

עצי פרי וגבן

תפוחים ברמת הגולן*

על חשיבות הסידן במניעת התפתחות מחלות פיזיולוגיות בתפוחים מזן גרנד אלכסנדר ברמת הגולן

רות בן-אריה, מוסיה זידמן, צבי שושני, סוזן לוריא,

המחלקה לאחסון פירות וירקות, מינהל המחקר החקלאי

תקציר

נערכו ניסויים לשפר את כושר ההשתמרות של תפוחי גרנד אלכסנדר מרמת הגולן ע"י העלאת תכולת הסידן בפרי באמצעות ריסוס מטע בחנקת סידן וטבילות לאחר הקטיף בכלוריד הסידן. ריסוס המטע אמנם העלו את רמת הסידן בפרי בהשוואה לביקורת בלתי מרוססת, אבל לא השפיעו על שיעור המחלות הפיזיולוגיות שהתפתחו באחסון. טבילות לאחר הקטיף בתמיסות של כלוריד הסידן, בתוספת אמצעים שונים להגברת חדירת התמיסה לפרי, העלו את רמת הסידן וגם הפחיתו את שיעורי המחלות הפיזיולוגיות. ברם, מעל סף מסוים, העלאה נוספת בתכולת הסידן לא הביאה להפחתה נוספת בשיעורי התפתחות המחלה. נראה איפוא, שבזן זה הסידן אינו הגורם הבלעדי האחראי להתפתחות מחלות פיזיולוגיות. התוצאות של שלוש שנות ניסויים מצביעות על כך שברמת הגולן היעילות של ריסוס המטע בחנקת סידן נמוכה, אך ניתן להשיג תוצאות טובות מטבילות לאחר הקטיף בתמיסת כלוריד הסידן 2% כתוספת לד.פ.א. הנהוג.

הזן גרנד אלכסנדר, הגדל באיזור רמת הגולן, אינו שונה רק מבחינה מורפולוגית מאותו זן הגדל באזורי הגידול המסורתיים שלו בארץ, כי אם גם מבחינת כושר השתמרותו באחסון. מחלת הגומה המרה, שברוב המטעים מודברת יפה ע"י ריסוסים בחנקת הסידן, פוגעת בשנים מסוימות בשיעור ניכר בגרנד ברמת הגולן, למרות שהריסוסים בחנקת סידן ניתנים כנהוג. כמו כן, פרי זה הראה רגישות ניכרת לשתי מחלות פיזיולוגיות אחרות – השחמת הליבה והתפרקות פנימית – שכמעט ולא היו מוכרות קודם לכן בארץ. מאחר וידוע מהספרות העולמית שגם שתי המחלות הללו קשורות לתכולת הסידן בפרי (4, 8, 9, 11, 12, 14), נערכו ניסויים להעלות את רמת הסידן ע"י טיפולים שונים לפני ואחרי הקטיף, במטרה לשפר את כושר השתמרות הפרי משך אחסונו באוירה מבוקרת.

חומרים ושיטות

משך שלוש שנים רצופות (1979–1981) נערכו ניסויים בחלקות מטע הגרנד של מרום הגולן במטרה להעלות את רמת הסידן בפרי ולשפר ע"כ את כושר השתמרותו באחסון. ניסויי המטע – הטיפול הסטנדרטי של 6–5 ריסוסי חנקת סידן 1%, הניתנים מדי 10–15 ימים לקראת הקטיף, הושווה עם

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1983, מס' 1357.

9-12 ריסוסים שבועיים ועם ביקורת לא מרוססת (בשנת 1981 החלקה רוססה בטעות בשני ריסוסי חנקת-סידן לפני תחילת הניסוי). אמצעים אחרים שנקטו להעלאת קליטת הסידן ע"י הפרי במטע ולשיפור כושר השתמרותו היו: א) שינוי ה-pH של התרסיס ע"י הוספת מימת הסידן 1%. ב) הפחתת מתח הפנים של התרסיס ע"י הוספת המשטח L-77. ג) השפעת ריסוסי סידן זרחתי, שנמצא יעיל באנגליה (5); נבדקה בכל שנה בתרכובת אחרת: 1) סידן חד-זרחתי (CaHPO_4) ב-1979. 2) סידן תלת-זרחתי ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$) ב-1980. 3) תכשיר מסחרי של זרחן וסידן Seniphos המיוצר ע"י החברה האנגלית Hammerhill International Ltd. כל הריסוסים ניתנו עם משטח טריטון X-100, 0.025% (פרט לאלה שניתנו עם L-77), במרסס גב מוטורי בנפח 6 ליטר לעץ, עד נגירה.

כל ניסוי תוכנן ב-5 בלוקים אקראיים שהכילו עץ אחד לכל טיפול עם עצי הפרדה ביניהם. בעת הקטיפ נדגמו מכל אזורי העץ 70 פירות בגודל המייצג את מירב הפרי על העץ. מצב הבשלת הפרי בעת הקטיפ הוגדר ע"י בדיקת מוצקות, כלל המוצקים המומסים (כ.מ.מ.), שיעור החומצה ושיעור העלמות העמילן (בדיקת יוד) ב-10 פירות. ההרכב המינרלי נבדק ב-10 פירות אחרים ו-50 פירות מכל חזרה אוחסנו.

טבילות לאחר הקטיפ – פרי שנקטף מעצי הטיפול הסטנדרטי ב-1979 (6 ריסוסי חנקת סידן) ומעצים בלתי מרוססים ב-1980 וב-1981 נטבל למחרת הקטיפ בדיפניל-אמין (ד.פ.א. 2000 ח"מ) בתוספת כלוריד הסידן. ב-1979 נבדקה השפעת הוספת קלטרוול (Keltrol) 0.3% לתמיסות כלוריד הסידן בריכוז 2% ו-4% (10). ב-1980 וב-1981 הושוותה טבילה בתמיסת כלוריד הסידן 2% בטמפרטורת החדר (25 מ"צ) עם טבילות בתמיסות קרות (0 מ"צ) עם ובלי תוספת של המשטח L-77 בריכוזים שונים (6). משך הטבילה בתמיסה החמה היה 20 שניות כמקובל ומשך הטבילה בתמיסה הקרה היה 15 דקות. כל טיפול ניתן ל-3 או 4 תיבות פרי

שהכילו 50 פירות כ"א. מיד לאחר הטיפול כל הפרי אוחסן. תנאי האחסון – כל הפרי אוחסן בתנאי אוויר מבוקרת בהרכב גזים שנמצא מתאים ביותר לגרנד מאיזור רמת הגולן, דהיינו 1.5% פחדו"ח ו-2% חמצן (1). טמפרטורת האחסון היתה 0 מ"צ או 1- מ"צ, ובטיפולים מסוימים הושוו שתי טמפרטורות האחסון. הלחות היחסית היתה 90%-95%. הפרי אוחסן משך 6-7 חודשים ולאחר מכן הוחזק ב-20 מ"צ משך 5 או 6 ימים בחיי מדף. בדיקת הפרי – מחצית הפרי נבדקה בעת ההוצאה מהקירור ומחציתו לאחר חיי מדף – כלומר 25 פירות מכל חזרה בכל מועד. בדיקת הפרי כללה: 1) הגדרת המחלות הפיזיולוגיות – גומה מרה, התפרקות פנימית והשחמת הליבה; 2) בדיקת מוצקות, כ.מ.מ. וחומצה. פרי עם 3 או פחות נקודות גומה מרה נחשב כנגוע קל ולא נכלל באחוזי מחלה זו, המופיעים בטבלאות התוצאות. השחמת הליבה הוגדרה כקלה או קשה והמדד חושב כסכום של אחוז הפרי עם השחמה קלה וכפליים אחוז הפרי עם השחמה קשה. הערך המירבי לפיכך הוא 200. מחלת ההתפרקות הפנימית לא דורגה לפי עוצמת הפגיעה, מאחר וגם פגיעה קלה במחלה זו פוסלת את הפרי לאכילה. בדיקות מינרליות – בשנת הניסוי הראשונה נעשתה הדגימה לבדיקות מינרליות ע"י קילוף הפרי ודגימת דיסקיות מהציפה באיזור המשווה ב-3 אתרים מהיקף הפרי כלפי פנים: מתחת הקליפה (2-10 מ"מ) ליד צינורות ההובלה (12-20 מ"מ) וליד בית הזרעים (22-30 מ"מ). בשנתיים הבאות נדגמו מכל פרי שני פלחי אורך, זה מול זה, שהיו כשמינית הפרי. הפלחים קולפו, בית הזרעים הורחק והציפה נחתכה לקוביות. דגימות הקליפה והציפה יובשו בתנור ב-85 מ"צ או בהקפאה ותת-לחץ. לאחר טחינת האבקה היבשה, היא נעכלה בחומצה גפריתנית. היסודות חנקן וזרחן נבדקו באוטו-אנליזה, אשלגן בפוטומטר-שלהבת וסידן ומגניזיום בבליעה אטומית. בדיקת הסידן נעשתה בנוכחות לנטנום אוקסיד (La_2O_3 1%).

תוצאות

א. ניסויי המטע

הגדלת מספר ריסוסי חנקת הסידן, מעל 5-6 הריסוסים הנהוגים, לא העלתה את תכולת הסידן בפרי בשנים 1979 ו-1980 (טיפולים 2 ו-3 - טבלה 1). כמו כן לא היתה כל השפעה להגדלת מספר הריסוסים על מוצקות הפרי בעת הקטיפה או על שיעור המחלות הפיזיולוגיות שהתפתחו משך האחסון. הטיפול הסטנדרטי בחנקת-סידן העלה באופן ניכר את רמת הסידן בפרי בהשוואה לפרי בלתי מרוסס (ב-1980), וגם

השפיע בצורה מובהקת על מוצקות הפרי ועל שיעור ההתפרקות הפנימית לאחר 7 חודשי אחסון. ברם, בשנת 1981 השוואת הטיפול הסטנדרטי עם הביקורת (שקיבלה שני ריסוסים בחנקת סידן), לא הראתה כל יתרון לתוספת 4 ריסוסים. אפילו כשרמת הסידן בפרי הועלתה בצורה מובהקת ע"י הוספת המשטח L-77 או מימת הסידן, לא נתקבלה השפעה נוספת על מוצקות הפרי או על שיעורי המחלות הפיזיולוגיות שהתפתחו באחסון (1980, 1981). שיעורי הגומה המרה בשנתיים אלו היו נמוכים אך השחמת הליבה

טבלה 1: השפעת שינויים במשטר ריסוסי המטע בחנקת סידן (ח"ס) על כושר השתמרות תפוחים מזן גרנד אלכסנדר באחסון באוירה מבוקרת.

ה ט י פ ו ל		חכולת הסידן בציפה (ח"מ)	מוצקות הפרי (ק"ג)		שיעור המחלות הפיזיולוגיות בתום האחסון		
			בקטיף	בתום האחסון	גומה מרה (%)	התפרקות פנימית (%)	מדד השחמת הליבה*
1979 - 6 חודשי אחסון ב-0 מ"צ							
2. סטנדרטי - 5 × ח"ס 1%	307	7.1	5.2	27	17a	3	
3. 9 × ח"ס 1%	295	7.2	5.3	20	14a	4	
4. 5 × סידן חד-זרחתי 1%	338	7.0	4.9	31	43b	5	
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	

1980 - 7 חודשי אחסון ב-1 מ"צ							
1. ביקורת-ללא ריסוס	333a	6.7	4.4a	2	60a	40	
2. סטנדרטי - 5×ח"ס 1%	357ab	6.6	4.8b	2	16b	15	
3. 12 × ח"ס 1%	324a	6.5	4.9b	2	8b	16	
4. 6 × סידן תלת-זרחתי 1%	331a	6.6	4.9b	1	22b	45	
5. סטנדרטי + מימת הסידן 1%	385b	6.6	4.8b	2	15b	48	
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	

1981 - 7 חודשי אחסון ב-1 מ"צ							
1. 2 × ח"ס 1%	382ab	7.0	6.0	7	40	15	
2. סטנדרטי - 6×ח"ס 1%	348a	7.4	5.9	2	27	10	
4. סטנדרטי + 4×סניפוס	425b	7.2	5.8	4	36	8	
5. סטנדרטי + 4×מימח הסידן 1%	417b	7.1	6.0	10	31	17	
6. סטנדרטי + 4 × L-77 0.1%	476c	6.9	5.9	1	30	17	
	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	

a.b.c. - מספרים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות של 5%.
* מדד השחמת הליבה = %פרי עם נגיעות קלה + 2 × % פרי עם נגיעות קשה.

בצורה מובהקת.
מענין לציין שריבוי במספר ריסוסי חנקת
סידן ב-1981 השפיע יותר על רמת החנקן
בפרי מאשר על רמת הסידן (טבלה 2) וגרם
לכך שיווצר יחס חנקן לסידן גבוה יותר.

וההתפרקות הפנימית לא הופחתו עוד ע"י
העלאת רמת הסידן. המלחים השונים של
סידן זרחן (טיפול 4) לא שיפרו את כושר
השתמרות הפרי באחסון וב-1979 שיעור
ההתפרקות הפנימית אף הוגבר ע"י טיפול זה

טבלה 2: השפעת ריסוסי חנקת סידן 1% על ההרכב המינרלי של ציפת פירות גרנד במרום הגולן.

מס' ריסוסי חנקת סידן	חנקן	אשלגן	סידן	חנקן/סידן	אשלגן/סידן
1979					
5	0.29	0.93	0.030	9.8	31.0
9	0.28	0.92	0.026	10.9	35.4
1980					
0	0.20a	0.98	0.033	6.1a	29.7
6	0.26b	1.03	0.036	7.2a	28.6
12	0.30c	1.01	0.032	9.4b	31.6
1981					
2	0.34	0.97	0.038a	8.9ab	25.5ab
6	0.33	1.00	0.034a	9.7b	30.2b
1% L- 77 + 6	0.34	0.96	0.048b	7.3a	20.0a

a.b.c. - מספרים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות של 5%.

הריכוזים תוספת קלטרול גרמה נזק
בעדשתיות הפרי, במיוחד בטיפול של 4%
כלוריד הסידן.

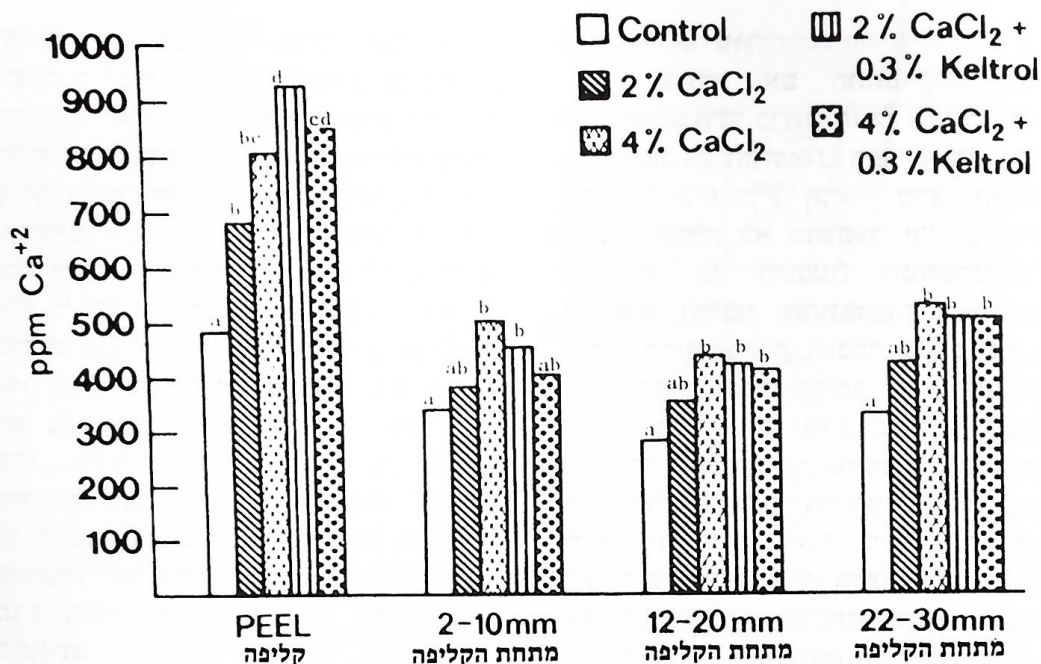
בשנת הניסויים השניה, נבחנו שתי גישות
לשיפור קליטת הסידן מתמיסת כלוריד
הסידן: (א) תוספת משטחים שונים; (ב) יצירת
הפרש טמפרטורות בין הפרי לבין התמיסה.

בציור 2 נראית התוספת במשקל הפרי
שנטבל בתמיסות כלוריד הסידן שהכילו
משטחים שונים. המשטחים היעילים ביותר
היו L-77 ו-Amway, אולם האחרון גרם נזק
לפרי, ולכן בהמשך נבדק רק ה-L-77. בציור 3
נראה שמשקל הפרי עלה עם העלאת ריכוז
המשטח והארכת משך הטבילה. בריכוז מעל
L-77 0.1% נגרמה השחמה פנימית בפרי.

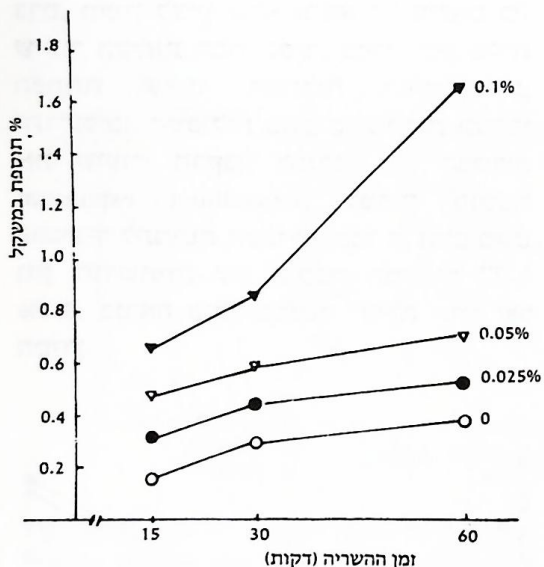
הגברת הקליטה ע"י טבילת פרי חם
(בטמפרטורת הסביבה) בתמיסה קרה

ב. טבילות לאחר הקטיפה

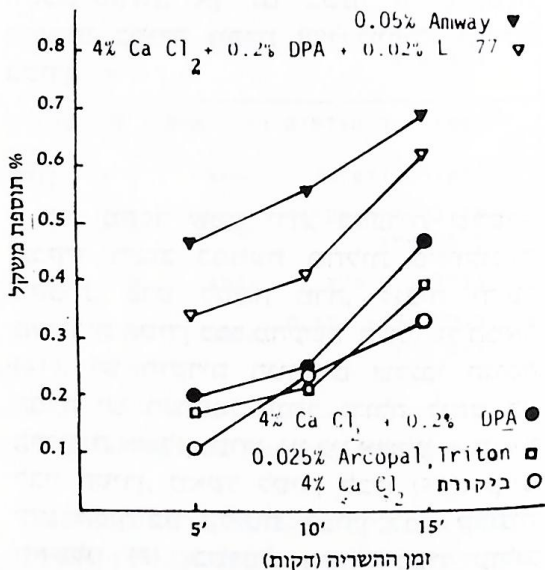
מאחר שתוספות לריסוסי המטע משך
העונה לא מנעו לחלוטין את הופעת המחלות
הפיזיולוגיות באחסון, נוסו שיטות שונות של
טבילת הפרי הקטוף. בשנת 1979 הושו שני
ריכוזים של כלוריד הסידן עם ובלי המעבה
קלטרול. העלאת רמת הסידן באזורי הפרי
כתוצאה מטיפולים אלה נראית בציור 1.
טבילת הפרי ב-2% או ב-4% כלוריד הסידן
העלתה את ריכוז הסידן בכל חלקי הפרי.
תוספת הסידן בכל השכבות היתה פחות או
יותר ביחס ישר לריכוזו בתמיסת הטבילה.
הקלטרול שיפר את קליטת הסידן מתמיסת
2% כלוריד הסידן, והרמה בפרי השתוותה
לרמתו בפרי שנטבל ב-4% כלוריד הסידן ללא
קלטרול. ברם, תוספת קלטרול לא שיפרה
את הקליטה מתמיסה בריכוז 4%. בשני



ציור 1: השפעת טבילת הפרי הקטוף בתמיסות כלוריד הסידן בריכוזים שונים על פיזור הסידן באזורים שונים בפרי.
a.b.c.d. – עמודות עם אותיות שונות נבדלות במובהקות של $p = 0.05$ לפי מבחן הטווחים המרובים של דנקן.



ציור 3: השפעת ריכוז המשטח L-77 בתמיסת סידן כלוריד על שיעורי הקליטה ע"י תפוחי גרנד.



ציור 2: השפעת סוג המשטח על קליטת תמיסת סידן כלוריד ע"י תפוחי ענה.

טמפרטורה שונים על קליטת תמיסת כלוריד הסידן ע"י הפרי. ככל שגדל ההפרש בטמפרטורה בין הפרי לבין התמיסה, עלתה כמות התמיסה שנקלטה ע"י הפרי, כפי שמעידה העליה במשקלו.

מבוססת על ההנחה שבעת התקררות הפרי, האוויר בחללים הבין-תאיים מתכווץ ויוצר תת-לחץ בפרי, השואב את התמיסה הסובבת את הפרי, להשוואת הלחצים בין הפרי וסביבתו. בציור 4 נראית השפעת הפרשי

ג. תנאי אחסון

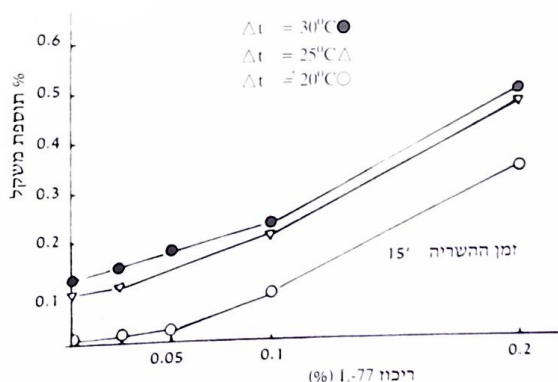
כדי לוודא אם ההתפרקות הפנימית המופיעה בגרנד ברמת הגולן היא תוצאה של נזק צינה או הזדקנות, הפרי אוחסן באוויר מבוקרת ב-0 מ"צ וב-1 מ"צ. התפתחות הגומה המרה לא הושפעה ע"י טמפרטורת האחסון, אך השפעת הטמפרטורה על השחמת הליבה וההתפרקות הפנימית לא היתה חד-משמעית (טבלה 4). בשנת 1979 התפתחה השחמת הליבה יותר בטמפרטורה של 1- מ"צ, אך ב-1981 הפחיתה טמפרטורה זו בצורה מובהקת את שיעור הפגיעה במחלה. בשני הניסויים לא היתה לסידן כל השפעה על מחלה זו. לעומת זאת, ב-1981 ההתפרקות הפנימית ב-1- מ"צ היתה רבה בהשוואה לאחסון ב-0 מ"צ, והופחתה במידה ניכרת ע"י טיפול בסידן. הפרי היה יותר קשה ב-0 מ"צ מאשר ב-1- מ"צ, הודות לשיעור התפרקות נמוך יותר. ברם, בשנת 1979 לא היו הבדלים בהתפתחות ההתפרקות הפנימית בין שתי הטמפרטורות, אך גם בשנה זו שיעוריה הופחתו במידה ניכרת ע"י טיפולי טבילה בסידן.

דיון

מזה מספר שנים ידוע בספרות שלסידן תפקיד חשוב במניעת מחלות פיזיולוגיות נוספות, פרט לגומה מרה, לגביה ידועה מעורבות הסידן כבר מהעשור השני של המאה (14). יש חוקרים הטוענים שלגבי הגומה המרה יש משמעות יותר גדולה ליחס בין היסודות אשלגן וסידן, או בין אשלגן + מגניזיום לבין הסידן, מאשר לסידן לבדו (15). קיים יחס הפוך בין קליטת הסידן לבין קליטת האשלגן (7). כשרמת הסידן בפרי עולה, יורדים במקביל רמת האשלגן ושיעור הגומה המרה. כפי הנראה משותפים אתרי הקשירה בתא לשני היסודות האלה וקיימת תחרות בין היסודות על אתרים אלה. רמת הסידן המוזכרת בספרות כמספיקה למניעת הופעת מחלות פיזיולוגיות, שונה לגבי הזנים השונים באזורי גידול שונים, אך עפ"י היא בין 200 ל-300 ח"מ חומר יבש בציפת הפרי (3).

השפעת הטיפולים הנ"ל על כושר השתמרות הפרי באחסון מתוארת בטבלה 3. עריכת השוואות בין הטבלאות 1 ו-3 מורה על יעילות הרבה יותר טובה של טבילות לאחר הקטיפה בהעלאת רמת הסידן בפרי, לעומת הריסוסים. בשנת 1979 בטיפול הריסוס היעיל ביותר הגיעה רמת הסידן ל-377 ח"מ, ואילו לאחר טבילה ב-4% כלוריד הסידן, נתקבלה תכולת סידן של 474 ח"מ. גם בשנת 1980 העלו הריסוסים את רמת הסידן מ-333 ח"מ בביקורת ל-385 ח"מ בטיפול הטוב ביותר, ואילו לאחר טבילה ב-2% כלוריד הסידן בתוספת 0.1% L-77 הושגה רמה של 587 ח"מ, רמה גבוהה זו של סידן התבטאה במוצקות רבה יותר של הפרי, ובתקופת חיי המדף הפרי לא התרכך, כפי שקרה בפרי הביקורת.

כל טיפולי הטבילה הפחיתו את שיעורי הגומה המרה וההתפרקות הפנימית בהשוואה לביקורת, אך לא השפיעו על השחמת הליבה. ברם, מעניין לציין שלא נמצא כל מתאם בין שיעור העלאת רמת הסידן בפרי לבין מידת הפחתת שיעור המחלות הפיזיולוגיות. יתר-על-כן, הטבילות בתמיסות קרות הגבירו את שיעורי הרקבון שנגרמו ע"י הפטריה *Penicillium expansum*, למרות הוספת פונוגיציד לתמיסת הטבילה. כמו כן נגרם מעט נזק לעדשתיות ע"י הוספת המשטח L-77 0.1%, כנראה בגלל קליטה יעילה יותר של הסידן.



ציור 4: השפעת הפרש הטמפרטורה בין התמיסה והפרי וריכוז המשטח L-77 על שיעור קליטת התמיסה ע"י תפוחי גרנד

טבלה 3: השפעת טבילות בכלוריד הסידן לאחר הקטיפה על כושר השתמרות תפוחים מון גרנד אלכסנדר מרמת הגולן באוירה מבוקרת.

שיעור המחלות הפיזיולוגיות			מוצקות הפרי (ק"ג)		תכולת הסידן בציפה (ח"מ)	ה ט י פ ו ל
מדד השחמת הליבה	התפרקות פנימית (%)	גומה מרה (%)	אחרי 6 ימי חי מדף	בהוצאה מקירור		
1979 - 6 חודשי אחסון ב-0 מ"צ - פרי מעצים שקבלו 5 ריסוסי חנקת סידן 1%						
7	17b	27b	4.0a	5.2a	304a	1. ביקורת (דפ"א)
6	9a	17a	5.2ab	5.8b	344ab	2. 2% כלוריד הסידן
12	2a	16a	5.5c	5.6ab	376bc	3. כנ"ל+0.3% קלטרול
4	0a	13a	5.4bc	5.4ab	474d	4. 4% כלוריד הסידן
8	0a	13a	5.4bc	5.5ab	427cd	5. כנ"ל+0.3% קלטרול
ל.מ.						
1980 - 7 חודשים ב-1 מ"צ - פרי מעצים בלתי מרוססים						
44	91b	5	2.6a	4.4	329a	1. ביקורת (דפ"א)
63	3a	2	4.6b	4.6	406b	2. 2% כלוריד סידן ב-25 מ"צ
57	15a	5	4.3b	4.2	502c	6. כנ"ל - 0 מ"צ
67	10a	4	4.7b	4.6	523c	7. כנ"ל+77-L-0.01% ב-0 מ"צ
60	12a	3	4.7b	4.5	587d	8. כנ"ל+77-L-0.1% ב-0 מ"צ
ל.מ.		ל.מ.		ל.מ.		
1981 - 7 חודשים ב-1 מ"צ - פרי מעצים שקבלו 6 ריסוסי חנקת סידן						
16	47b	24b	4.6	4.7	344a	1. ביקורת (דפ"א)
25	22a	14a	4.5	4.7	350a	2. 2% כלוריד הסידן ב-25 מ"צ
17	25a	16ab	4.6	5.0	392b	6. כנ"ל ב-0 מ"צ
10	30a	20b	4.7	4.8	392b	8. כנ"ל +77-L-0.1% ב-0 מ"צ
ל.מ.			ל.מ.	ל.מ.		

a.b.c.d. - מספרים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות של 5%.

לבין הופעת הגומה המרה. הריסוסים בחנקת סידן לא העלו את רמת הסידן בפרי ועפ"ר גם לא השפיעו על המחלות הפיזיולוגיות שהתפתחו באחסון. אף כשהועלתה רמת החנקן בעקבות ריבוי הריסוסים, לא הושפע כושר השתמרות הפרי באחסון. יש לציין שבאזורי הארץ האחרים בהם מגדלים תפוחים נודעת השפעה חיובית לריסוסים בחנקן סידן על מניעת התפתחות גומה מרה באחסון.

קיימות גם קביעות לגבי היחסים הרצויים בין חנקן לסידן (מתחת ל-10) (3) ובין אשלגן לבין סידן (מתחת ל-30) (13), אולם גם ערכים אלה עשויים להיות שונים באזורי גידול שונים ובזנים שונים. מכל מקום, בתפוחי גרנד ממרום הגולן נמצאה רמת סידן מעל 300 ח"מ גם ללא ריסוסי חנקת-סידן ויחס חנקן/סידן מתחת ל-10. אמנם יחס אשלגן/סידן היה לעיתים גבוה (30-35) אך לא נמצא מתאם בין ערכיו בשנים השונות

טבלה 4: השפעת טמפרטורת האחסון על הופעת מחלות פיזיולוגיות בתפוחים מזן גרנד אלכסנדר באחסון באווירה מבוקרת, ותגובתן לטיפול סידן.

טיפול הטבילה	מוצקות הפרי בהוצאה מקירור		התפרקות פנימית (%)		מדד השחמח הליבה	
	0 מ"צ	1 - מ"צ	0 מ"צ	1 - מ"צ	0 מ"צ	1 - מ"צ
1979 - 6 חודשי אחסון						
ביקורת (דפ"א)	5.6	5.6	32b	17	0	15
4% כלוריד הסידן + קלטרול 0.3%	5.8	5.9	0a	0	16	25 ל.מ.
1981 - 7 חודשי אחסון						
ביקורת (דפ"א)	5.1ab	4.7a	2a	47c	58c	20.ab
2% כלוריד הסידן ב-25 מ"צ	5.2b	4.7a	0.a	22b	33bc	25.ab
2% כלוריד הסידן ב-0 מ"צ	5.4b	5.0ab	0.a	25b	53c	0.a

a.b.c. - מספרים עם אותיות שונות בכל קבוצת מדידה נבדלים ברמת מובהקות של 5%.

עוד יותר את רמת הסידן בפרי, לא גרמה להפחתה נוספת בשיעור הגומה.

לסיכום, נראה שהתועלת הצפויה מריסוסים בחנקת סידן לתפוחי גרנד אלכסנדר מרמת הגולן, מזערית ועדיפה טבילת הפרי לאחר הקטיף בתמיסת כלוריד הסידן 2% כתוספת לטיפול הנהוג בדפ"א וחומרי ההדברה, לשמירת הפרי בפני התפתחות מחלות פיזיולוגיות באחסון. עם זאת, לא בכל שנה תהיה ההשפעה של טיפול זה מלאה; כפי הנראה קיימים עוד גורמים פרט לרמת הסידן בפרי, שאינם ידועים לנו עדיין, הקובעים את רגישות הפרי לגומה מרה ולהתפרקות פנימית.

הבעת תודה

מחקר זה מומן ע"י הקרן הדו-לאומית למחקר חקלאי (קמ"ח - BARD) מס' I-53-79.

חובה נעימה לנו להודות לצוות הנוטעים ממרום גולן על עזרתם הרבה בעת ביצוע

טבילת הפרי הקטוף העלתה את רמת הסידן בפרי בצורה משמעותית יותר מאשר ריסוסי מטע ואף הפחיתה את שיעור הגומה המרה וההתפרקות הפנימית וע"כ שיפרה את כושר השתמרות הפרי.

בעזרת שינויים בשיטת הטבילה אף ניתן היה להחדיר יותר סידן לפרי, אך התועלת בכך היתה מוטלת בספק. מצד אחד לא היתה הפחתה משמעותית נוספת בשיעורי המחלות הפיזיולוגיות, בהשוואה לרמתם בפרי שנטבל בשיטה הסטנדרטית (2% כלוריד הסידן עם דפ"א ב-25 מ"צ 20 שניות), ומאידך, לעיתים נגרם אף נזק כלשהו ע"י הטיפול. כך, לדוגמה, תוספת המעבה קלטרול או המשטח L-77 החדירה יותר סידן, אך נגרם נזק לעדשתיות, וטבילה בתמיסה קרה לפרקי זמן ארוכים יחסית הגבירה את שיעור הרקבון בפרי.

ממצאים דומים מדווחים מאוסטרליה (12), שם השיגו הדברה טובה של גומה מרה ביונתן ע"י טבילה קצרה בתמיסת כלוריד הסידן, אך הארכת משך הטבילה, שהעלתה

HortScience 11: 504-505.

11. Mason, J.L. and B. Drought, and J.M. McDougald. 1974. Effect of calcium chloride dip on senescent breakdown, firmness and calcium concentration in 'Spartan' apple. HortScience 9: 596.
12. Scott, K.J. and R.B.H. Wills. 1975. Postharvest application of calcium as a control for storage breakdown of apples. HortScience 10: 75-76.
13. Sharples, R.O. 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In "Mineral Nutrition of Fruit Trees". Butterworths, London-Boston. pp. 17-28.
14. Shear, C.B. 1975. Calcium related disorders of fruits and vegetables. HortScience 10: 361-365.
15. Van Lune, P. and B.J. Van Goor. 1979. Extractability of calcium from apple fruit and apple leaf tissue and the occurrence of bitter pit. J. Hort. Sci. 54: 327-331.



הניסויים ועל האירוח הנאה שזכינו לו בכל ביקורינו במשק.

ספרות

1. גלפטרין, ס. רות בן-אריה (1980). כושר האחסון של תפוחים מהזן אלכסנדר הגדול ממרום הגולן. דו"ח שנתי לתשל"ח "מחקרים על אחסון פירות נשירים, ענבים, רימונים ואקטינידיה". עמ' 19-27.
2. Bangerth, F., D.R. Dilley, and D.H. Dewey. 1972. Effect of post-harvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. J. Am. Soc. Hort. Sci. 97: 679-682.
3. Faust, M. 1977. Nutrition as a factor in managing dwarf trees. In "Compact Fruit Trees" Int. Dwarf Fruit Trees Assoc. 10: 18-21.
4. Hardenburg, R.E., and R.E. Anderson. 1981. Keeping qualities of 'Stayman' and 'Delicious' apples treated with calcium chloride, scald inhibitors, and other chemicals. J. Am. Soc. Hort. Sci. 106: 766-779.
5. Johnson, D.S. and N. Yogaratnam, 1978. The effects of phosphorus sprays on the mineral composition and storage quality of Cox's Orange Pippin apples. J. Hort. Sci. 53: 171-178.
6. Lee, J.J. and D.H. Dewey, 1981. Infiltration of calcium solutions into 'Jonathan' apples using temperature differentials and surfactants. J. Am. Soc. Hort. Sci. 106: 488-490.
7. Lewis, T., D. Martin, J. Cerny, and D. Ratkowsky. 1977. The effects of increasing the supply of nitrogen, phosphorus, calcium and potassium to the roots of Merton Worcester apple trees on leaf and fruit composition and on the incidence of bitter pit at harvest. J. Hort. Sci. 52: 409-419.
8. Martin, D., T. Lewis, J. Cerny and A. Grassia. 1971. Effect of tree sprays of calcium salts with various additives on storage disorders in summer apples. Fld. Sta. Rec. Div. Pl. Ind. CSIRO 10: 21-27.
9. Martin, D., T. Lewis, J. Cerny and D. Ratkowsky. 1975. The predominant role of calcium as an indicator in storage disorders in Cleopatra apples J. Hort. Sci. 50: 447-455.
10. Mason, J.L. 1976. Calcium concentration and firmness of stored 'McIntosh' apples increased by calcium chloride solution plus thickener.