

מטרתו העיקרית של מחקר זה היתה ללמוד ולאסוף מידע על התנהגות 3 זני מנגו בתנאי תת-לחץ. לראשונה הוכנסו שיטות האחסון בתנאי תת-לחץ ב-1966 (4) ומאז הראו חוקרים רבים כי אפשר להאריך באופן משמעותי את משך האחסון של פירות וירקות טריים ממינים שונים (1, 2, 4, 10).

מניסויים מקדימים הסתבר (4) שיש אפשרות לאחסון מנגו בתנאי תת-לחץ, אולם אין מידע מספיק על השפעת תנאי תת-הלחץ על תהליכי ההבשלה בפירות השונים.

מרבית זני המנגו בישראל נקטפים בין תחילת אוגוסט לסוף ספטמבר. עונת הקטיף הקצרה, נוסף לחיי מדף קצרים של הפרי בתנאי המסחר (15 עד 17 ימים), הם שנתנו את הדחיפה לחיפוש שיטות אחסון חדשות, שיאפשרו את הארכת עונת השיווק, תוך שמירה על איכות גבוהה של הפרי.

השיטה המקובלת להארכת משך האחסון של פירות מנגו היא לאחסון בטמפרטורה נמוכה יחסית ועל ידי כך להאיט את קצב הנשימה ואת קצב ההבשלה. האפשרות להוריד את טמפרטורת האחסון מוגבלת במידת הרגישות של הפרי לנזקי צינה ולתופעות של הבשלה לא נורמלית במשך אחסון ממושך בטמפרטורות הנמוכות (9), בין 12 ל-14 מ"צ. זו טמפרטורה גבוהה יחסית, אשר עשויה להאיט אך מעט את התהליכים המטבוליים בפרי.

אחסון פירות מנגו באוירה מבוקרת (5% חמצן ו-5% פחמן דו-חמצני) נמצא עדיף במקצת על האחסון המקובל, אך ללא ערך מעשי, ואילו הורדת ריכוז החמצן מתחת ל-1% גרמה לטעם לוואי ומנעה התפתחות נורמלית של צבע הקליפה (6).

פירות מנגו הינם פירות קלימקטריים בהם מקדימים עליה ביצור אתילן ועליה בקצב הנשימה את ההבשלה. שינויים רבים חלים במהלך הבשלת המנגו, כמה מהם כמו: השינויים במוצקות הפרי, בכמות כלל המוצקים המומסים במיץ, במתכונת החומצה במיץ וכן השינויים בקצב פליטת הפחמן הדו-חמצני, משמשים כמדדים לבחינת מצב ההבשלה של הפרי (7). בחרנו לעקוב אחר תהליכי הבשלה אלה בתנאים של אחסון בתת-לחץ, על מנת לבחון התאמת שיטת אחסון זו לפירות מנגו.

## אחסון פירות מנגו בתנאי תת-לחץ

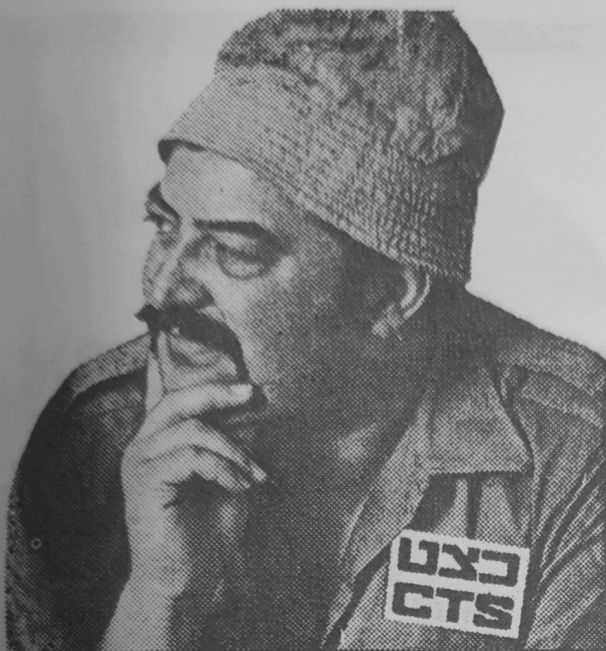
ע. אפלבוים, ג. זאוברמן, י. פוקס

מינהל המחקר החקלאי

המכון לטכנולוגיה ואחסון של תוצרת חקלאית

המחלקה לאחסון פירות וירקות





## הנוטע המאושר.

למה?

# סיליט

מונע ומדביר

גרב

באגסים ותפוחים.

✱

# דלן 75

מדביר

• סלסול עלים באפרסק  
ושקד.  
• כתמי קורניאום  
באפרסק.  
• גרב באגסים ותפוחים.

הדרכה והפצה בלעדית:

**כצט  
CTS**

**כצט כימיקלים וציוד טכני בע"מ**

משרד ראשי:

פ"ת, קרית-אריה, דרך ז'בוטינסקי 100.

טל. 921754, 924418

מען למכתבים: ת.ד. 10, ת"א.

## חומרים ושיטות

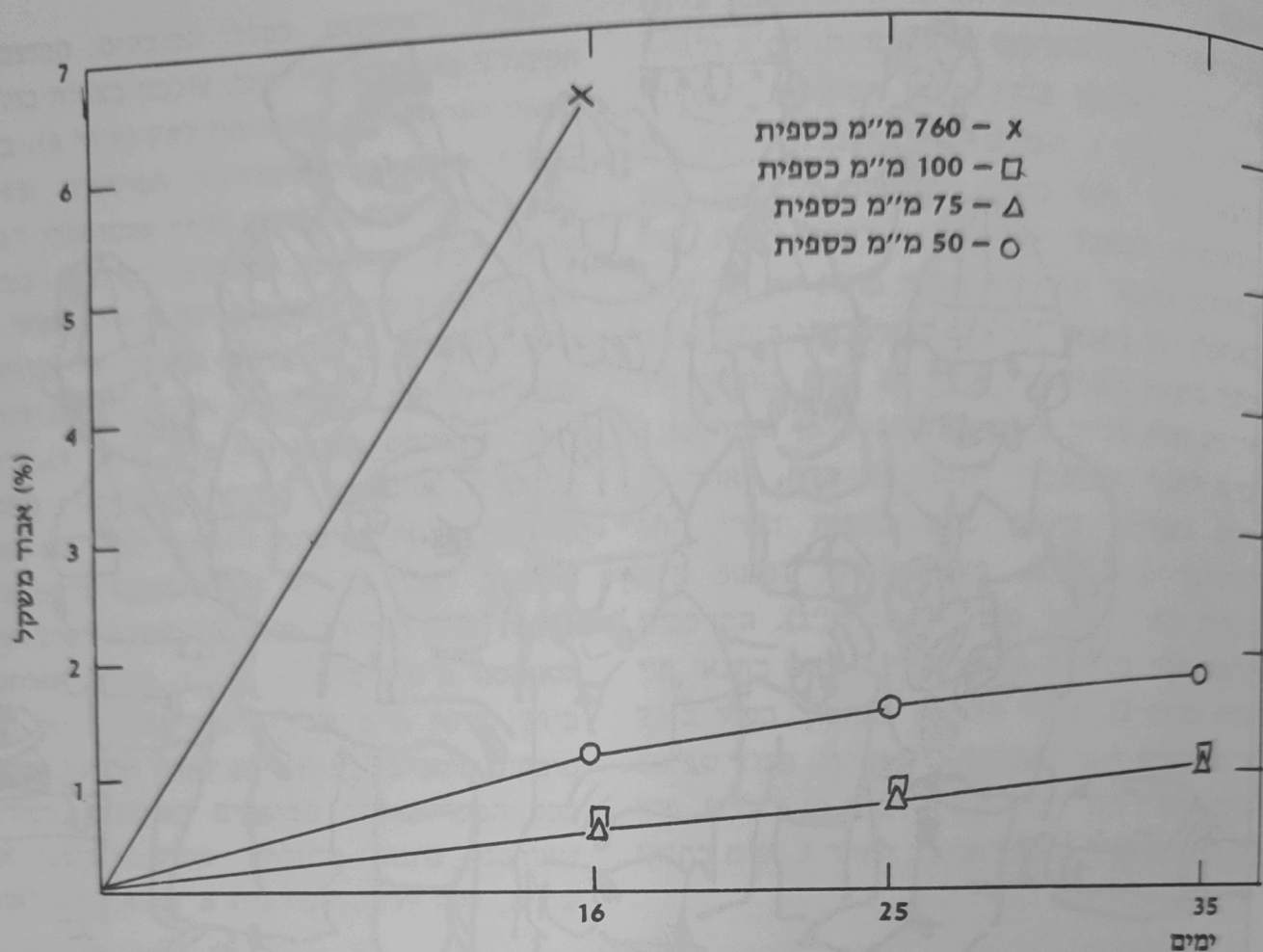
פירות ירוקים בשלים מהזן "פאירי" נקטפו במטע בית דגן. הם בוררו לפי הגדלים והאחידות, נרחצו עם 0.03% דטרגנט (Tide), נטבלו בתמיסה של 0.5% תיאבנדזול, הוכנסו למיכלי מתכת בנפח של 50 ליטר כל אחד, בטמפרטורה של 13 מ"צ. כל מיכל הכיל 100 פירות. במשך כל תקופת הניסוי זרם דרך המיכלים אויר לח בקצב של החלפת אויר כל שתיים. תת-לחץ הושג על ידי שאיבה מתמדת של האויר מהמיכלים בעזרת משאבת ואקום. רמת תת-הלחץ שנבחרה נשמרה בעזרת וסת תת-לחץ מס' 49 של חברת Matheson, אשר חובר אל פתח כניסת האויר למיכל. זרימת האויר נמדדה בעזרת רוטמטר.

על בסיס ניסויים מקדימים נבחנו שלוש רמות של תת-לחץ: 100, 75 ו-50 מ"מ כספית. פירות שאוחסנו בלחץ אטמוספרי רגיל (760 מ"מ כספית) ו-95% לחות יחסית שימשו כביקורת. מדי פעם נפתחו המיכלים וקבוצות של 20 פירות מכל טיפול נלקחו להסתכלות ולבדיקות. מחצית הפירות נבדקו מיד לאחר הוצאתם מהאחסון ומחציתם נשארו בלחץ אטמוספרי רגיל ב-25 מ"צ (תנאי חיי מדף) כדי להעריך את פוטנציאל ההבשלה שלהם, פירות אלה נבדקו אחרי הבשלתם. נבדקה מידת איבוד המשקל על ידי הפירות, המראה הכללי, נזקי קליפה, מוצקות, כלל מוצקים מומסים, מתכונת החומצה, קצב הנשימה וכן צבע הציפה וטעמה. התוצאות המוצגות הינן ממוצעים של שלושה ניסויים עם פירות מהזן "פאירי". תוצאות דומות התקבלו בניסויים אחרים עם פירות מהזנים "מאיה" ו"הידן".

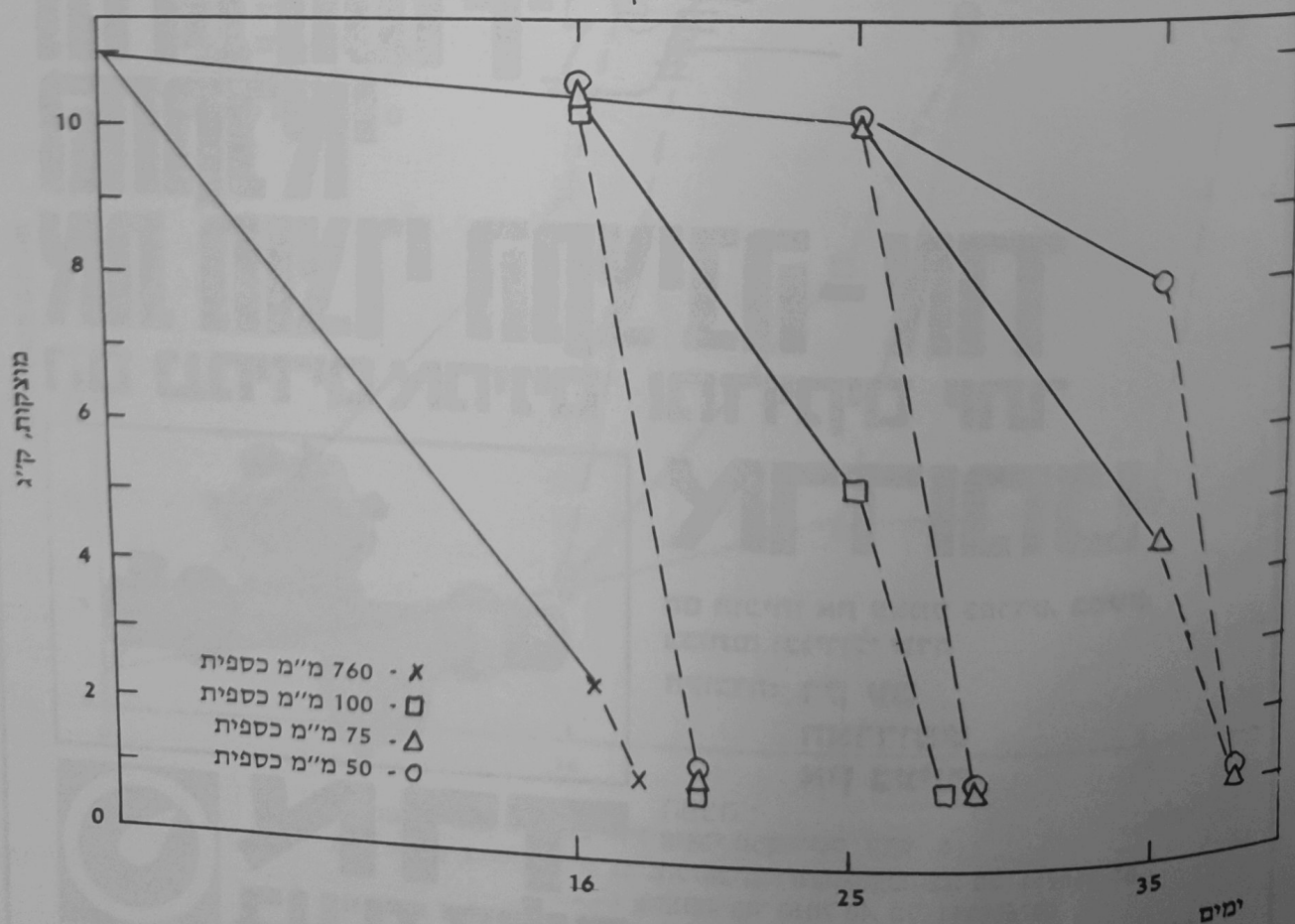
## תוצאות

פירות ביקורת שאוחסנו בלחץ אטמוספרי ו-95% לחות יחסית איבדו 6.2% ממשקלם במשך תקופת אחסון של 16 יום (ציור 1). לעומתם פירות שאוחסנו בתנאי תת-לחץ איבדו רק 0.5% עד 1% במשך אותה תקופה. קצב איטי של איבוד משקל נרשם בפירות אלה במשך כל תקופת הניסוי ולאחר 35 ימי אחסון ב-100 וב-75 מ"מ כספית הם איבדו רק 1% ממשקלם, בעוד שב-50 מ"מ כספית איבדו הפירות 1.7% ממשקלם.

התרככות הפרי עוכבה באופן משמעותי באחסון בתת-לחץ (ציור 2). מוצקות הפרי בעת הקטיף



1. איבוד משקל בפירות מאוחסנים בלחץ אטמוספרי רגיל ובתנאי תת-לחץ. (—) תת-לחץ, (---) בחיי מדף.

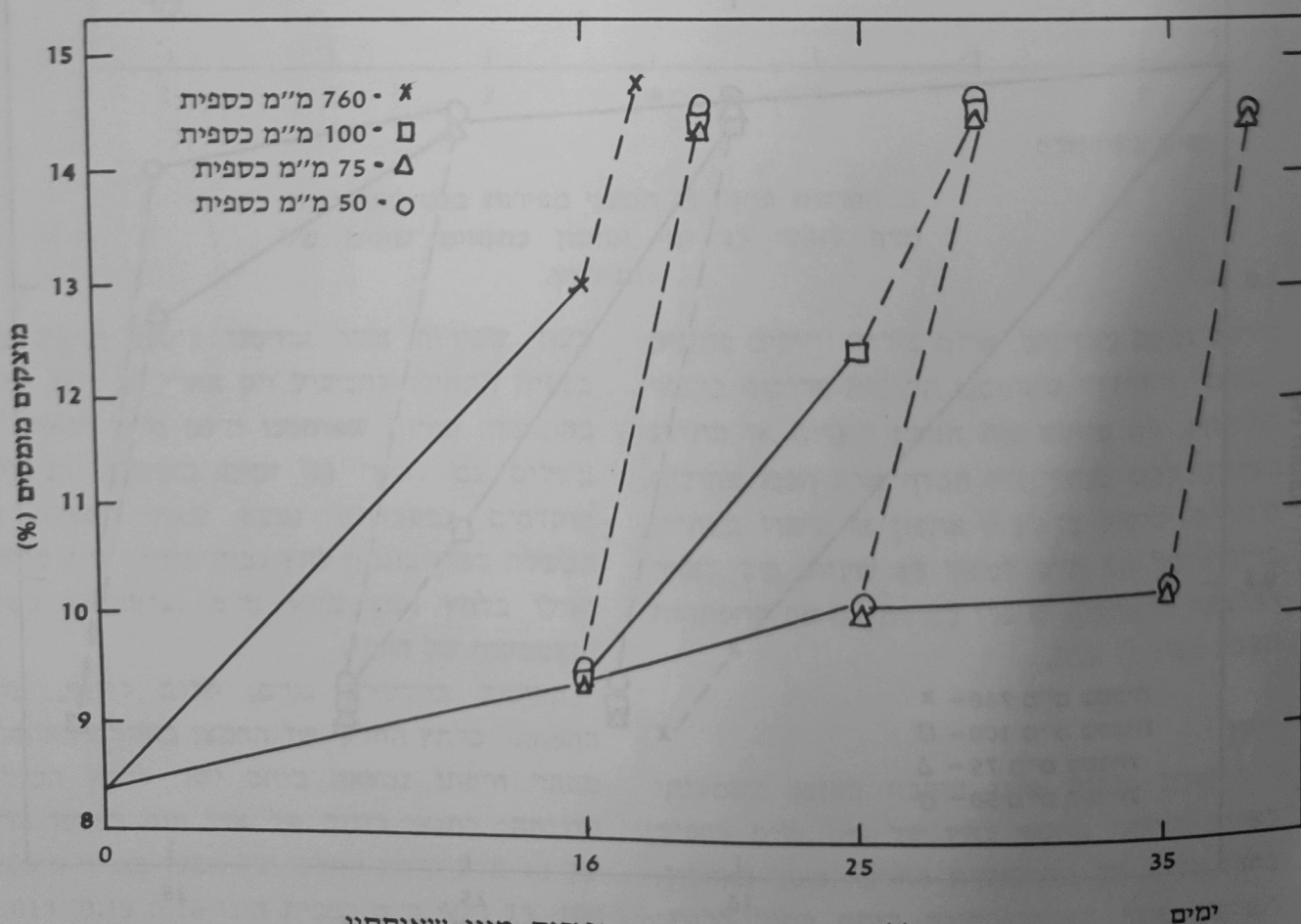


2. השפעת תת-לחץ על המוצקות של פירות מנגו.



העליה האופינית בכלל המוצקים המומסים, הקשורה בהבשלת פרי מנגו, עוכבה בצורה בולטת כאשר הפרי אוחסן בתנאי תת-לחץ (ציור 3). בעת הקטיפה היתה רמת המוצקים המומסים 8.4%. בפירות הביקורת שאוחסנו בלחץ אטמוספרי רגיל, עלתה רמת המוצקים המומסים במהירות במשך האחסון ב-13 מ"צ ורמתם הגיעה ל-13% לאחר 16 ימים באחסון. הרמה גבוהה ביותר של מוצקים מומסים בפירות הביקורת – 14.7% נמצאה יומיים לאחר העברתם לתנאי חיי מדף (ציור 3). רמת המוצקים המומסים בפירות שאוחסנו בתנאי תת-לחץ עלתה באיטיות ל-9.5% לאחר 16 ימים באחסון. לאחר 25 ימי אחסון ב-75 וב-50 מ"מ כספית הכילו הפירות 10.2% מוצקים מומסים ואלה שאוחסנו ב-100 מ"מ – 12.5%. פירות שאוחסנו ב-75 וב-50 מ"מ הכילו רמות נמוכות של כלל מוצקים מומסים (10.3%) גם לאחר 35 ימי אחסון. בכל המקרים כלל המוצקים המומסים, בפירות שאוחסנו בתנאי תת-לחץ שונים ולמשכי זמן שונים, עלה לרמה המירבית 3 עד 4 ימים לאחר

היתה 11 ק"ג. פירות הביקורת שאוחסנו בלחץ אטמוספרי רגיל התרככו בקצב מהיר יחסית ולאחר 16 ימים באחסון ב-13 מ"צ, המוצקות שנמדדה היתה רק 3 ק"ג. יומיים לאחר העברת פירות אלו לתנאי חיי מדף ב-25 מ"צ הם התרככו והיו מתאימים למאכל (ציור 2). לעומת זאת פרי שאוחסן בתנאי תת-לחץ נשאר מוצק זמן רב יותר באחסון וגם בתנאי חיי מדף התרככותו היתה אטית יותר באופן משמעותי. אחרי 16 ימים באחסון היו פירות אלה עדיין מוצקים (10.5 ק"ג) והתרככו 4 ימים לאחר שהועברו לתנאי חיי מדף. לאחר 25 ימים באחסון ב-100 מ"מ כספית הפרי החל להתרכך (5.4 ק"ג), בעוד שב-75 וב-50 מ"מ כספית הפרי נשאר מוצק (10.2 ק"ג). התרככות מלאה חלה בפירות אלה לאחר 4 ימים בתנאי חיי מדף (ציור 2). אחרי 35 יום באחסון, הפרי ב-75 מ"מ כספית החל להתרכך (4.5 ק"ג), בעוד שב-50 מ"מ כספית הפרי היה קשה יחסית (8.0 ק"ג). פרי זה התרכך והיה מוכן לאכילה לאחר 3 ימים בתנאי חיי מדף.



3. כלל המוצקים המומסים בפירות מנגו שאוחסנו במידות תת-לחץ שונות ב-13 מ"צ (—), ובחיי מדף ב-25 מ"צ (---).

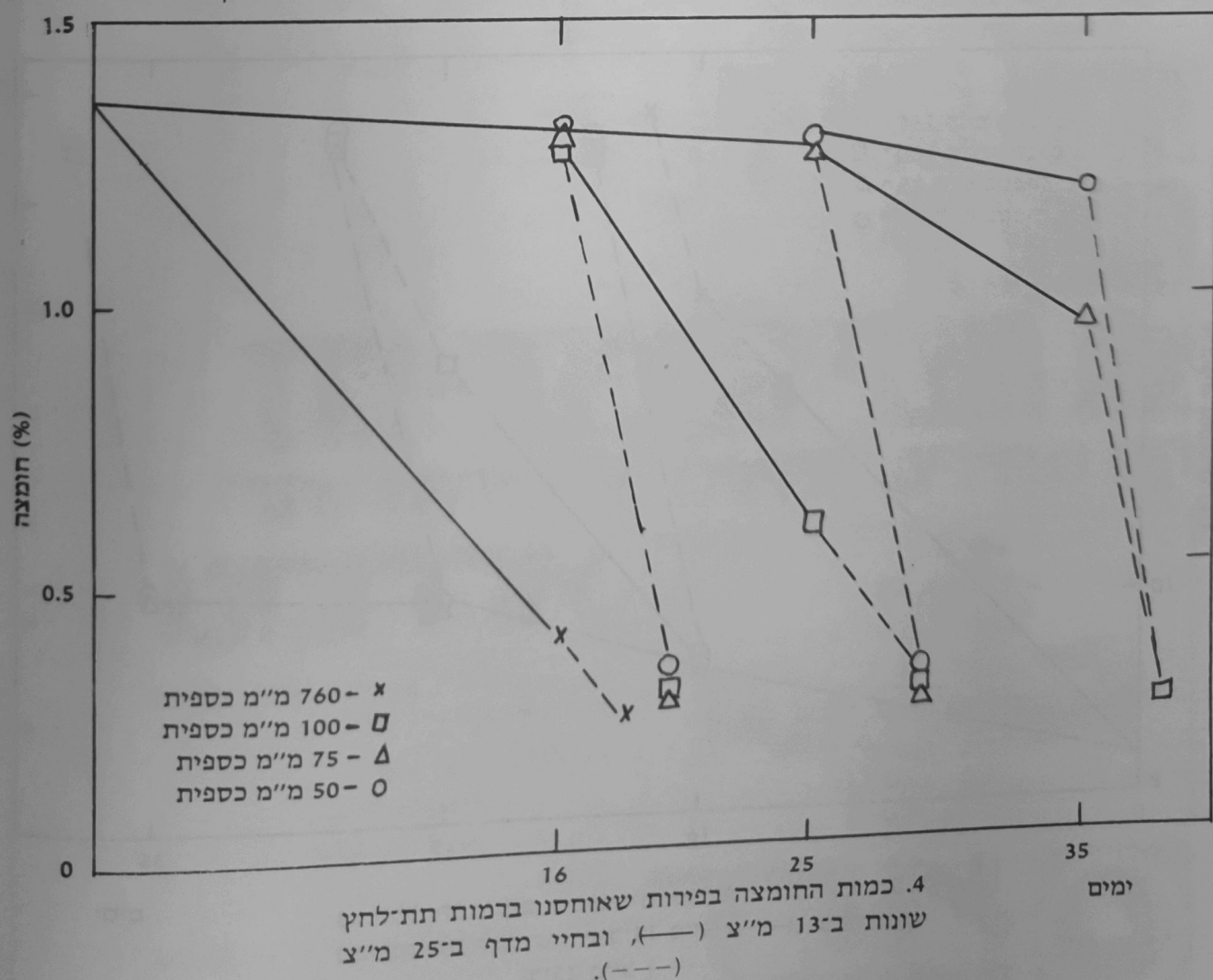
שעות לאחר ההעברה לחיי מדף היתה 90 מ"ג/ק"ג/שעה והגיעה לשיא של 120 מ"ג לאחר 24 שעות נוספות. בניגוד לכך, פירות שאוחסנו בתנאי תת-לחץ היו באותו זמן עדיין לפני השיא הקלימקטרי שלהם ורק 4 ימים לאחר שהפרי הועבר לתנאים של חיי מדף נרשמה העליה הקלימקטרית בקצב הנשימה, שהגיעה לאותה רמה של פירות הביקורת. לאחר 25 ימי אחסון, ב-100 מ"מ כספית, החל הפרי להתרכך ו-24 שעות לאחר ההעברה לתנאי חיי מדף, היתה פליטת הפחמן הדו חמצני 70 מ"ג/ק"ג/שעה, ועלתה והגיעה לשיא של 120 מ"ג לאחר 24 שעות נוספות בתנאי חיי מדף (ציור 5). שיא בקצב הנשימה נמדד אחרי 3 ימים בחיי מדף בפירות שאוחסנו ב-75 מ"מ כספית ולאחר 4 ימים בפירות שאוחסנו ב-50 מ"מ כספית (ציור 5).

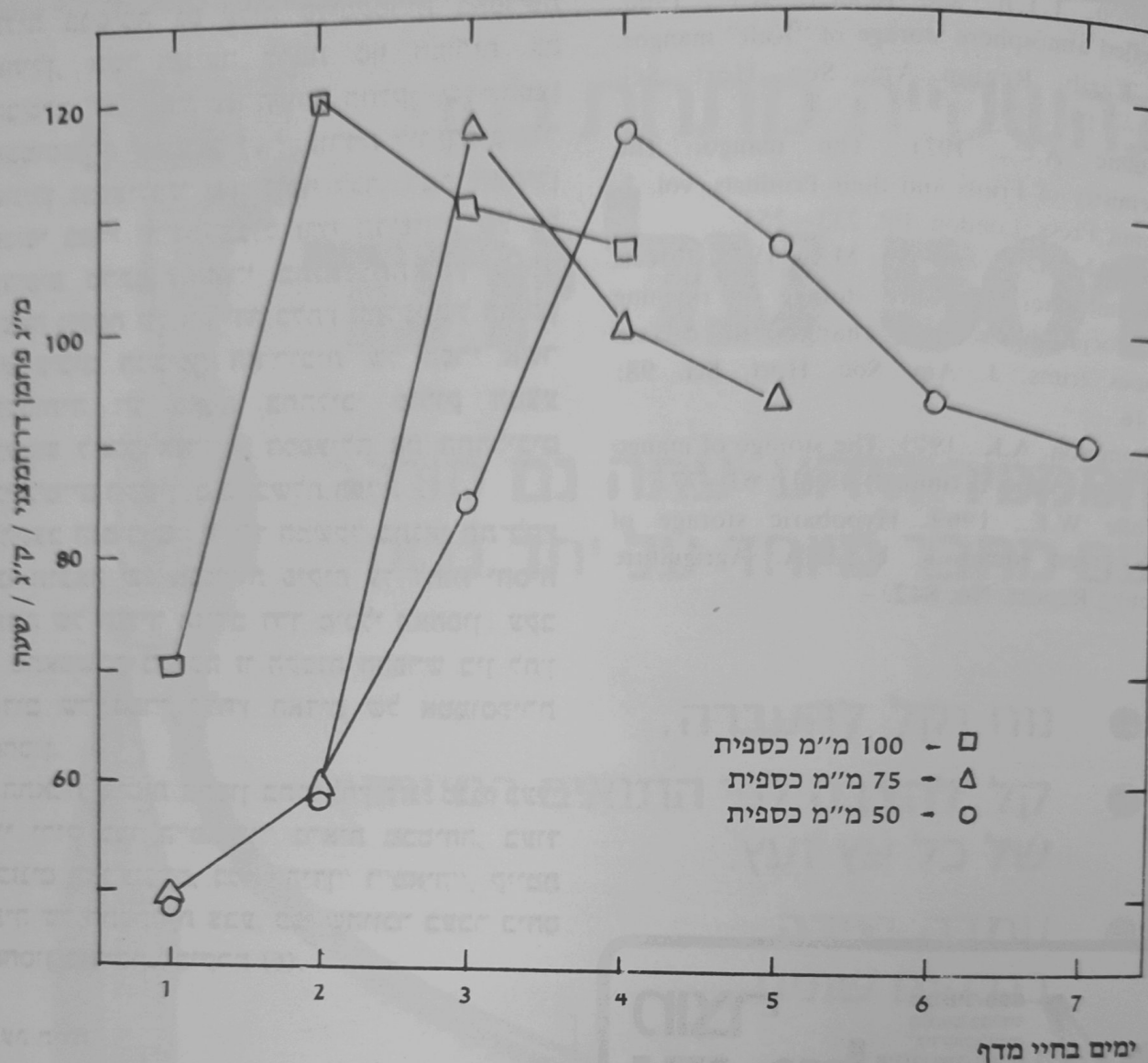
בכל הטיפולים נמצאו מספר פירות רקובים, מלבד בטיפול של 50 מ"מ כספית, בו לא נמצא כל רקבון. לא נראו כל נזקי קליפה בפירות שאוחסנו תקופה ממושכת בתנאי תת-לחץ והפרי היה בעל

שהפרי הועבר לתנאי חיי מדף ב-25 מ"צ.

רמת החומצה בעת הקטיפה היתה 1.35% (ציור 4). בפירות הביקורת ירדה רמת החומצה במהירות עד 0.4% במשך 16 ימים. בפירות שאוחסנו בתת-לחץ היתה ירידה איטית ברמת החומצה; רמה של 1.3% נמדדה אחר 16 ימים באחסון. פרי שאוחסן ב-75 וב-50 מ"מ כספית הכיל רמה של 1.3% רק לאחר 25 ימי אחסון ואילו ב-100 מ"מ כספית הכילו הפירות רמה של 0.6% חומצה בלבד. רמה גבוהה יחסית של חומצה נמדדה בפירות שאוחסנו ב-50 מ"מ כספית (1.2%) לאחר 35 ימי אחסון, בעוד שפירות שאוחסנו ב-25 מ"מ הכילו רק 1.0% חומצה. הרמה הגבוהה של החומצה שנמדדה בפירות שאוחסנו בתנאי תת-לחץ בעת הוצאתם מהאחסון, ירדה תוך 3 עד 4 ימים לאחר העברתם לתנאי חיי מדף לרמה של 0.3% (ציור 4) ופחות, רמה מקובלת בפירות בשלים.

בתום 16 ימי אחסון, פירות הביקורת שהיו בלחץ אטמוספרי רגיל ב-13 מ"צ, הגיעו לדרגת הבשלה מתקדמת; פליטת הפחמן הדו-חמצני 24





5. הפרשת פחמן דו חמצני מפירות מנגו בתנאי חיי מדף לאחר 25 ימי אחסון בתנאים שונים של תת-לחץ.

בעוד שפירות אשר אוחסנו ב-100 וב-75 מ"מ כספית התחילו להבשיל רק אחרי 25 ו-35 ימים, בהתאמה. פירות שאוחסנו ב-50 מ"מ נשארו לא בשלים גם לאחר 35 ימים באחסון. בניסויים מוקדמים במעבדתנו נמצא שאין השפעה על הבשלת הפרי בתנאי לחץ גבוה מ-250 מ"מ כספית ואילו בלחץ נמוך מ-50 מ"מ נגרמה התיבשות והצטמקות של הפרי.

העיכוב בהבשלה נגרם, קרוב לוודאי, עקב ההפחתה בלחץ החלקי של החמצן באוויר האחסון, מאחר ורמתו נמצאה ביחס ישר ללחץ הכללי. לדוגמה: בתנאי רוויה של אדי מים בטמפרטורה של 13 מ"צ הלחץ החלקי של חמצן באוויר ב-760, 100, 75 ו-50 מ"מ כספית הינו 0.16, 0.19, 0.013 ו-0.008 אטמוספירות, בהתאמה (5). פירות מנגו הינם פירות קלימקטריים אשר בהם חלה יחד עם

מירקם וטעם מצוינים, אולם פירות ירוקים מהזנים "מאיה" ו"הידן" שאוחסנו תקופות ארוכות בתנאי תת-לחץ, לא פיתחו את הצבע האדום או התרוג האופיני להם במשך חיי המדף אלא הפכו צהובים חיורים. טיפול ב-0.5% אתפון או טיפול באתילן בריכוז של 50 ח"מ למשך 48 שעות, מיד לאחר ההוצאה מהאחסון, שיפרו במידת-מה את התפתחות הצבע בפירות אלה.

## דיון

הבשלת פירות מנגו עוכבה באופן משמעותי כאשר אוחסנו בתנאי לחץ של 100 מ"מ כספית בלבד ועקב כך מתאפשרת הארכת משך האחסון. הארכת משך האחסון הינה ביחס הפוך ללחץ: פירות הביקורת שאוחסנו ב-760 מ"מ כספית וב-13 מ"צ התחילו להבשיל לאחר 16 ימי אחסון



6. Hatton, T.T.Jr. and Reader, W.F., 1966. Controlled atmosphere storage of "Kait" mangos. Proc. Carib. Region Am. Sec. Hort. Sci. 10:114—119.
7. Hulme A.C., 1971. The mango. The Biochemistry of Fruits and their Products, vol. 2. Academic Press, London. PP. 233—255.
8. Salunkhe, D.K. and Wu, M.T., 1973. Effects of subatmospheric pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain deciduous fruits. J. Am. Soc. Hort. Sci. 98: 113-116.
9. Thompson, A.K., 1971. The storage of mango fruits. Trop. Agric. (Trinidad) 48 (1): 63—77.
10. Tolle W.E., 1969. Hypobaric storage of mature green tomatoes. U.S.D.A. Agriculture Marketing Report. No. 842.

העליה בנשימה גם עליה קלימקטרית בהפרשת האתילן, אשר מגיעה לרמת סף המזרזת את ההבשלה (3). הורדת הלחץ החלקי של חמצן באטמוספירה שמסביב לפרי גורמת לירידה ביצור האתילן ובפעילותו (4). נוסף לכך, רמת האתילן הפנימי בפרי יורדת בגלל זרוז הדיפוזיה של כל הנדיפים מרקמות הפרי בתנאי תת-לחץ (5,4). תוצאה נוספת של הירידה בלחץ החלקי של החמצן היא עיכוב הנשימה האירובית של הפרי אשר בעקבותיה יש האטה בתהליכי פירוק המצע המשמש ליצור אנרגיה, המפעילה את התהליכים הביוכימיים הקשורים בהבשלת הפרי.

הקצב הנמוך של איבוד המשקל בתנאי תת-לחץ הינו תוצאה של אפשרות פיקוח על לחות יחסית גבוהה של האויר הזורם דרך מיכלי האחסון; עקב כך מתאפשרת בשיטה זו הקטנת ההפרש בין לחץ האדים של הפרי ללחץ האדים של האטמוספירה האחסון.

התאמת שיטות אחסון בתת-לחץ לזני מנגו בעלי פרי ירוק כמו ה"פאירי" נראית מבטיחה, בעוד שבזנים הצבעוניים, כמו "הידן" ו"מאיה", קיימת בעיה של התפתחות צבע, כפי שהוזכר בעבר ביחס לאחסון באוירה מבוקרת (6).

#### הכנת תורה

תודתנו נתונה למר א. ינקו ולגב' חנה הלר על השתתפותם בביצוע הניסויים.

#### ספרות

1. Apelbaum, A., Aharoni, Y. and Temkin—Gorodeiski, N. 1967. Effect of subatmospheric pressure on the ripening processes of banana fruits. Trop. Agric. (In Press).
2. Bangerth, F., 1974. Hypobaric storage of vegetables. Acta Hort. 38: 23—28.
3. Burg, S.P. and Burg, E.A., 1962. Role of ethylene in fruit ripening. PL. Physiol. 37:179—189.
- S.P. and Burg, E.A., 1966. Fruit storage
4. Burg, at subatmospheric pressures. Science, N.Y. 153 (3733): 314—315
5. Dilley, D.R., Carpenter, W.J. and Burg, S.P., 1975. Principles and application of hypobaric storage of cut flowers. Acta Hort. 41: 249—268.

## מוצרי עין-טל

### לחקלאות מתקדמת



**688 מ"מ**  
מתאים במיוחד לירקות, כותנה, וגידולי שדה אחרים. מצטיין בפיזור מעולה כשט במבנהו



**ממטיר 688**  
מתאים לטיפול בכרמים וגידולי שדה. פועלת בתחום רחב של לחצים בעלת ויסות עצמי.



**פוליטל**  
מתאימה לטיפול בנשירים, משתלות, חממות. טפטפת בעלת מעברים גדולים פועלת בתחום רחב של לחצים בעלת ויסות עצמי.



**מתז**  
המומלץ ביותר להשקית אבוקדו, מנגו, הדרים ומטעים אחרים. אחידות ספייקה מירבית. פיזור מעולה.



**פונה אלנו**  
לקבלת פרטים ויעוץ



**עין-טל**

שיטות השקיה חדישות  
רחוב הארד 3, תל-אביב, ת.ד. 13040  
טלפון 03-482231