

צינון והגברת לחות האוויר לשמירת פרי-הדר קטוף לפני האריזה

מאת י. וקם, ע. חלוצי, המחלקה לאחסון פירות וירקות
ג. פלזנשטיין, המחלקה להנדסת הסביבה
מינהל המחקר החקלאי *

בניסויים שנערכו במשך 3 שנים, במיתקן צינון ובחדרי הבחלה, בפירות אשכולית ותפוז — ואלנסיה, הסתבר כי אפשר להקטין את הפגיעה באיכות הפרי הקטוף בעת שהייתו עד לאריזה — על-ידי שמירתו בתנאי לחות מרובה וצינון. תנאים אלה אפשר להשיג בחדרי ההבחלה הקיימים, ללא צורך בהשקעות נוספות. מכיון שחדרי הבחלה קיימים כמעט בכל בתי-האריזה לפני הדר בארץ, ולאחר תקופת ההבחלה אינם בשימוש — אנו מציעים לנצלם לצורך שמירת הפרי הקטוף עד לאריזתו.

מבוא

שני גורמים עיקריים פוגעים בכושר השתמרות הפרי לאחר קטיפתו: האחד — ההפסד במשקל הפרי הפוגע במוצקותו ובמראהו, והאחר — התפתחות הרקבונות במשלוך ובאחסנה. את קצב שני תהליכים בלתי רצויים אלה אפשר להאט על-ידי קירור הפרי (1), או קירור מוקדם שלו, לפני המשלוח באניות אוורור (3, 4, 5). אולם, בגלל המחיר הגבוה והעדר נפח קירור מספיק לפני המשלוח ובעת המשלוח עצמו — נשלח כיום פרי הדר לחו"ל, ברובו, ללא קירור (6).

את קצב איבוד המשקל מהפרי אפשר להאט גם על-ידי הגברת הלחות היחסית של האוויר סביבו. בעבר לא הושם דגש מספיק בבקרת הלחות היחסית, שהשפעתה רבה יותר על קצב איבוד המים וההתרככות של הפרי — ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר.

לזמן העובר מעת קטיפת הפרי ועד הטיפול בבית-האריזה — חשיבות מכרעת לגבי איכותו לאחר האריזה. בפרק-זמן זה, הנמשך מיום אחד ועד ארבעה ימים ויותר — הפרי אינו רחוק, אינו מחוץ או מדונג, וחלקו אף שרוט ופצוע, והוא נתון במכלי קטיף בתנאי טמפרטורה ולחות העלולים לגרום איבוד מוגבר של מים ממנו והתפתחות מהירה של רקבונות. הדבר בולט בעיקר בתחילת העונה ובסופה, כאשר טמפרטורות האוויר בפרדס ובבית-האריזה גבוהות יחסית והלחות מועטה. שהיית הפרי בתנאים אלה, גם פרק-זמן קצר בלבד — עלולה לפגום באיכותו לאחר אריזתו. כך, למשל, מצאו הפקיסנים ומקורנק (2), שככל שקצר פרק-הזמן מה-קטיפה ועד הטיפול בבית-האריזה — גדול יותר

כושר השתמרות הפרי באחסנה ובמשלוך. גם בתנאי הארץ, קיצור ההשהיה יכול לתרום הרבה להגדלת כושר השתמרות הפרי; אולם, מסיבות הקשורות עם סדרי הובלת הפרי לבית האריזה, ובעיקר עם סדרי האריזה עצמה — מושהה תמיד פרי בבית-האריזה זמן-מה עד האריזה עצמה.

תופעה פיסיקאלית ידועה היא — התקררות האוויר כאשר הוא מאדה מים. החום הכמוס, הדרוש לאידוי מים, נלקח מהאוויר — ולכן הוא מתקרר. התופעה מנוצלת לקירור אוויר באזורים חמים ויבשים (כגון „מצנני אילת“). לדוגמה: אוויר בטמפרטורה של 30 מ"צ ובלחות יחסית של 40% (תנאים השכיחים במשך היום באזורים חמים בסתיו ובאביב) מתקרר לטמפרטורה כדי 24 מ"צ, אם לחותו מתרבה עד ל-65%, והוא עשוי להתקרר עד ל-19 מ"צ — אם לחותו תרבה עד ל-100%. מובן, שאלה הם ערכים תיאורטיים, שלא יושגו במציאות, בגלל מגבלות טכניות המקטינות את יעילות התהליך.

הרטבת האוויר נעשית על-ידי הזרמתו על-פני שטח חפשי של מים. ככל ששטח המגע בין המים לאוויר גדול יותר — תגדל נצילות התהליך; כלומר, תרבה הלחות היחסית באוויר, והטמפרטורה תרד לערכים הקרובים לאלה התיאורטיים. כדי להשיג שטח מגע גדול בין המים לאוויר — קיימות שתי שיטות עקרוניות: האחת — ריסוק המים לטיפות קטנות והזרמת האוויר דרך „מקלחת“ המים; וה-אחרת — הזרמת המים על-פני משטחים של חומר אינרטי, והזרמת האוויר דרך חללים הנוצרים בין משטחים אלה. הכוונה למה שמכונה „מזרון לח“. נצילות המיתקנים תלויה במהירות האוויר ובשטח המגע של האוויר במים.

ככל שהאוויר יבש יותר — הוא יכול לקלוט יותר אדי מים, והטמפרטורה שלו תרד יותר. בדוגמה שלעיל, אם האוויר שבטמפרטורה של 30 מ"צ היה בלחות יחסית של 70% — הרטבתו עד ל-100% לחות היתה מורידה את חומו רק ל-24 מ"צ. כלומר,

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1979, מס' 2158. העבודה נעשתה, בחלקה, בשיתוף עם עובדי האגף האגרוטכני במועצה לשיווק פרי-הדר.

שעבר דרכו — בכ" 40% (מ" 30%—40% ל" 70%—80%), ובמקביל — הוריד את טמפרטורת האוויר ב" 5—6 מ"צ (מ" 31 עד 25 מ"צ). הטמפרטורה של הפרי המצונן היתה נמוכה ב" 2—3 מ"צ מאשר זו של פרי ההיקש, במשך 5 ימי הצינון. תנאים אלה הביאו לידי כך, שהפרי שעבר צינון איבד ממשקלו, במשך 5 הימים של הצינון, רק כמחצית משיעור איבוד המשקל בפרי ההיקש ששהה בסככת בית-האריזה, אולם יותר משאיבד הפרי שנשמר בקירור. ההפרשים בקצב איבוד המשקל, בין שלוש קבוצות פרי אלה, נשמרו גם לאחר אריזת הפרי ובמשך תקופה שעד חודש אחד, ואף עד לתקופה של 2½ חדשים, בתנאי אחסנה קבועים. אמנם, הם הלכו והצטמצמו מעט במשך האחסנה.

בעונת הפרי 1975/6 נערך ניסוי נוסף, בבית-האריזה „לימנת" שבנגב, כדי לבחון את השפעות הצינון על איכות הפרי, וכן כדי לבחון מיתקן צינון הפועל לפי עיקרון שונה מאשר בשיטת המזרון הלח.

הניסוי נעשה בסוף אפריל 1976. במיתקן הצינון שנבחן בשנה זו הושגו הגברת הלחות היחסית שב-אוויר והורדת הטמפרטורה — על-ידי העברת זרם האוויר בכיוון מנוגד לזרימת מקלחת מים מפומיות (שרטוט 1). נבחנה תגובתם של פירות לימון, אש-כולית וואלנסיה. מכלי קטיף עם פרי משלושת הזנים הוכנסו למיתקן למשך 5 ימים, ולהיקש נשמרו מכלים אחרים בסככת בית-האריזה. לצורך השוואת קצב איבוד המשקל — הוכנסו פירות אחרים משלושה זנים אלה גם לקירור (10 מ"צ ולחות יחסית של כ" 90%) למשך 5 ימים.

עם גמר הצינון הועבר פרי, בלתי מטופל וארוז בקרטונים, מהזנים אשכוליות וואלנסיה בלבד — לחדר אחסנה, בטמפרטורה של 17 מ"צ ולחות של כ" 90%, למשך 4 שבועות. בגמר תקופה זו נבדק הפרי.

במשך הצינון נעה הטמפרטורה החיצונית (במשך היום) בין 23 ל" 27 מ"צ, והלחות החיצונית — בין 50% ל" 70%. הטמפרטורה במיתקן הצינון היתה נמוכה ב" 3—4 מ"צ משל האוויר החיצוני, והלחות היחסית — מרובה יותר ב" 20%—40%, והגיעה ל" 85%. טמפרטורת הפרי במיתקן הצינון נשמרה נמוכה בכ" 2 מ"צ מזו של פרי ההיקש, במשך הצינון. שיעורי הריקבון שהתפתח בפרי במשך 4 שבועות עות ב" 17 מ"צ, היו כלהלן: בפרי שלא עבר צינון, באשכוליות 4.2% ובואלנסיה 6.5%; ואילו בפרי שעבר צינון, באשכוליות 0.7% ובואלנסיה 4.0%.

קצב איבוד המשקל בפרי מטיפולים השונים היה דומה, פחות-או-יותר, לזה שהתקבל בשנה שקדמה בניסוי זה הובלטה השפעת הצינון להאטת התפתחות הריקבונות. הקטנת שיעורי הריקבון בפרי שעבר

מידת צינון האוויר על-ידי הרטבתו — תלויה גם בטמפרטורה וגם בלחות של האוויר בסביבה. לכן, במיתקני צינון מסוג זה יש להזרים דרך המים אוויר חוץ, ואין לסחרר את האוויר שבתוך החדר; מכיון שברגע שהוא יגיע לרוויה — הוא יחדל לאדות מים ולהצטנן.

יש השפעה רבה ללחות היחסית של האוויר ול-טמפרטורה שלו — על מידת איבוד המים מפרי. כמות המים שפרי מאדה גדלה — ככל שהאוויר שמסביבו יבש יותר, וככל שהטמפרטורה של הסביבה גבוהה יותר. קצב אידוי המים מהפרי מושפע מהצירוף של שני גורמים אלה יחד. באופן תיאורטי, אם פרי יוחזק בלחות יחסית של 100% — הוא לא יאדה מים, אף אם הטמפרטורה של הסביבה תהיה גבוהה; ולעומת זאת, אם פרי יוחזק בטמפרטורה נמוכה מאוד, אך הלחות היחסית של האוויר תהיה מועטה — הוא יאבד מים בקצב מוגבר. אמנם יש טבלאות לחישוב קצב ההתנדפות ממשטח של מים חפשיים, וקיימות גם תוצאות של ניסויים בפירות שונים; אך למטרות מעשיות אפשר לומר בבטחה, שכל תוספת לחות לאוויר, וכל ירידה בטמפרטורה שלו — יקטינו את קצב איבוד המים מהפרי.

מטרת העבודה המתוארת כאן היתה — לבחון את מידת ההשפעה של תנאי לחות יחסית מרובה לצינון הפרי הקטוף ולהאטת איבוד המשקל ממנו בתקופת שהייתו עד לאריזה, ופיתוח שיטה פשוטה, נוחה וזולה לשמירת הפרי הקטוף עד לאריזתו — בתנאי לחות מרובה, שגם מצננת את הפרי. הכוונה היתה גם לבחון את אפשרות השימוש בחדרי-ההבחלה הקיימים לצורך השגת מטרה זו.

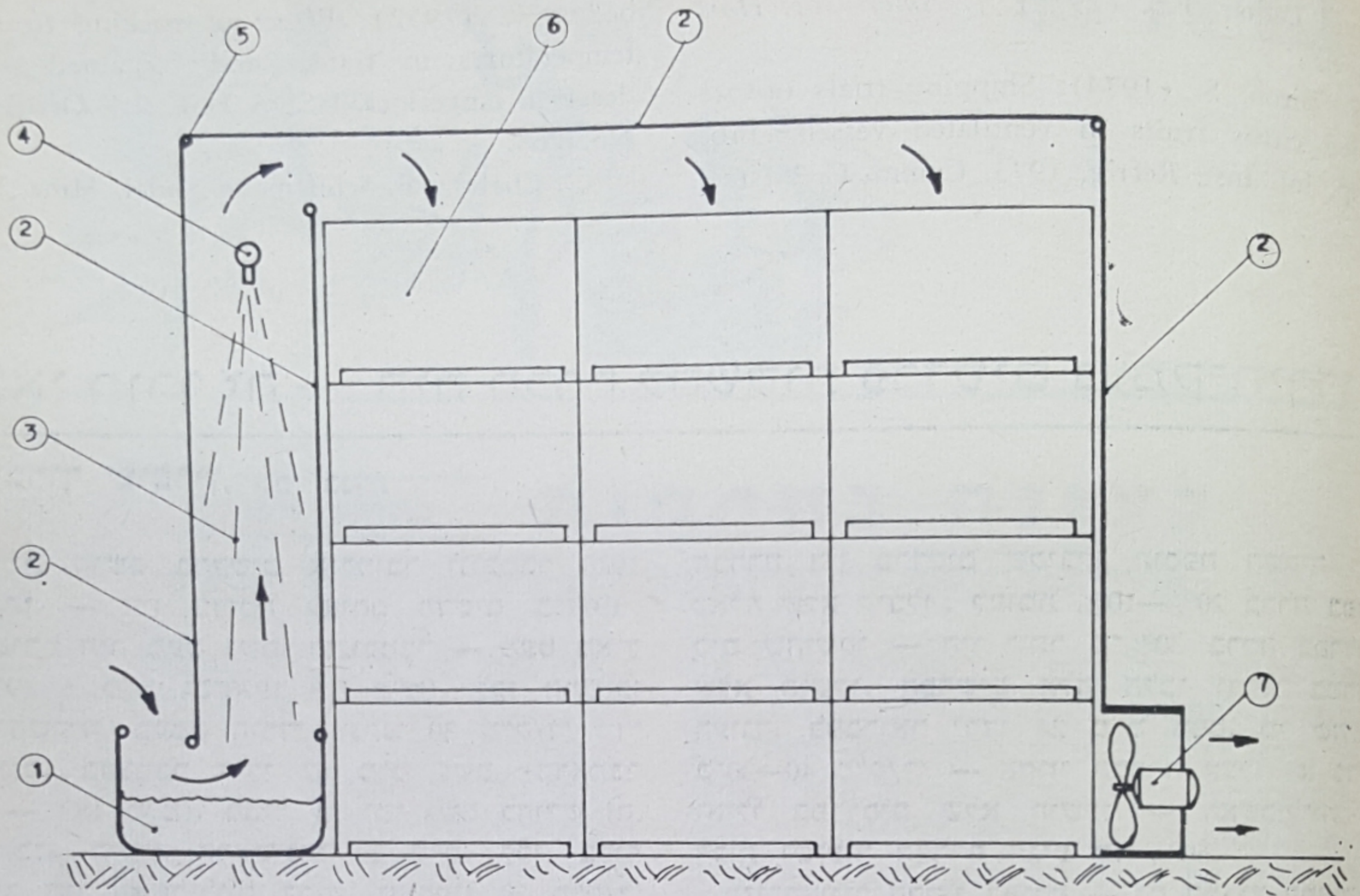
ניסויים במיתקן צינון

בעונת הפרי 1974/5 נעשו שני ניסויים הקדמיים, שבהם הושוותה היעילות של מיתקן צינון פשוט וזול יחסית — לזו של קירור רגיל, בהקטנת הפגיעה באיכות הפרי בעת שהייתו עד לאריזתו.

במיתקן הצינון הועבר אוויר, בעזרת מפוחים, דרך מזרון לח, המרבה בו את הלחות היחסית ומוריד את הטמפרטורה. האוויר הלח והקריר הועבר דרך מכלי הפרי. להיקש שימש פרי שנשמר במכלים בסככת בית-האריזה ללא צינון, ולהשוואה נוספת שימש פרי אחר, שנשמר בקירור בעת שהייתו לפני האריזה.

פירות מהזנים אשכוליות וואלנסיה נשקלו לפני תחילת הטיפול, בסופו, ולאחר האריזה — עם תום תקופה של עד 2½ חדשים לאחר הטיפול, בתנאי אחסנה קבועים. כן נבחנו מראה הפרי ושיעור הריקבונות שהתפתחו בו לאחר תקופה זו.

נמצא, כי בתנאי מזג-אוויר חם ויבש (תנאים ששררו, בעת הניסוי, בבית-האריזה גלבוה) הרבה המיתקן, במשך היום, את הלחות היחסית של האוויר



שרטוט 1. חתך דרך מיתקן לצינון פרי-הדר על-ידי הזרמת האוויר דרך מקלחת מים (החצים מסמנים את כיוון תנועת האוויר). 1 — שוקת מים; 2 — יריעת פוליאטילן מתוחה על מסגרת צינורות; 3 — מקלחת מים; 4 — צינור עם פומיות להתזת המים; 5 — מסגרת צינורות; 6 — מכלי פרי; 7 — מאוורר.

אלא הושאר חריץ בגובה של כ- $\frac{1}{2}$ מטר, כדי לאפשר לאוויר לצאת בחפשויות. מקלחת המים הופעלה (ללא חימום), ואוויר מהסביבה הוכנס דרך פתח הכניסה של האוויר הטרי. נמצא, שכאשר ספיקת האוויר היתה בתחום של כ-16 החלפות של נפח חדר ריק לשעה (כ-6000 מ"ק לשעה) — התקבלה נצילות מרבית של פעולת המיתקן. טמפרטורת האוויר ירדה מ-23 מ"צ לכ-18 מ"צ, ולחות האוויר רבתה מ-40% עד ל-85%.

מספרים אלה אינם מלמדים על תנאי העבודה במיתקנים אחרים. יש לבחון ולהתאים את התנאים בכל חדר הבחלה בנפרד. התנאים שהושגו במיתקן זה — היו דומים לאלה שהושגו במיתקני הניסוי שנבחנו בשנים הקודמות.

ספרות

1. Hall, E.G. (1972). *CSIRO, Food Research Quarterly* 32: 1—10.
2. Hopkins, E.F. and McCornack, A.A. (1960). *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 73: 263—269.
3. Grierson, W. and Hayward, F.W. (1960). *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 76: 229—239.
4. Winston, J.R., Haruschka, H. and Cub-

צינון נובעת מכך שבפרי זה, השווה לאחר קטיפתו בתנאי לחות מרובה, מתרחש תהליך הגלדת הפצעים (בעיקר פצעים שנגרמו תוך קטיפה). מכיון שלהתפתחות רקבונות העובש דרוש שתהיה פציעה בקליפה, הרי שעל-ידי הגלדה מהירה — נמנעים חלק מרקבונות העובש בפרי.

מתוצאות ניסויים אלה הסתבר, כי אפשר להקטין את הפגיעה באיכות הפרי הנובעת מהשהייתו עד לאריזה — על-ידי שמירתו בתנאי לחות יחסית מרובה, וכתוצאה מכך — גם בטמפרטורה נמוכה במידת-מה מזו השוררת בסככת בית-האריזה. את התנאים הללו אפשר להשיג במיתקנים פשוטים וזולים יחסית, שיעילותם רבה בעיקר בתחילת העונה ובסופה, באזורים החמים והיבשים, וכן בימי שרב בפנים הארץ.

הניסויים בחדרי הבחלה

בשנת הניסויים 1976/7 נוסה יישום עקרון ההלחה והצינון — במיתקנים קיימים בחדרי ההבחלה. לצורך זה שימש חדר הבחלה בבית-האריזה גלבוע שבעמק בית-שאן.

באחד מחדרי ההבחלה, בנפח של 360 מ"ק, הוכנס פרי במכלים כמו שנהוג בתהליך של הבחלה. היריעה הסוגרת את פתח החדר לא הורדה עד לרצפה,

J. and Lathar, F.S. (1974). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 8.

6. Biron, S. (1974): Shipping trials of pre-cooled citrus fruits in ventilated vessels. Proc. Symp. Int. Inst. Refrig. 1973. Comm. C 2 Israel.

bedge, R. (1952): Effect of packing treatment, temperatures in transit and containers — on decay in tangerines. USDA H.T. 2 S Office Kept No. 263.

5. Chalutz, E. Schiffmann-Nadel, Mina, Waks,