלם לתעשיית לואי. יש להזכיר, כי הפרי הנשלח לחו"ל — גם פגם קל-בקלים בו עשוי לחבל חבלה קיימת בשמו הטוב של פרי ארצנו בשווקי העולם.

בבדיקת הפרי המוכה בקשנו לא רק לקבוע את כושרו בעיבוד התעשייתי אלא גם לברר, המוטב להשאיר אותו על העץ עד ניצולו לאחר-זמן, או שיש להקדים את הקטיפה ולאחסן את הפרי עד למועד העיבוד.

בשנה הראשונה של מחקרנו יכולנו להתחיל בהסתכלויותינו רק כ-3 שבועות אחרי ימי הקרה, אבל בשנה השניה פתחו הבדיקות כבר ימים מעטים אחרי הקרה.

הטמפרטורות המינימליות בעת הקרה של שנת 1950, שנמסרו לו ע"ד מנדל (7), מובאות בטבלה 1. הטמפרטורות נמדדו בתחנה המטאורולוגית של מוסדנו, השרויה בראש גבעה, וכן, בלילות הקרה, גם בפרדס שבאחד המקומות הנמוכים בסביבה.

משנת הנסיון הראשונה חסרים לנו נתוני הטמפרטורה, כי אז לא נמדדה הטמפרטורה באזורים הנמוכים של מטעי הדר.

\* לחקירה הוקצבה חקצבה מיוחדת מטעם מודר הדרים במחלקת המטעים של משרד החקלאות.



טבלה 1 Table

טמפרטורות מינימליות לילות ב-°C בזמן 26.1.1950–9.2.1950

Minimum night temperatures in °C  
between the 26.1.1950 and the 9.2.1950

פרדס ב' Grove B	Minimum temperatures at	טמפרטורה מינימלית	הלילה Night of:
	Meteorological Station at the Agricultural Research Station, Rehovot	התחנה המטאורולוגית ליד התחנה לחקר החקלאות, רחובות	
		+ 1.7	26—27/I
		+ 3.2	27—28 "
—3.0		+ 1.8	28—29 "
—3.0		+ 1.9	29—30 "
—4.5		+ 1.8	30—31 "
		— 0.5	5—6 /II
—5.5		— 1.5	6—7 "
—6.0		+ 1.0	7—8 "
—5.5		+ 3.7	8—9 "
		+ 6.0	9—10 "

לפי הספרות (11) מתחיל ההיזק לתפוחי-זהב עם ירידת הטמפרטורה מתחת ל-3°C בערך. טמפרטורות נמוכות משיעור גבולי זה נמדדו בשנה השניה בלילה ל-30 בינואר ובלילות של 7–10 בפברואר והוערכו באומדן לפרדסים נמוכים בשנה הראשונה בקרבת 10 בינואר. יתכן, כי בשנה השניה הפרי במקומות עמוקים בפרדס נפגע בתאריך מוקדם יותר (אולי בלילה 26–27 בינואר), מפני שכבר ב-11/II נראו גבישי הספרידין על קרומי הפלחים, והללו, הגבישים, אינם מופיעים דרך-כלל. לפי הספרות, אלא 5–10 ימים אחרי הקרה.

התכנית ושיטת העבודה

ברצוננו היה להשוות פירות של עץ בלתי-פגוע ושל פגוע. אך לעתים יקשה למצוא סימני פגיעה ברורים זמן קצר אחרי הקרה. להסתכלויותינו בחרנו את שטח הפרדסים שבאיזור רחובות-נס-ציונה, כי במקומות הנמוכים של שטח זה חיבלה הרבה הקרה. אולם לא יכולנו למצוא פרדסים שלקו בחלקם, שאפשר יהיה לערוך את ההשוואה גבי פירות מפרדס אחד. הפירות נלקחו איפוא משני פרדסים, — אחד, "פרדס ב'", שניזוק במידה רבה, ואחר, "פרדס א'", המרוחק כ-1 ק"מ מן הראשון ואף-על-פי-כן לא נפגע כלל, בגלל רמתו, הגבוהה ב-30 מטר יותר. פריי של פרדס א' נבדק על ידינו זה כבר שלוש עונות רצופות באופן שיטתי (9), ומחקר זה נתמך גם בנתונים של השנים הקודמות. דוגמות לבדיקה לקחנו גם משני פרדסים נוספים, ג' ו-ד'. התאור של כל הפרדסים סוכם בטבלה 2.

בפרדס א' לא הגיעה הטמפרטורה המינימלית גם בלילה הקר ביותר (5–6 בפברואר 1950) אלא ל-2.5°C, טמפרטורה שאינה חבלנית עוד, לפי הנ"ל.

בכל פרדס נקטף פרי מחמשה עד עשרה עצים, באקראי. דוגמת-בדיקה אחת הכילה כ-150 פירות; לנסיגנות האחסנה הוקצו כמויות גדולות יותר, מתוך חשש לפחת מחמת רקבון בזמן האחסנה. בנסיגנות האחסנה כל פרי נשקל לחוד, סומן ונעטף בנר המטובל בדיפניל. הפירות נשמרו בטמפרטורת החדר. בתאריך הבדיקה שוב נשקל כל פרי לחוד. אפשר היה איפוא לסלק מחשבון ההשוואה את הפרי שנרקב בזמן הנסיון.



טבלה 2 Table 2

תיאור הפרדסים הנסיוניים

Description of experimental groves

מידת נזקי הקרה Degree of frost damage	שנת הנטיעה Year of plantation	מקום הפרדס Locality	ציון הפרדס Designation of groves
אין נזק No damage	1934	רחובות Rehovot	א A
נזק קשה, מלווה נשירת עלים Heavy damage to fruit accompanied by leaf drop	1927	בין רחובות לנס-ציונה Between Rehovot and Ness Ziona	ב B
נזק קל, העצים לא נפגעו Light damage, trees not affected	"	בין רחובות לנס-ציונה Between Rehovot and Ness Ziona	ג C
כמו בפרדס ב' As grove B	"	קרוב לנס-ציונה Near Ness Ziona	ד D

המיץ נסחט במסחטה חשמלית (מטיפוס הוברט) וסונן מתוך לחץ קל. הנשאר במסגנת ייקרא להלן "שיירי הסיון".

בשנה הראשונה נבדקה הקליפה ביחד עם שארית הבשר, שנשאר מחובר אליה אחרי הסחיטה. כזה עורבבו שתי רקמות שונות, ולא היה בידנו לכודד בהסתכלות את התהליכים שבקליפה. לכן בשנה השניה הקפדנו על ניקוי הקליפה מבשר הפרי, והוספנו אותו אל שיירי הסיון. בהשוואת הנתונים של הרכב הקליפה בשתי השנים יש ליתן את הדעת על ההבדל הזה. השיטות, שהשתמשנו בהן לקביעת המרכיבים השונים של בשר הפרי וקליפתו, תוארו בפרסום קודם<sup>(9)</sup>. דרגת המריירות של חלקי הפריהשונים הושתתה על "סף המריירות"<sup>(10)</sup>, קנה-מידה סובייקטיבי במקצת של הערכת-טעם, ויש לנהוג בנתונים אלה הסתייגות מסויימת. עד-כה לא נמצא מבחן אנליטי של המריירות, הראוי לבוא במקום דירוג הטועם.

תוצאות הנסיונות

שינויים החלים בפרי על העץ. בטבלה 3 מכוונים הפרטים של בדיקות-ההשוואה בין פרדסים בריאים וניזוקים בתקופה אחרי הקרה, בשביל שתי העונות.

הסתכלויותינו בשנה השניה, שתחילתן נסמכה אל הקרה יותר מבשנה הראשונה, נותנות תמונת שינויים בהירה ומבוססת יותר. אחד השינויים הבולטים ביותר חל במשקל הסגולי של הפרי. בפרי שמוטי בלתי-נפגע נע המשקל הסגולי בינואר-מרס בין 0.84 ל-0.89<sup>(9)</sup>. בפרדסים, שניזוקו קשה, קבענו למשקל הסגולי בסוף שלושה שבועות אחרי הקרה ערכים מתחת ל-0.82, ובפרדס ב', שהסתכלויות בו נמשכו עד 7 שבועות אחרי הקרה, ירדו ערכיו עד 0.75 (ראה טבלה 3 ותמונה 1).

השינוי במשקל הסגולי תולדה הוא של השינויים במבנה הפרי. מתכונת המיץ בפרי של פרדס א' נעה בתקופת בדיקותינו בין 39 אחוז ל-42 אחוז (תוך ירידה קלה במשך חודש הסתכלויותינו), שיעור אופייני לפרי שמוטי בריא בעונה זו<sup>(9)</sup>. בפירות הפגועים מצאנו מתכונת מיץ מוגמכת בהרבה, היינו 33 אחוז — 26 אחוז, ואחרי שבועות אף לא יותר מן 22 אחוז. כ-1950 העלתה כבר הבדיקה הראשונה בפרדס ב', שנעשתה רק כשבוע אחרי הקרה, צמצום כמות המיץ עד ל-32.9 אחוז. אין ביכולתנו להכריע, אם את מיעוט המיץ יש לזקוף כאן על חשבון הקרה בלבד, או שהיה הפרי מתחילתו דל יותר במיץ.



שנויי סגולות של פרי-שמוטי ניזוק בקרה, שהושאר על העץ, - לעומת  
סגולות הבריא. שנות המחקר : 1949 — 1950

Healthy fruit			פרי בריא			ה ס ג ו ל ה Fruit properties	
Grove A			פרדס א'				
1950			1949				
8.3	10.2	7.2	27.2	14.2	1.2		
270	268	270	212	208	210	בפרי השלם המשקל הממוצע ג"ר Entire Fruit	
39.8	39.8	42.2	39.4	38.9	41.6	מתכונת המיץ Juice content %	
22.1	21.8	21.7	10.7	11.9	7.8	מתכונת שיירי הסיבון Sieve residue %	
38.1	38.4	36.1	49.3	48.2	47.0	מתכונת הקליפה Peel %	
8.37	8.02	8.19			7.2	עובי הקליפה מ"מ Peel thickness in mm.	
			4.51	4.93	4.54	שמן אתרי ק"ג לטונה פרי Essential oil kg. per ton fruit	
0.849	0.875	0.846	0.855	0.860	0.859	המשקל הסגולי Specific gravity	
10.9	10.1	10.1	11.5	11.2	10.6	מתכונת כלל המצויקים הממיסים Total soluble solids %	
4.31	4.21	4.07	4.93	4.75	4.53	מתכונת המונוסכרידים Monosaccharides %	
3.58	3.31	3.32	3.69	3.54	3.15	מתכונת הדוסכרידים Disaccharides %	
7.89	7.52	7.39	8.62	8.29	7.68	מתכונת כלל הסוכר Total sugar %	
45.3	43.0	44.4	47.8	48.9	44.9	ויטמין צ' מ"ג ל - 100 סמ"מ Vitamin C mgm. per 100 gr.	
0.98	1.08	1.13	1.14	1.13	1.23	מתכונת חומצת הלימון Citric acid %	
4.10	4.16	4.16	4.36	4.25	4.31	מתכונת המונוסכרידים Monosaccharides %	
3.90	3.22	3.08	3.46	3.25	3.22	מתכונת הדוסכרידים Disaccharides %	
8.00	7.38	7.24	7.82	7.49	7.53	מתכונת כלל הסוכר Total sugar %	
17.0	16.0	16.0				מתכונת החומר היבש Dry weight %	
8.92	8.14	7.28	7.91	7.54	7.26	מתכונת ה ונוסכרידים Monosaccharides %	
2.83	2.24	2.58	2.12	2.34	3.02	מתכונת הדוסכרידים Disaccharides %	
10.75	10.38	9.86	10.03	9.88	10.28	מתכונת כלל הסוכר Total sugar %	
3.87	3.85	3.15				מתכונת חפוליסכרידים Polisaccharides %	
24.0	24.8	22.5			23.0	מתכונת החומר היבש Dry weight %	
			3.04	3.32	4.07	מתכונת הפקטין Pectin %	

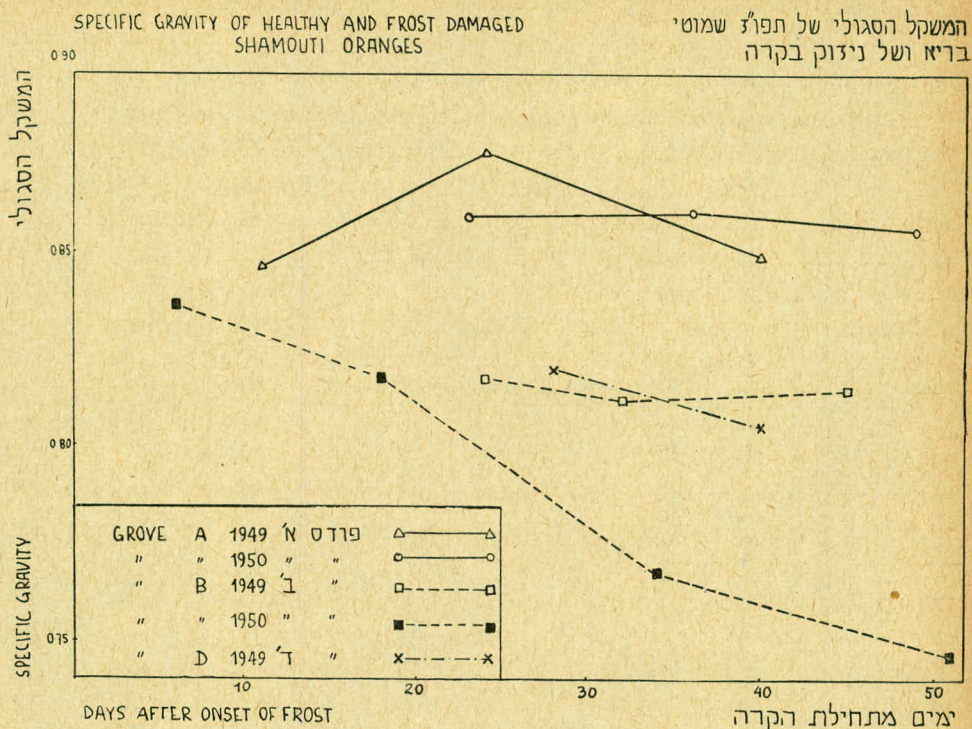


Table 3

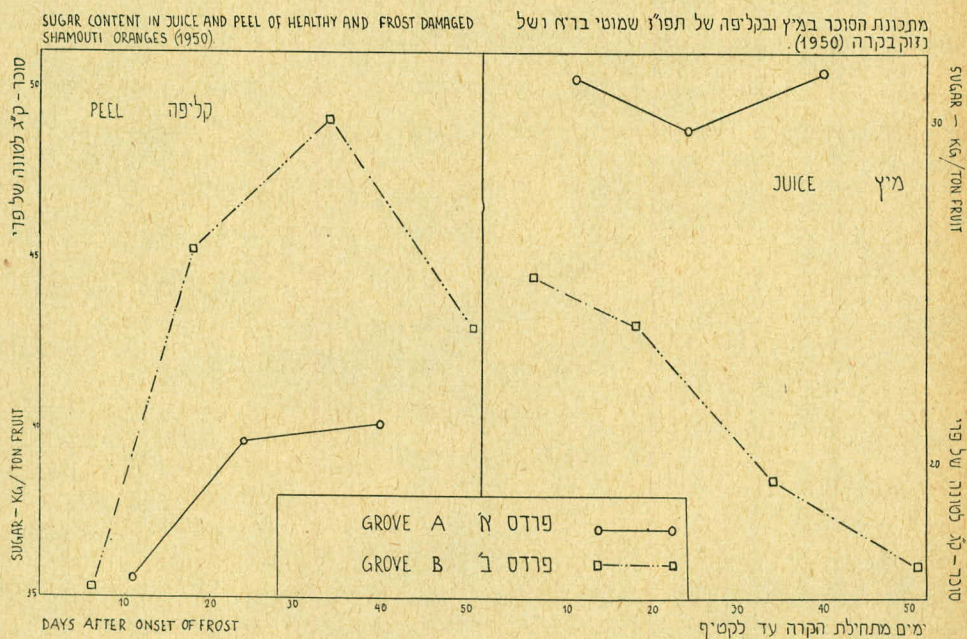
Changes in composition of frostdamaged Shamouti oranges remaining on the trees as compared with undamaged fruit during the years 1949—1950

Damaged fruit				פרי ניזוק						
Grove D פרוט ד'		Grove C פרוט ג'		Grove B פרוט ב'						
1949		1949		1950				1949		
18.2	6.2	17.2	6.2	19.3	2.3	14.2	2.2	23.2	20.2	2.2
153	159	159	166	173	180	180	176	137	156	152
28.0	29.6	36.1	34.3	22.0	24.0	29.6	32.9	26.1	28.0	27.0
10.7	11.4	8.0	9.4	29.3	26.2	25.1	27.8	8.3	10.9	10.2
61.1	58.4	55.0	56.3	48.6	49.8	45.3	39.3		60.8	60.5
	7.3		7.5	8.66	8.64	8.28	8.12			8.1
7.66	7.88	6.83	6.06					4.87	4.60	5.26
0.805	0.820	0.855	0.850	0.746	0.767	0.818	0.836	0.815	0.812	0.817
10.8	10.7	12.4	12.2	10.7	10.7	11.0	10.9	10.7	10.7	10.9
4.55	5.00	5.18	5.12	4.36	4.14	4.42	4.29	4.41	4.40	4.26
3.26	3.02	3.91	3.83	3.49	3.79	3.51	3.43	3.33	3.25	3.34
7.81	8.02	9.09	8.85	7.85	7.93	7.93	7.72	7.74	7.65	7.60
46.6	48.4	51.9	52.2	45.1	48.2	49.8	51.0	48.1	44.8	45.3
0.90	0.89	1.07	1.17	0.89	0.92	1.10	1.23	1.05	1.19	1.20
				3.94	3.60	4.26	4.22	3.41	3.82	
				3.59	3.80	3.36	3.02	3.23	3.22	
				7.53	7.40	7.62	7.24	6.64	7.04	
				17.5	17.2	16.6	17.0			
				7.24	7.64	8.18	6.98	5.63	5.77	5.88
				1.88	1.99	1.58	2.00	1.53	1.49	1.42
				9.12	9.63	9.76	8.98	7.16	7.26	7.30
				3.85	4.00	3.64	3.51			
				23.7	23.8	23.7	22.6	20.0		20.8
								3.06	3.04	3.80





תמונה 1 Figure 1



תמונה 2 Figure 2



בפרי שניזוק גדלה מאוד מתכונת הקליפה, לעומת הפרי הבריא. בפרדס ב' היא עלתה תוך החודש שמן 2 בפברואר עד 2 במרס 1951 כדי 25 אחוז ויותר. בהתאם לכך הוסיף גם עובי הקליפה. השנויים במיץ ובקליפה של פרי שמוטי תוארו בתמונה 2.

לרגל השתנות משקלו של הפרי, הן כשהאחרון על העץ והן כשהוא באחסנה, ראוי לקבוע בהש" וואות, לסילוק סיבוכי חשבון יתרים, קנה-מידה משקלי אחיד. בדיאגרמה בוטאו כמויות המיץ והקליפה בקילוגרמים לטונה פרי שבעת הקטיף הראשון.

מתכונות הסוכר וכן של כלל המוצקים המסיסים במיץ דומות בעיקרן אצל הפרי שניזוק והבריא. אולם אצל הבריא יש במתכונות שני המרכיבים האלה עלייה נורמלית עם מהלך ההבשלה, כנגד הפרי שניזוק, שאין אצלו עלייה ניכרת, ובמתכונת כלל המוצקים המסיסים הוא מראה אפילו ירידה. הדבר חוזר בהסתכלויות שתי השנים. גם מרכיבי הסוכר, המונוסכרידים והדוסכרידים, מראים אותן מגמות. גם בכלל הסוכר שבקליפה נמצאה בעונת הנסיון השניה גבי הפרי הבריא עלייה עם הבשלה, ואילו גבי הפרי שניזוק והושאר על העץ ירדה מתכונת הסוכר אחרי עלייה ארעית בתקופה הסמוכה לקרה. ריכוז הסוכר בקליפות הפירות הבריאים היה בכל התאריכים גבוה מבקליפות הפגועים. ההפרש היה מובהק ביותר בשנת הנסיון הראשונה, שבה לא נמצאה עלייה עונתית בסוכר הקליפה של הפרי הבריא. ההבדל בין תוצאות השנתיים מוצא הסבר בהבדל הכנת הדוגמות, שדובר עליו לעיל. שיירי-הסינון, שהם דלי-סוכר מן הקליפה, כמותם עולה ככל שהפרי הנסחט בשל יותר, וריכוז-הסוכר הכולל של הקליפה עם שיירי הסינון יורד בהמשך העונה. כיוון שבפירות הניזוקים אחוז השיירים גבוה מבריאים, העלו המדידות ב-1949 הפרש גדול יותר במתכונות פחמימות הקליפה של שני סוגי הפרי.

שני מרכיבים נוספים של המיץ, שנבדקו על ידינו, — חומצת הלימון והחומצה האסקורבית, אינם מבדילים בין פירות בריאים ונפגעים. כמוהם גם מתכונת השמן האתרי והפקטין בקליפה לא הושפעו ע"י הקרה.

מיץ הפרי שלקה בקרה נפגם ביחוד בטעם המרירות הגובר בו. טבלה 4 מציגה את דרגות המרירות של הפירות, בחלקי הפרי השונים.

ט ב ל ה Table 4

המרירות בחלקי הפרי השונים אצל תפוזי שמוטי בריאים ואצל הניזוקים בקרה (הערכים המספריים מציינים את חלקי המים, שנוספו לרקמת תפוז עד שטעם מרירותה הורד אל "סף המרירות").

Bitterness in different parts of healthy and frostdamaged Shamouti Oranges

(The numbers indicate the parts of water which had to be added to the fruit in order that its bitterness should be reduced to „threshold bitterness“).

1950		1949						זמן הקטיפה Sequence of harvest
מיץ Juice		מיץ Juice		שיירי-הסינון Sieve-residue		אלבדו Albedo		
ניזוק damaged	בריא healthy	ניזוק damaged	בריא healthy	ניזוק damaged	בריא healthy	ניזוק damaged	בריא healthy	
1.1/2	3/4	2	1/4	10	10	30	30	
1.1/4	1/2	1.3/4	0	—	—	32	—	קטיפה ראשונה First harvest
1.1/4	0	2.1/4	0	11	5	18	13	קטיפה שניה Second harvest
1	—	—	—	—	—	—	—	קטיפה שלישית Third harvest
								קטיפה רביעית Fourth harvest

בשתי השנים היה מיץ הפרי של פרדס ב' מר יותר משל פירות בריאים. בעוד שבפרי בריא נעלמה המרירות לגמרי בהמשך ההבשלה, הרי במיץ הפירות הניזוקים היא נשארה במידה ניכרת כל-משך הסתכלויותינו. גבי הפירות הבריאים הוחלשה המרירות בתקופת הסתכלויותינו גם בקליפה ובשיירי הסינון. אותה תופעה גבי פרי פגוע אטית יותר.



טבלה 5 Table

שנויי סגולות של פרי-שמוטי ניוק בקרה, שנקטף מיד ואוחסן במפרטורת החדר, -לעומת סגולות הכריא (1950.1949).  
Changes in Composition of frostdamaged Shamouti oranges harvested immediately after the frost and stored at room temperature as compared with undamaged fruit during 1949 and 1950.

Fruit properties				פרדס ב'				פרדס א'				הסגולות	בפרי השלם		
Grove B				Grove A											
1950				1950				1949							
				1.3	12.2	2.2	22.2	9.2	2.2	6.3	19.2	7.2	24.2	13.2	1.2
Entire Fruit	Average weight in gr.	163	171	176	140	148	152	254	266	270	197	203	210	המשקל הממוצע ג"ר	
	Juice content %	31.4	32.3	32.9	27.5	26.4	27.0	40.9	41.2	42.2	41.2	41.5	41.6	מחבנות המיץ	
	Sieve residue %	23.8	22.2	27.8	7.0	9.4	10.2	22.1	21.1	21.7	7.7	6.9	7.8	מחבנות שיירי הסיון	
	Peel %	44.8	45.2	39.3	62.9	62.0	60.5	37.0	37.7	36.1	51.1	49.8	47.0	מחבנות הקליפה	
	Peel thickness in mm.	8.32	8.39	8.12			8.1	7.82	8.24	8.19			7.2	עובי הקליפה מ"מ	
	Essential oil kg per ton fruit				5.33	5.21	5.26				4.89	4.84	4.54	שמן אתרי ק"ג לטונה פרי	
	Specific gravity	0.802	0.821	0.836	0.802	0.813	0.817	0.851	0.859	0.846	0.871	0.868	0.859	המשקל הסגולי	
Juice	Total soluble solids %	11.1	11.7	10.9	10.7	11.2	10.9	10.2	10.4	10.1	11.7	11.5	10.6	מחבנות כללית, המוקצים המסיסים	
	Monosaccharides %	4.76	4.44	4.29	4.50	4.53	4.26	4.27	4.38	4.07	4.83	4.74	4.53	מחבנות המונוסכרידים	
	Disaccharides %	3.72	3.10	3.43	3.32	3.23	3.34	3.48	3.49	3.32	3.49	3.48	3.15	מחבנות הדווסכרידים	
	Total sugar %	8.48	7.54	7.72	7.82	7.76	7.60	7.75	7.87	7.39	8.32	8.22	7.68	מחבנות כלל הסוכר	
	Vitamin C mgm. per 100 gr.	47.0	49.4	51.0	47.7	46.8	45.3	43.6	46.2	44.4	48.7	47.5	44.9	ויטמין צ' מ"ג ל-100 סמ"ק	
	Citric acid %	1.04	1.10	1.23	1.11	1.13	1.20	0.97	1.06	1.13	—	1.13	1.23	מחבנות החומצה	
	Monosaccharides %	4.46	4.42	4.22	4.10	3.92		4.36	4.26	4.16	4.36	4.05	4.31	מחבנות המונוסכרידים	
Sieve residue	Disaccharides %	3.31	3.10	3.02	3.27	3.29		3.42	3.10	3.08	3.27	2.97	3.22	מחבנות הדווסכרידים	
	Total sugar %	7.77	7.52	7.24	7.37	7.21		7.78	7.36	7.24	7.63	7.02	7.53	מחבנות כלל הסוכר	
	Dry Weight %	18.0	17.2	17.0				16.6	16.2	16.0				מחבנות החומר היבש	
	Monosaccharides %	8.42	8.27	6.98	5.85	6.23	5.88	8.54	8.54	7.28	7.94	8.14	7.26	מחבנות המונוסכרידים	
	Disaccharides %	1.46	1.51	2.00	1.61	1.34	1.42	1.58	1.25	2.58	1.49	1.30	3.02	מחבנות הדווסכרידים	
	Total sugar %	9.88	9.78	8.98	7.46	7.57	7.30	10.12	9.79	9.86	9.43	9.44	10.28	מחבנות כלל הסוכר	
	Polysaccharides %	4.16	3.72	3.51				4.19	3.67	3.15				מחבנות הפוליסכרידים	
Peel	Dry Weight %	24.0	24.2	22.6	21.2	20.8	20.8	24.2	24.4	22.5	23.6	4.32	23.0	מחבנות החומר היבש	
	Pectin %				2.92	3.60	3.80				3.60	4.32	4.07	מחבנות הפקטין	



עיקר הסתכלויותינו נערכו בפרדסים א' וב', אך בטבלאות 3 ו-5 מובאות גם בדיקות הפרי משני הפרדסים הנוספים. בדיקות פרדס ד', שנפגע בקרה פגיעה עזה, מאשרות את המימצא בפרדס ב'. בפרדס ג', שהפגיעה בו היתה קלה לעומת שני הפרדסים הנ"ל, נמצאו ערכים השרויים בין הערכים של הפרי הבריא ושל המוכה מאוד.

בדיקות הפרי, שהושאר על העץ אחרי שניזוק בקרה, הראו, שערכו לתעשיית-הלואי פוחת והולך הן מחמת הירידה המהירה של אחוז המיץ בו והן בשל ההפסקה בעליית מתכונת הסוכר. לפיכך השתדלנו לברר, הניתן להשבית את תהליך ההרס הזה ע"י קטיף הפרי זמן קצר ככל-האפשר אחרי הקרה ואחסנתו עד למועד העיבוד התעשייתי.

שינויים בפרי בעת אחסנתו. השינויים במתכונות המיץ והקליפה של פרי בריא מאוחסן לא נבדלו במידה ניכרת מן השינויים אצל הפרי הבריא שהושאר על העץ (טבלאות 3 ו-5). לעומת-כן הראו נסיונותינו לגבי פרי נגוע, כי ההשתנות, המהירה בפרי המחובר לעץ, נעצרת ופוחתת הרכבה אצל הפרי, שנקטף אחרי הקרה תיכף ואוחסן בטמפרטורה של החדר. במשך 4 שבועות ירד אחוז המיץ על העץ מן 33 אחוז ל-24 אחוז ואילו באחסנה מ-33 אחוז ל-31 אחוז בלבד.

ראוי לציין, שבפרי המאוחסן פחתה המריירות באופן יחסי יותר מאשר בפרי שנשאר על העץ. כך אחרי אחסנה של 4 שבועות היה מיץ הפרי של פרדס ב' נקי ממריירות, כנגד הפרי שעל העץ שהיה עדיין מר מאוד. התנהגות דומה של המריירות בפרי-בוסר מאוחסן נמסרה ע"י סמיש וגנז(20). פחת המשקל של תפוח-הזהב בזמן אחסנתו כמעט שאינו מושפע מנזקי הקרה. אחסנה של 25 יום המעיטה מפרי בריא (פרדס א') קצת פחות מ-6 אחוז של משקל-התחילה שלו ומפרי ניזוק (פרדס ב') כ-7 אחוז.

גם במתכונת הסוכר שבמיץ יעלה הפרי התלוש על המחובר. הדבר מתבלט יותר בחישוב כמות הסוכר לטונה פרי שבעת הקטיף הראשון, כנאמר למעלה (ראה טבלה 6). בחישוב זה אין מספרי השינויים של הרכב הפרי מושפעים מתנודות המשקל של הפרי בעת אחסנתו. הסוכר במיץ של טונה פרי על העץ ירד מ-25.39 ק"ג בתחילת פברואר ל-19.46 ק"ג בתחילת מרס, בעוד שהפרי, שנקטף מיד אחרי הקרה (בתחילת פברואר) ואוחסן, כמות הסוכר שלו בתחילת מרס היתה 24.71 ק"ג, ז"א גדולה ב-25 אחוז בערך.

טבלה 6 Table 6

כמות הסוכר בתפוזי בריאים וניזוקים בקרה של שנת 1950  
(ק"ג סוכר לטונה פרי שבעת הקטיף הראשון)

Sugar content of healthy and frostdamaged oranges during 1950  
(expressed as kg. of sugar per ton fruit at the time of the first harvest)

פרדס ב' (ניזוק) Grove B (damaged)							פרדס א' (בריא) Grove A (healthy)					
באחסנה (2) Stored fruit (2)			הפרי על העץ Freshly harvested fruit				באחסנה (1) Stored fruit (1)		הפרי על העץ Freshly harvested fruit			
Date	1.3	12.2	19.3	2.3	14.2	2.2	6.3	19.2	8.3	20.2	7.2	התאריך
Juice	24.71	23.62	16.98	19.46	24.00	25.39	29.86	31.90	31.10	29.71	31.19	המיץ
Sieve residue	17.16	16.42	21.69	19.82	19.57	20.13	16.20	15.29	17.68	15.97	15.71	שיירי
Peel	41.07	42.88	43.66	49.06	45.22	35.29	35.27	35.69	40.96	39.56	35.59	הסינון
Total	82.94	82.92	82.33	88.34	88.79	80.81	81.33	82.88	89.74	85.24	82.49	הקליפה
												סך הכל

(1) harvested on the 6.2.50

(2) " " " 2.2.50

(1) נקטף ב-6.2.50

(2) " " " 2.2.50



כיוון שאת ערך הפרי בתעשייה קובעים בעיקר מתכונת המיץ וטיבו, הרי הנתונים הנ"ל מראים, כי הפרי שניזוק טעון קטיפה מוקדם ככל-האפשר אחרי הקרה.

מידת כושרו של הפרי הניזוק למוצרים שונים כדי לברר, באיזו תוצרת של ת"ז מרירות המיץ של הפרי הניזוק מוחשית פחות, בחנו שלושה מוצרים: א. מיץ מפוסטר; ב. מיץ מרוכז; ג. ריבה.

בשר הפרי הניזוק טעמו מר מאוד, אבל ריבה עשויה ממנו דומה בטעמה לריבת חושש בעלת ריח נעים ואופייני לפרי-הדר. מוצר זה עלול להתקבל ברצון בשוק.

קבענו את דרגות המרירות של מיץ מפוסטר ומיץ מרוכז מפירות בריאים וניזוקים — מיד לאחר הכנת המוצר ואחרי תקופות שונות של אחסנתו. סיכום התוצאות בטבלה 7.

גבי מיץ מפוסטר, שהוכן מן הפרי הפגוע, נשארו באחסנה, אפילו לאחר 4 חדשים, כמעט כל המרירות וטעם-הלוואי הבלתי-נעים, האופייניים לפרי קפוא. אולם התרכיז, שהופק מאותו פרי, הפיג בזמן אחסנתו את המרירות במהירות רבה. — יותר מ-80 אחוז של המרירות נעלמו כבר כעבור 9 ימים, ובמשך 3 שבועות נסתלקו עקבותיה האחרונות. גם בדילוליו של המיץ המרוכז המאוחסן אין המרירות מורגשת. תופעה דומה של ירידת המרירות בזמן האחסנה נקבעה בתרכיזי תפוז, שהוכנו ממיץ פרי בלתי-בשל\*).

## דיון

בין נזקי-הקרה של תה"ז יש לראות כאחד הרציניים ביותר את ירידת אחוז המיץ. אחרי התקפות הקרה של השנים 1949 ו-1950 מצאנו בתפוחי-זהב שמוטי, שנשארו על העץ כ-30 יום נוספים, פחיתת מתכונת המיץ בשיעור של למעלה מ-30 אחוז. ביצ"ם (2) קבע ירידה של 10 אחוז בקרוב אצל זני תפוז שונים (כגון פינאפל, ולנסיה, מלט) בקליפורניה ובפלורידה, שיעור הנמוך הרבה מאותם שנמסרו בעבודה זו. התעכבות הקליפה של שמוטי מחמת הקרה צויינה גם גבי תפוחי-זהב ושינגטון-גיבל (12).

ירידת אחוז המיץ, המלווה הופעת חללי-אוויר בין פלחי הפרי וצמיחת-יתר של רקמות הקליפה, מורידה את המשקל הסגולי של הפרי. המספרים, שנמצאו במדידותינו, מתאימים לתוצאות בדיקותיו של תומס (12) שקבע ירידה מהירה וקבועה של המשקל הסגולי במשך חודש ימים אחרי הקרה.

למרות הפסד הכמות של המיץ בפרי הפגוע מצאנו, בניגוד לתוצאותיו של תומס (12), שהמתכונת היחסית של המרכיבים שנבדקו במיץ אינה נבדלת הבדל ניכר משל פרי בריא (ראה טבלה 3). לפיכך הכמות ההחלטית של סוכר המיץ ליחידת פרי (ראה טבלה 6) מתמעטת והולכת אצל הפרי הפגוע, לעומת הפרי הבריא, שבו היא אינה משתנית כמעט (ראה תמונה 3).

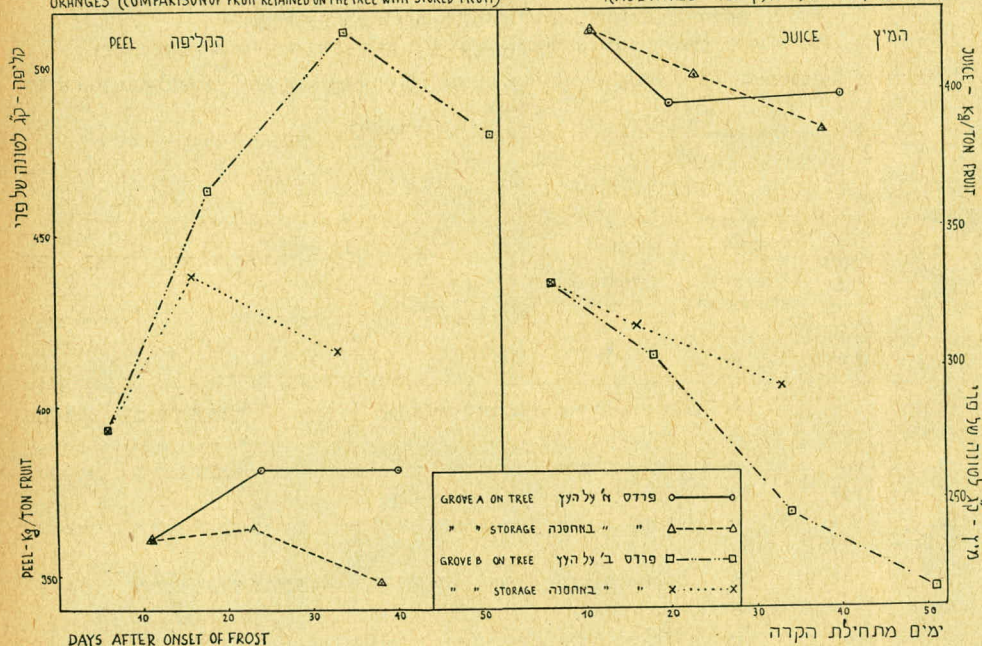
כיוון שפחת המיץ בפרי הקפוא אינו מביא לידי התרכזות מרכיביו נראה, שפחיתת המיץ אינה תהליך של איוד המים אלא היא תוצאה של נדידת המיץ כמו שהוא. לעומת כן נראה, שמתכונת הסוכר במיץ פרי בריא עולה בתקופת ההתפתחות הנדונה כתוצאה של התרכזות מתוך איוד המים, ולא מחמת הצטברות סוכרים, כי כלל כמותו של הסוכר במיץ אינו גדל בתקופת ההבשלה האחרונה. (ראה טבלה 6).

כפי שצויין לעיל, מראה הפרי, שניזוק בקרה והושאר על העץ, צמיחת-יתר ברקמות הקליפה. הקליפה מתעבה וכן עולה עלייה ניכרת משקל הקליפה ביחידת הפרי. אם גם כמות הסוכר בקליפה תבוטא במשקל ליחידת-פרי, כפי שעשינו במיץ, יימצא (ר' תמונה 3), כי עלייתה בפרי הניזוק מהירה הרבה מבפרי הבריא. העלייה המהירה נמשכת כחודש מזמן הקרה, אחרי-כן מסתמנת נטיה לירידה. לפי דרך-החישוב האמורה כמיות החומר היבש והפקטין אף הן גדולות בקליפת הפרי הקפוא מבקליפת הנורמלי.

הירידה בכמות הסוכר במיץ אפשר להסביר ע"י תהליכים שונים: נשימה מוגברת, חזרת הפח-



JUICE AND PEEL CONTENT OF HEALTHY AND FROST DAMAGED SHAMOUTI ORANGES ((COMPARISON OF FRUIT RETAINED ON THE TREE WITH STORED FRUIT))  
 מתכונת המיץ והקליפה בפרי שמוטי בריא ופרי נזוק בקרה (השוואה בין פרי שעל העץ בפרי שבאחסנה)



תמונה 3 Figure

מימות אל תוך העץ או נדידת המיץ לרקמות אחרות של הפרי. כיוון שהמאזן הכללי של הפחמימות בפרי כולו אינו משתנה כמעט (ראה טבלה 6), הרי ההנחה האחרונה מתקבלת על הדעת ביותר. אפשר לתאר, שמחמת הנזק הנגרם ע"י הקרה הסוכרים עוברים מבישרת הפרי לקליפה ומשמים שם בחלקם לסינטיזה של פחמימות מורכבות יותר ודרושות לבנין הקליפה המתעבה. כבר יונג (13) שער, שקרומי הפלחים של פרי ניוזק מאבדים את תכונת החדירות-למחצה (Semi Permeability). יתכן, שכאן צפונה הסיבה בנדידת תמיסת הסוכר אל רקמות ההקף של הפרי. גידול רקמות הקליפה דומה אולי להופעת טומורים בצמחים סוקולנטיים אחרי קרה, כפי שצויין ע"י הרוי (5).

נזקי הקרה של פרי שמוטי יגבילו במידה רבה את שיווקו. אף כי שיפוטן (11) מציע שיטת קטיפה, שתאפשר משלוח חלק הפרי לחוץ לארץ, יחזק רוב הפרי לניצול בתעשיית-הלואה. נסיונותינו ביררו, שדרך-כלל הפרי הניוזק לא יכשר לייצור של מיץ אלא של רכו, כי באחרון הטעם המר בעלם תוך זמן קצר ביהס. כיוון שבתוצרת תה"ז מוצרי המיץ, חוץ משמן אתרי, משיגים בשוק העולמי את המחירים הגבוהים ביותר, הרי ערך הפרי הניוזק תלוי הרבה בכמות המיץ שבו. לפי מסקנות נסיונותינו במשך שנתיים תפוקת המיץ מפרי קפוא פחותה בכ-30 אחוז לעומת הפרי הבריא, ז.א. כנגד ה-3 טונות פרי, ודרושות לטונה אחת מיץ אצל הפרי הבריא, מצריך הפרי הניוזק 4 טונות בערך. את מחירי הפרי הקפוא אפשר לקצוב בהתאם לכך. אמנם ריבוי כמות הקליפה יוסיף על ערך חומר-הגלם ליצרן, אבל תוספת זו תצא בגידול ההוצאות מחמת הטיפול בכמויות פרי גדולות יותר. הפרי, שנפגע בקרה פגיעה עזה מאוד או שהושאר על העץ תקופה ארוכה אחרי הקרה, אין לו ניצול אלא בתעשיית מוצרים מישניים (כוהל, מזון לבהמות וכו'). ערכו הנחות ייקבע ע"י מחירי המוצרים האלה.

(\*) הנתונים עדיין לא פורסמו.



טבלה 7 Table

המרירות במוצרים מתפוחי-זהב בריאים ומניזוקים  
(הערכים המספרים מציינים את חלקי המים, שהורידו את המרירות אל "סף המרירות")

Threshold bitterness of Citrus products made from healthy and frostdamaged fruit  
(see Table 4)

המרירות Threshold bitterness of products from		ימים אחרי ההכנה Days after preparation	האריזה Container	ה מ ו צ ר Name of product		תאריך ההכנה Date of preparation
תוצרת מפרי ניזוק frost- damaged fruit	תוצרת מפרי בריא healthy fruit					
2	3/8	0	Tin can פחית	Pasteurised juice מיץ מפוסטר		2.2.49
1.3/4	1/8	60				
2	3/8	0	Bottle בקבוק	Pasteurised juice מיץ מפוסטר		2.2.49
2	3/8	60				
15	2.5	0	Bottle בקבוק	Concentrate 62.5 <sup>0</sup> Brix תרכיז 62.5 <sup>0</sup> בריקס		16.1.49
0	0	77				
9.5	0	0	Bottle בקבוק	Concentrate 65.8 <sup>0</sup> Brix תרכיז 65.8 <sup>0</sup> בריקס		4.3.49
0	0	35				
1	—	0	Tin can פחית	Pasteurised juice מיץ מפוסטר		12.2.50
1	—	120				
5	—	0	Bottle בקבוק	Concentrate 41 <sup>0</sup> Brix תרכיז 41 <sup>0</sup> בריקס		12.2.50
0	—	25				
4	—	0	Bottle בקבוק	Concentrate 61.8 <sup>0</sup> Brix תרכיז 61.8 <sup>0</sup> בריקס		28.2.50
3/4-1/2	—	9				
0	—	23				

כמה חוקרים בחוץ לארץ (1, 6) גילו גבי ולנסיה, שהפרי על העץ מבריא והולך מחבלת הקרה. אנו לא מצאנו את הדומה בשמוטי. הסתכלויותינו בשמוטי הראו ברורות, שבפרי הניזוק שנשאר על העץ נמשכים תהליכי הקלקול והם מורידים במהירות את ערכו כחומר-גלם לתעשייה. את ההבדל יש לתלות, כנראה, בנסיבה, שהשמוטי כבר הגיע להבשלתו בעת הקרה ואילו את הולנסיה פגעה הקרה בתקופת ההתפתחות של הפרי.

על סגולותיו שמר במידה רבה שמוטי, שנקטף מיד אחרי הקרה. תצפיות אלו אינן מזדהות עם של תומס (12) וברטומלו (1). שהתחילו את נסיונות האחסנה שלהם כעבור שנים עד ארבעה שבועות מעת הקרה. בשנת 1949, כשהפרי אוסן על ידינו רק מקץ שלושה שבועות אחרי הקרה, גם אנו לא מצאנו הבדלי מהירות בקלקול בין פרי מאוסן לפרי על העץ.

נסיונותינו מלמדים איפוא, כי פרי שמוטי שנפגע בקרה יש להקדים את קטיפו ככל-האפשר. גם במקרה, שלקה בקרה שטח נרחב ואין בבתי-החרושת כדי קליטת כל הפרי מיד אחרי הפגיעה, עדיפים קטיפה מוקדמת של הפרי ואיסומו עד לשעת השיווק, אף כי הדבר עלול להעלות במידת-מה את ההוצאות בשל הטלטול הנוסף. בחישובים המשקיים יש ליתן את הדעת גם על נשירת הפרי הניזוק והפסד משקלו.



- (1) אצל תפוחי-זהב שמוטי, שניזוקו בגלי הקרה שפקדו את הארץ בשנים 1949 ו-1950, נחקרו הרכב הפרי וסגולותיו הפיסיות מבחינת כושרו כחומר-גלם לתעשיית-הלוא. הושאו סגולות הפרי בסמוך לקטיף ולאחרי אחסנה.
- (2) על-פירוב לא נגלו שום שינויים במראה החיצוני של הפרי הניזוק, אך היו סימנים ברורים של נזק בפנים הפרי, כגון חללי אויר בין הפלחים, התיבשות בשר-הפרי, התגבשות הספרידין על קרומי הפלחים והתעבות הקליפה.
- (3) בפרי הניזוק ירד המשקל הסגולי ופחתה כמות המיץ, כנגד עליית משקלם של הקליפה ושיירי-הסינון. מתכונות כלל המוצקים המסיסים במיץ, הסוכר והחומצה האסקורבית וכן מתכונות השמן האתרי והפקטין בקליפה לא הושפעו ע"י הקרה כמעט. אחוז הסוכר בקליפה של הפרי הפגוע היה נמוך מבקליפת הבריא.
- (4) מרירות המיץ היתה בכל התאריכים מורגשת בפרי הפגוע יותר מבבריא. בעוד שאצל הבריא מרירות זו נעלמת מהרה ביחס אגב ההבשלה, הרי בפרי הניזוק ירידתה אטית מאוד.
- (5) מתכונת הסוכר בתפוחי-זהב בריאים עולה והולכת בתקופת ההבשלה, מה שאין כן גבי הפרי שניזוק בקרה. עליית ריכוז הסוכר בפרי הבריא, סיבתה כנראה באיבוד המים ולא בהצטברות סוכרים.
- (6) חישוב כמויות המרכיבים בפרי לטונה של שעת הקטיף הראשון הראה, שנוקי הקרה מורידים את כמות הסוכר במיץ אבל אינם משנים כמעט את כמותו בפרי כולו. על סמך מימצא זה הובעה ההשערה, כי הסוכרים נעים מבישרת הפרי הפגוע אל קליפתו, שהיא נתונה בגידול מזורז.
- (7) גילויי הנזקים בפרי מתמעטים, כשהוא נקטף תיכף אחרי הקרה ומתאחסן בטמפרטורת החדר.
- (8) נבדק ונמצא, שהפרי הפגוע יכשר פחות למיץ מפוסטר ויותר לתרכיז, כי בראשון אין המרירות מסתלקת בזמן האחסנה, ואילו באחרון היא נעלמת כעבור 2-3 שבועות.

# REFERENCES

1. BARTHOLOMEW E.T., SINCLAIR W.B. and HORSPOOL R.P., 1950. Freeze injury and subsequent seasonal changes in Valencia Oranges and Grapefruit. Calif. Agr. Exp. Sta. Bul. 719.
2. BEACHAM L.M., 1941. Studies of Florida and California oranges in regard to the relationship of frost damage to juice content. Jour. Ass. Off. Agric. Chem 24, 788-93.
3. FAWCETT H.S., 1936. Citrus diseases and their control. McGraw Hill Book Co. N.Y.
4. GONZALES L.G., 1948. Effects of Freezing on the respiration rate of oranges and lemons. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 51, 132-6.
5. HARVEY R.B., 1918. Hardening process in plants and developments from frost injury. Jour. Agric. Res. 15, 83-111.
6. HILGEMAN R.H., SMITH J.G., 1937. Low temperature injury to citrus in the Salt river Valley of Arizona. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 35, 138-42.



7. MENDEL K., Frost damage to orange groves, January—February 1950. — unpublished data.
8. MILLIKEN C.S., TYLOR A.R. BONNS W.W. and WEBBER H.J., 1919. A study of the freeze of 1913 in California. Cal. Agr. Exp. Sta. Bull. 304, 247—315.
9. SAMISCH Z. and COHEN A., 1949. Composition of Oranges in Israel. Agric. Research Station, Rehovot, Bul. 51.
10. SAMISCH Z. and GANZ H., 1950. Some observations on the bitterness of Shamouti oranges. The Canner 110, No. 23—25.
11. SHIFTAN S.L., 1945. Frost injury to citrus fruits and the conditions favouring its occurrence in Palestine. Pal. Jour. Bot. R. Series 5, 96—105.
12. THOMAS E.E., YOUNG H.D. and SMITH C.O., 1919. Changes that take place in frozen oranges and lemons. Cal. Agr. Exp. Sta. Bul. 304.
13. YOUNG H.D., 1915. The composition of frozen oranges and lemons. Ind. Eng. Chem. 7, 1038—41.