

הבחלת אפרסמון 'טריומף' על ידי אריזה בשקיות פוליאתילן באטמוספירה מתואמת (modified) בעזרת תת-לחץ או ע"י החלפת האויר בגזים אחרים*

מבוא

הבחלת אפרסמוני 'טריומף' נעשית בד"כ במיכלים אטומים ללא אפשרות חילוף גזים בין הפנים והחוץ. ניתן להבחיל בעזרת אוירה המכילה 80% פחמן דו-חמצני למשך 24-48 שעות (4, 5, 6) או בתנאים אנארוביים אחרים כתערובות שונות של חנקן ופחמן דו-חמצני או חנקן בלבד (7). העקרון בכל הטיפולים להפגת העפיצות הוא יצירת תנאים אנארוביים בהם יצטבר אצטאלדהיד, שהוא כנראה הגורם לפולמרזציה של הטנינים והפיכתם ללא עפיצים (6).

שימוש בשקיות פוליאתילן להבחלת אפרסמון היה יעיל כאשר האויר הוצא מהשקית על ידי תת-לחץ ועקב כך נוצרו תנאים אנארוביים אשר גרמו להפגת העפיצות (1). מכיון שלפוליאתילן בעובי 0.08 מ"מ יש חדירות מסוימת לגזים, נוצרה בתוך השקית אטמוספירה מתואמת (modified), שהגיעה לשיווי משקל עם האוירה החיצונית לאחר יומיים ב-20 מ"צ, והיתה מורכבת מאחוז פחמן דו-חמצני גבוה (כ-30%) ואחוז חמצן נמוך (כ-5%). בתנאים אלה הפרי שמר על מראה יפה ומוצק ועפיצותו פגה (1).

המטרה בניסוי זה היתה להשוות הבחלה של אפרסמון 'טריומף' בסגירה בשקיות בתת-לחץ לעומת סגירה בשקיות בהן הוחלף האויר בחנקן או בפחמן דו-חמצני, כאשר נבחנים הרכב האטמוספירה המתואמת ומידת יעילותה בהפגת העפיצות.

חומרים ושיטות

לבחינת התנאים האופטימליים להבחלת אפרסמוני 'טריומף' נוסו שלושה טיפולים:

1. סגירה בשקיות בתת-לחץ (ואקום).
2. סגירה בשקיות באוירת חנקן.
3. סגירה בשקיות באוירת פחמן דו-חמצני (פדו"ח).

פירות 'טריומף' עפיצים נסגרו יום לאחר הקטיף בשקיות פוליאתילן 0.08 מ"מ בתת-לחץ

עלון הנוטע, מס. 12 שנה מ' 1149

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סידרה ה',
1986, מס' 1827.
המחקר נערך במימון מועצת הפירות.

תוצאות ודיון

א. השפעת אחסון ב־20 מ"צ על פרי שהובחל בשקיות בתת־לחץ, באוירת חנקן ובאוירת פחדו"ח.

ביום השני לסגירת הפרי בשקיות רמת הפחדו"ח הגבוהה ביותר היתה בשקיות שהיו רוויות מלכתחילה בפחדו"ח. רמת הפחדו"ח הלכה וירדה עם זמן האחסון ב־20 מ"צ, עקב מעבר של פחדו"ח אל מחוץ לשקית (ציור 1). בשקיות שנסגרו בתת־לחץ או בחנקן רמת ה־CO₂ עלתה ביומיים הראשונים והתייצבה בטיפול בתת־לחץ על כ־20% פחדו"ח ואילו בטיפול בחנקן הרמה התייצבה על כ־14% פחדו"ח (ציור 1).

רמת החמצן היתה נמוכה בכל שלושת הטיפולים ולא היתה שונה באופן משמעותי בין טיפול אחד לשני, רמת החמצן נעה בין 5% ל־9%.

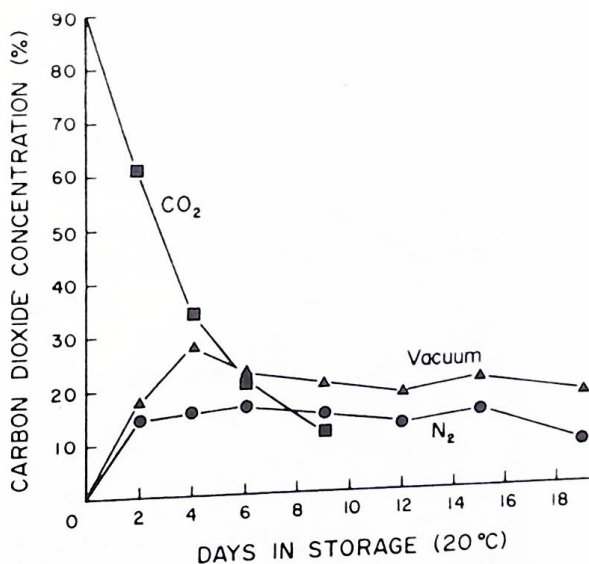
רמת החנקן הגבוהה ביותר נמצאה ביום השני לאחר הסגירה בשקיות שהיו רוויות מלכתחילה בחנקן. הרמה נשארה כל הזמן גבוהה מזו שבשני הטיפולים האחרים. בטיפול בואקום ובטיפול בפחדו"ח הרמה עלתה עם ירידת רמת הפחדו"ח והתייצבה על כ־80% חנקן (טבלה 1).

ביום השני לסגירה בשקיות, רמת האצטאלדהיד שהתפתחה בשקיות היתה הגבוהה ביותר בטיפול שקיבל פחדו"ח, אך הרמה הלכה וירדה עם זמן האחסון, ואילו בטיפול התת־לחץ והחנקן רמת האצטאלדהיד עלתה באופן הדרגתי עם זמן האחסון, כאשר הרמה נשארה גבוהה יותר באופן משמעותי בטיפול בתת־לחץ לעומת הטיפול בחנקן (ציור 2). הרמה הנמוכה יותר של אצטאלדהיד בטיפול בחנקן מצביעה על כך שיתכן וריכוז חנקן גבוה מעכב היווצרות אצטאלדהיד. תוצאות אלו תואמות לאלו שהתקבלו בהבחלת אפרסמון במיכלים רוויים בפחדו"ח או בחנקן, בהם רמת האצטאלדהיד שהתפתחה היתה נמוכה יותר באוירת חנקן מאשר באוירת הפחדו"ח (7). גם רמת האתנול שהצטברה היתה גבוהה יותר בטיפול התת־לחץ והפחדו"ח לעומת הטיפול בחנקן (ציור 3). רמות האצטאלדהיד והאתנול בטיפולים השונים

(הפעלת תת־לחץ של 0.9 אטמוספירות למשך 4 שניות). הזרמת הגזים חנקן או פחמן דו־חמצני לשקית נעשתה ראשית על־ידי יצירת תת־לחץ בשקית ואח"כ הזרמת הגז הרצוי במשך 7 שניות. לאחר הסגירה הפירות אוחסנו למשך 19 יום ב־20 מ"צ. כמו כן, פרי 'טריומף' עפיץ שהוצא מאחסון ב־1 – מ"צ נסגר בשקיות פוליאתילן בואקום וכן בשקיות פוליאתילן בהן הוחלף האויר בחנקן. הפרי הושאר למשך 48 שעות ב־20 מ"צ ורק אח"כ הועבר לאחסון ב־1 – מ"צ. בניסוי נוסף שנערך לבדיקת משך האחסון בקירור, נאזר פרי מייד לאחר הקטיף באותם התנאים. הפרי הוכנס לקירור ב־1 – מ"צ לאחר יומיים ב־20 מ"צ ושהה עד 14 שבועות.

הרכב האוירה השוררת בתוך השקית נבדק מדי מספר ימים בעזרת גז כרומטוגרף. השקית נוקבה במזרק ונבדקו ריכוזי חמצן, חנקן, פחמן דו־חמצני, אצטאלדהיד ואתנול. כל שקית מנוקבת נפתחה והפרי נבדק למידת המוצקות והעפיצות. מוצקות הפרי נקבעה במד־מוצקות Hunter, לאחר הסרת הקליפה. עפיצות הפרי נמדדה על פי "טביעת הטנין" על נייר סינון טבול ב־FeCl₃ לפי שיטת גזית וחבריו (2).

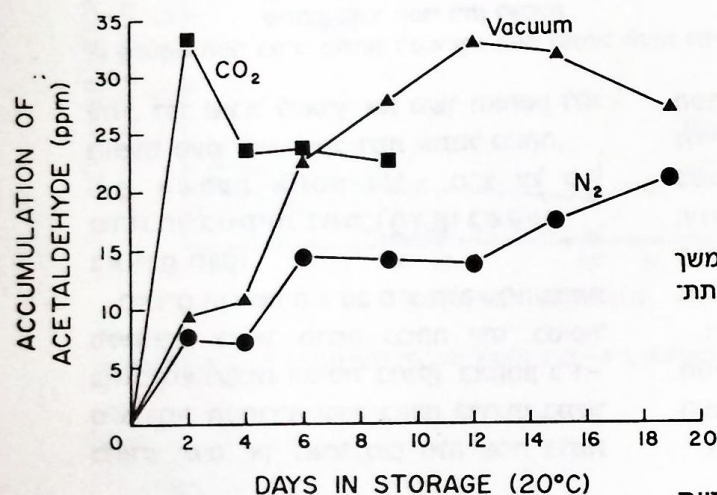
בכל שקית נסגרו 6 פירות, ומכל טיפול נבדקו 3 שקיות בכל תאריך בדיקה.



1: רמת הפחמן הדו־חמצני באוירת השקיות במשך האחסון ב־20 מ"צ של פירות האפרסמון שנסגרו בתת־לחץ (vacuum) באוירת חנקן (N₂) ובאוירת פחדו"ח (CO₂).

טבלה 1: אחוזי החמצן והחנקן באוירה השוררת בשקיות שנסגרו בתת-לחץ או שנסגרו באוירת חנקן או פחדו"ח, במשך אחסון ב־20 מ"צ.

ימים / טיפול באחסון	% חמצן			% חנקן		
	תת-לחץ	חנקן	פחדו"ח	תת-לחץ	חנקן	פחדו"ח
2	6.2	3.8	5.2	75.4	85.3	53.5
4	6.3	5.7	5.5	74.9	88.3	73.4
6	5.9	4.9	7.7	81.8	87.9	81.9
9	5.5	8.8	7.1	82.1	89.7	84.0
12	5.7	5.0	—	80.7	82.4	
15	6.0	4.5	—	80.8	89.8	
19	8.8	5.8	—	79.2	89.7	

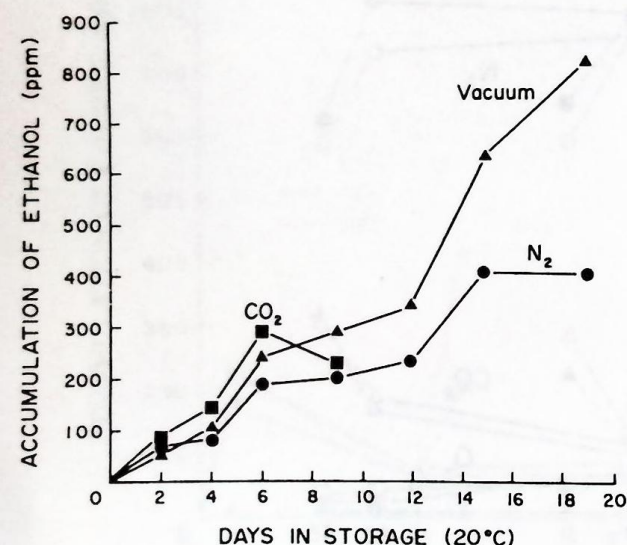


2: הצטברות אצטאלדהיד באוירת השקיות במשך האחסון ב־20 מ"צ של פירות אפרסמון שנסגרו בתת-לחץ באוירת חנקן ובאוירת פחדו"ח.

תואמות את רמות הפחדו"ח המצויות בשקיות (ציור 1).

הפגת העפיצות היתה מהירה ביותר בטיפול שקיבל פחדו"ח (טבלה 2), אך הטיפול הופסק לאחר 9 ימי אחסון ב־20 מ"צ מכיוון שבפרי מטיפול זה הופיעו החמות והתפרקויות ציפה האופייניות לנזק פחדו"ח. בשקיות שנסגרו באוירת חנקן, הפגת העפיצות היתה הרבה יותר איטית מאשר בפירות שנסגרו בשקיות בתת-לחץ. בטיפול בתת-לחץ הפרי ניתן לאכילה החל מהיום השישי ב־20 מ"צ בעוד שפרי באוירת חנקן ניתן לאכילה רק ביום ה־12. ההנחה היא כי הפגת העפיצות איטית יותר בחנקן מכיוון שרמת האצטאלדהיד הגורמת לפולימריזציה של הטנינים נמוכה יותר. הפרי נשאר מוצק בכל שלושת הטיפולים.

עדיפות מסוימת ניתן לראות בטיפול בחנקן לעומת הטיפול בתת-לחץ בכך שרמת האתנול והאצטאלדהיד המתפתחים בחנקן היא נמוכה



3: הצטברות אתנול באוירת השקיות במשך האחסון ב־20 מ"צ של פירות אפרסמון שנסגרו בתת-לחץ באוירת חנקן ובאוירת פחדו"ח.

טבלה 2: השפעת סגירה בשקיות תת-לחץ, ובשקיות באוירת חנקן ופחדו"ח על מוצקות הפרי ועפיצותו באחסון ב־20° מ"צ.

ימים / טיפול באחסון	דרגת עפיצות			מוצקות הפרי בק"ג ²		
	תת-לחץ	חנקן	פחדו"ח	תת-לחץ	חנקן	פחדו"ח
2	3.16	4.94	0.83	6.11	6.74	6.26
4	1.33	4.00	0.00	5.44	5.79	5.06
6	1.05	2.22	0.27	5.69	5.49	5.33
9	0.11	1.99	0.05	5.27	4.69	4.37
12	0.27	0.72	—	3.84	4.32	—
15	0	0.16	—	4.25	4.53	—
19	0	0.05	—	4.24	4.44	—

(1) דרגת עפיצות: עפיץ ביותר – 5

לא עפיץ – 0

מתחת ל־1.0 הפרו ניתן לאכילה.

(2) מוצקות הפרי בק"ג: מתחת ל־4.0 ק"ג הפרו מתחיל להיות גמיש במגעיד.

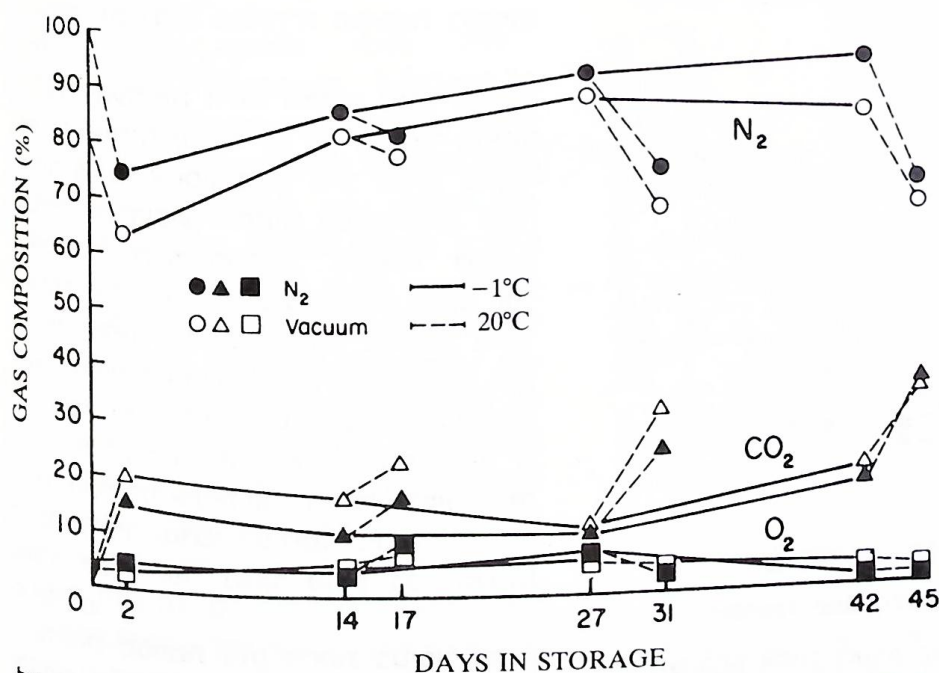
הפחדו"ח בשני הטיפולים (ציור 4). העברת הפרי לחי מדף ב־20° מ"צ העלתה את רמת הפחדו"ח בשני הטיפולים עקב נשימה מואצת אירובית ואנארובית. בשני מועדי הבדיקה הראשונים הרמה היתה גבוהה יותר בטיפול התת-לחץ מאשר בטיפול החנקן.

רמות החמצן היו נמוכות כ־5% בשני הטיפולים ללא הבדלים משמעותיים גם לאחר העברה לחי מדף.

רמת החנקן עלתה עם ירידת רמת הפחדו"ח

יותר, דבר שיכול להאריך את משך האחסון ללא הופעת טעמי לוואי עקב רמת אתנול גבוהה. ב. השפעת אחסון ב־1° – מ"צ על פרי שהובחל בשקיות בתת-לחץ או בשקיות באוירת חנקן.

ביומיים הראשונים ב־20° מ"צ חלה עליה ברמת הפחדו"ח, כאשר הרמה גבוהה יותר בטיפול בתת-לחץ לעומת הטיפול בחנקן. באחסון ב־1° – מ"צ רמת הפחדו"ח ירדה באופן הדרגתי במשך כחודש ימים, אך לאחר מכן חלה עליה ברמת

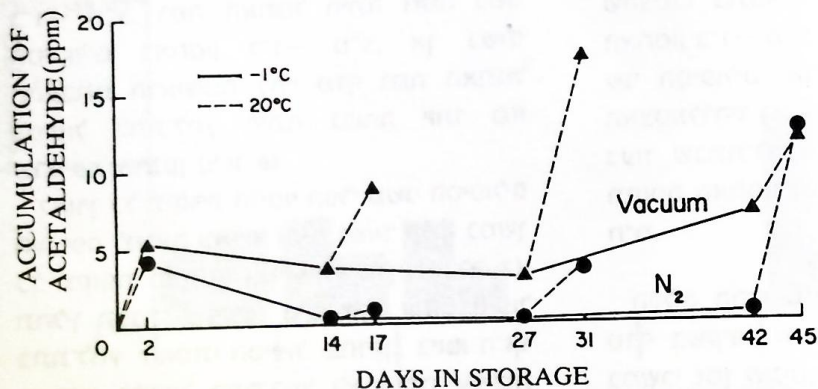


4: הרכב הגזים חנקן, חמצן ופחדו"ח באוירת השקיות במשך האחסון ב־1° – מ"צ ובהעברה לחי מדף ב־20° מ"צ, של פירות אפרסמון שנסגרו בתת-לחץ ובאוירת חנקן.

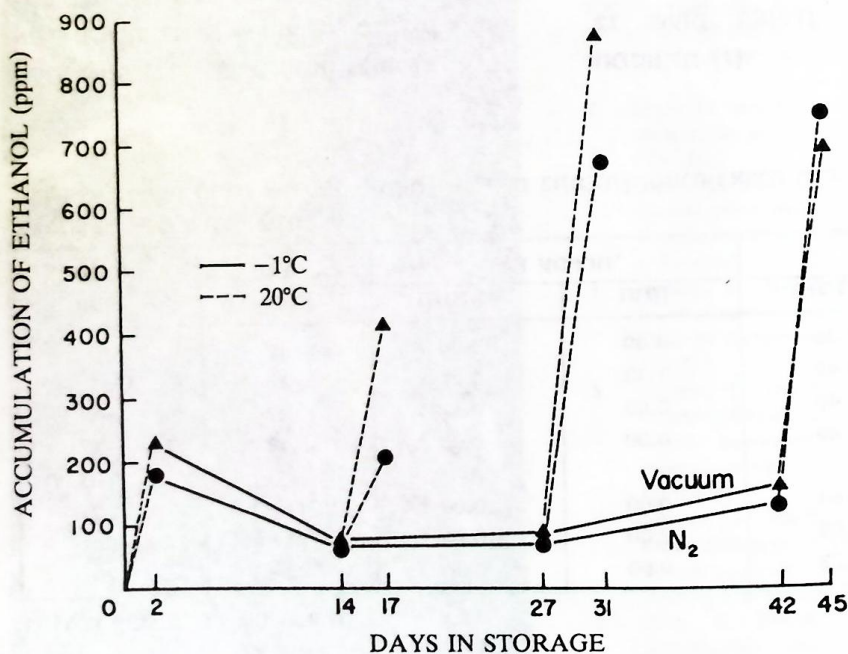
באופן משמעותי יותר אצטאלדהיד מאשר פרי ששהה בחנקן (ציור 5). העברת הפרי ל-20 מ"צ גרמה לעליה משמעותית ברמת האצטאלדהיד בשני הטיפולים, כאשר בשתי ההעברות הראשונות לחיי מדף לאחר 14 ו-27 ימים באחסון, רמת האצטאלדהיד שהתפתחה היתה רבה יותר בפרי ששהה בתת-לחץ מאשר בחנקן. מענין שרמת האצטאלדהיד שהתפתחה לאחר העברת הפרי שנמצא באווירת חנקן לחיי מדף,

במשך האחסון ב-1 מ"צ, והיתה גבוהה יותר בטיפול החנקן. עם העברת השקיות לחיי מדף חלה ירידה ברמת החנקן עקב היווצרות כמות רבה של פחדו"ח (ציור 4).

מהלך היווצרות אצטאלדהיד היה חופף להיווצרות הפחדו"ח, כאשר ביומיים הראשונים חלה עליה משמעותית ברמת האצטאלדהיד, אשר ירדה במשך האחסון ב-1 מ"צ. גם כאן, כמו באחסון ב-20 מ"צ, פרי שנסגר בתת-לחץ יצר



5: הצטברות אצטאלדהיד באווירת השקיות במשך האחסון ב-1 מ"צ ולאחר העברה לחיי מדף ב-20 מ"צ, של פירות אפרסמון שנסגרו בתת-לחץ ובאווירת חנקן.



6: הצטברות אתנול באווירת השקיות במשך האחסון ב-1 מ"צ ובהעברה לחיי מדף ב-20 מ"צ, של פירות אפרסמון שנסגרו בתת-לחץ ובאווירת חנקן.

הלכה ועלתה ככל שהאחסון בקירור היה ממושך יותר. יתכן שכלל שהאחסון ממושך יותר מצטברים יותר מטבוליטים בתוך הפרי, אשר בהוצאה מקירור הם משתחררים. כאשר פרי ששהה בתת-לחץ הועבר לחיי מדף לאחר 42 ימי אחסון, לא עלתה רמת האצטאלדהיד על רמתו בהעברות הקודמות, יתכן בגלל עליה ברמת האצטאלדהיד במשך הקירור עצמו (ציור 5).

רמת האתנול, כרמת האצטאלדהיד, עלתה ביומיים הראשונים ב־20 מ"צ וירדה עם האחסון ב־1 - מ"צ. רמת האתנול היתה דומה בשני הטיפולים באחסון ב־1 - מ"צ, אך בשתי ההעברות הראשונות לחיי מדף רמת האתנול בטיפול בתת-לחץ היתה גבוהה יותר מזו שבטיפול החנקן (ציור 6).

לאורך כל תקופת הניסוי הפרי משני הטיפולים היה יפה למראה וטעים. הפרי נשאר קשה במשך כל תקופת האחסון ואף בחיי מדף (טבלה 3). תהליך הפגת העפיצות היה מהיר יותר בטיפול בתת-לחץ לעומת הטיפול בחנקן. ביום ה־14 באחסון בטיפול בתת-לחץ לא היתה עפיצות ואילו בטיפול בחנקן היתה עדיין קצת עפיצות, אשר נעלמה לחלוטין בחיי מדף. יש יתרון-מה לטיפול בחנקן בגלל רמות האתנול והאצטאלדהיד שהיו נמוכות יותר מאשר בטיפול בתת-לחץ, ואשר עלולות לגרום להופעת סימני נזק בציפה וטעמי לוואי בלתי רצויים כשהן גבוהות.

בניסוי נוסף שנעשה להארכת משך האחסון בתת-לחץ ובאווירת חנקן בשקיות פוליאתילן בקירור, נמצא שהזמן המירבי לאחסון בתת-לחץ הוא כ־3 חודשים, כאשר לאחר שבוע ימים בחיי מדף בתום 14 שבועות אחסון בקירור בתנאי תת-לחץ נגרם נזק לציפת הפרי ולטעמו. לעומת זאת באווירת חנקן, במשך אותו פרק זמן, הפרי שמר על מוצקות, מירקם נאה וטעם טוב.

ההבדל העיקרי בין אריזה באווירת חנקן לבין אריזה בתת-לחץ היה ברמת האצטאלדהיד שהצטבר בתקופת חיי המדף (ציור 7). במשך האחסון ב־1 - מ"צ לא נמדדו הבדלים גדולים בין שני הטיפולים, אך בתקופת חיי המדף רמת האצטאלדהיד באווירת חנקן לא עלתה על 50 ח"מ בעוד שבתת-לחץ היא עלתה ככל שהתארכה תקופת האחסון לפני כן, והגיעה עד קרוב ל־200 ח"מ.

העליה ההדרגתית ברמת האצטאלדהיד בחיי מדף בשקיות שנסגרו בתת-לחץ ושהו בקירור במשכי זמן שונים, היא כנראה עקב הצטברות נדיף זה במשך הקירור בתוך הפרי, אשר ההעברה לחיי מדף גורמת לשחרורו. האצטאלדהיד הוא כנראה גם הגורם לנזק שמופיע בציפת הפרי לאחר שבוע חיי מדף. נזק דומה התקבל לאחר 72 שעות באווירת CO₂ בשיטת ההבחלה המקובלת (7).

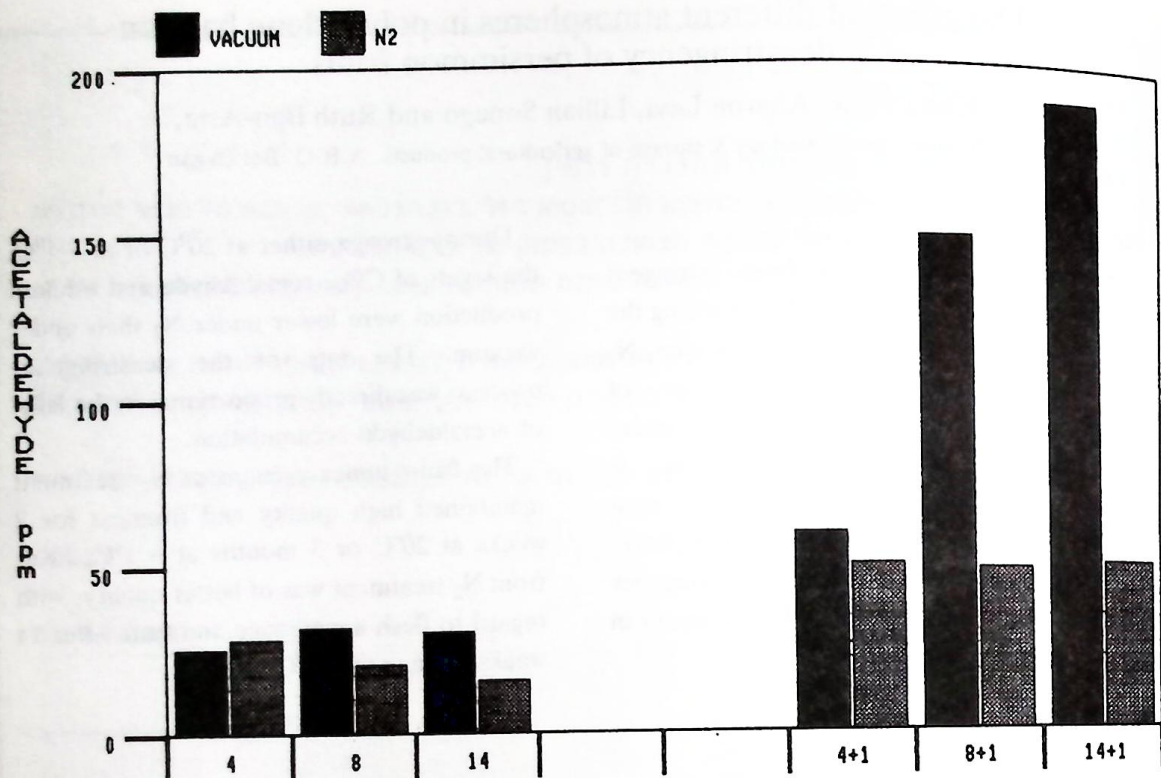
טבלה 3: השפעת סגירת אפרסמוני 'טריומף' בשקיות בתת-לחץ וסגירה באווירת חנקן על מוצקות הפרי ועפיצותו באחסון ב־1 - מ"צ ובחיי מדף ב־20 מ"צ.

טמפ' מ"צ	ימים באחסון	דרגת עפיצותי		מוצקות בק"ג ²	
		תת-לחץ	חנקן	תת-לחץ	חנקן
20	2	3.94	4.60	7.39	7.17
-1	14	0.28	1.33	8.42	8.64
-1	27	0.11	0.05	8.40	9.10
-1	42	0.00	0.00	9.45	9.54
חיי מדף					
20	14+3	0.00	0.00	8.54	6.85
20	27+4	0.00	0.00	7.08	7.71
20	42+3	0.00	0.00	7.27	7.92

(1) דרגת עפיצות: 5 - עפיץ ביותר, 0 - לא עפיץ.

מתחת ל־1.0 הפרי ניתן לאכילה.

(2) מוצקות הפרי בק"ג: מתחת ל־4.0 ק"ג הפרי מתחיל להיות רך למגע יד.



7: רמת האצטאלהיד שהצטברה בשקיות פוליאטילן במשך 14 שבועות אחסון בקירור ב-1 מ"צ ושבוע אחסון ב-20 מ"צ, של אפרסמוני 'טריומף' שנסגרו ביום הקטיף באוויר חנקן או בתילחץ.



פירות

1. פסיס, עדנה, לוי אהרון ובן-אריה רות. 1984. הבחלת אפרסמון מן טריומף ע"י אריזה בשקיות פוליאטילן בתת לחץ 1. הרכב הגזים המתפתחים באוויר השקית. עלון הנוטע. 38: 717-722.
2. Gazit S., and Levy, Y. 1963. Astringency and its removal in persimmons. Israel J. Agric. Res. 13: 125-132.
3. Gazit, S., and Adato, I. 1972. Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (*Diospyros kaki* linn). J. Food Sci. 815-817.
4. Matsuo, T., Shinohara, J., and Ito, S. 1976. An improvement on removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide gas. Agr. Biol. Chem. 40: 215-217.
5. Matsuo, T., and Ito, S. 1977. On mechanisms of removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide treatment. I. Some properties of the two processes in the deastringency. Plant & Cell Physiol. 18: 17-25.
6. Matsuo, T., and Ito, S. 1982. A model experiment for deastringency of persimmon fruit with high carbon dioxide treatment; *in vitro* gelation of kaki-tannin by reacting with acetaldehyde. Biol. Chem. 46: 683-689.
7. Pesis, E. Ben-Arie, R. 1984. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruit, J. Food Sci. 49: 896-899.

The effect of different atmospheres in polyethylene bags on deastringency of persimmon fruits

Edna Pesis, Aharon Levi, Lillian Sonogo and Ruth Ben-Arie,
Institute for technology & storage of agricultural products, A.R.O. Bet Dagan

Abstract

Removal of astringency from astringent persimmons can be achieved by enclosing the fruits in polyethylene bags under vacuum, N_2 or CO_2 atmospheres. The amount of acetaldehyde produced by the fruits under the different anaerobic conditions is different. Acetaldehyde accumulated most rapidly under a CO_2 atmosphere, corresponding to the fastest deastringency process, but the fruits suffered from injury in the form of flesh browning.

During storage either at $20^{\circ}C$ or at $-1^{\circ}C$, the levels of CO_2 , acetaldehyde and ethanol production were lower under N_2 than under vacuum. The rate of the deastringency process, was directly proportional to the level of acetaldehyde accumulation.

The fruits under vacuum or N_2 treatment maintained high quality and firmness for 2 weeks at $20^{\circ}C$ or 3 months at $-1^{\circ}C$. Fruit from N_2 treatment was of better quality, with regard to flesh appearance and taste after 14 weeks storage at $-1^{\circ}C$.