

732

2004-2005

תקופת המחקר:

430-0004-05

קוד מחקר:

Subject: DEVELOPMENT OF POSTHARVEST TECHNOLOGIES FOR LONG-TERM STORAGE OF "WONDERFUL" POMEGRANATE FRUITS.

Principal investigator: Ron Porat

Cooperative investigator: YORAM FUCHS, ITZHAK KOSTO, FATCHI ABDUL-HAANI, OHAD NERIA, RUTH BEN ARIE, OHAD NERIA, Vais Batia

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: פיתוח טכנולוגיות לאחסון ממושך של רימון "וונדרפול"

חוקר ראשי: רון פורת

חוקרים שותפים: יורם פוקס, יצחק קוסטו, פתחי עבדאלהאדי, אוהד נריה, רות בנאריה, אוהד נריה, בתיה וייס

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

הבעיות העיקריות באחסון ממושך של רימונים הינן הפסד משקל והצטמקות הפרי, התפתחות ריקבונות, התפתחות פגמי קליפה וצירבון, ופגיעה בטעם ואיכות הפרי.

מטרת המחקר - לתת מענה לבעיות האחסון העיקריות של פירות רימון מהזן ונדרפול, ולפתח פרוטוקול כולל עם המלצות טיפול מפורטות לצורך אחסון ממושך של הפרי.

מהלך העבודה - בחנו את השפעתם של טיפולים רבים שונים כגון: מתן חומרי הדברה, אפליקציה של דוגנים, טמפרטורות אחסון שונות, טכנולוגיות בקרת לחות ובכללן עטיפה ביריעות אווירה מתואמת, אחסון באווירה מבוקרת, שימוש במעכבי אתילן, וכד', על איכות הפרי וכושר השתמרותו לאחר הקטיף.

תוצאות המחקר מראות שטמפרטורת האחסון האופטימאלית לצורך אחסון ממושך של פירות רימון ונדרפול הינה 6-7 מ"צ, ושבאמצעות יישום טכנולוגיות של אווירה מתואמת או אווירה מבוקרת ניתן לשמר את הפרי באיכות טובה למשך 4-5 חודשים לאחר הקטיף. הטיפול המומלץ לאחסון באווירה מתואמת הינו עטיפת הפרי ביריעה מסוג Xtend בעלת חירור זעיר (microperforation) המאפשר יצירת אווירה גזית המכילה כ- 5% פחמן דו-חמצני ו- 12-14% חמצן בסביבת הפרי. הטיפול המומלץ לאחסון באווירה מבוקרת כולל הרכב גזים המכיל כ- 3% פחמן דו-חמצני ו- 2% חמצן בלבד. נכון להיום, הטיפול היעיל ביותר למניעת התפתחותם של ריקבונות לאחר הקטיף הינו טבילה בחומר ההדברה ספורטק, ואולם מכיוון שרמת השאריות של חומר זה הינה מעבר למותר יש להמשיך ולבחון בעתיד את מידת יעילותם של טיפולים חלופיים אחרים. ממצא חשוב נוסף שהתקבל במחקר זה, הוא שמתן דוגג לפני האחסון בקור מגביר התפתחות ריקבונות והופעת הצירבון, ואולם מתן דוגג לאחר ההוצאה מאחסון מקנה מראה מבריק ואטרקטיבי ומפחית את הפסד המשקל והצטמקות הפרי במהלך חיי המדף.

תוצאות ראשוניות מצביעות על כך שחשיפה למעכב פעולת האתילן 1-MCP מפחיתה באופן משמעותי את מידת התפתחות הצירבון לאחר הקטיף.

מסקנות - היישום המעשי של תוצאות מחקר זה מאפשר כבר כיום לאחסן פירות רימון ונדרפול באיכות גבוהה לתקופה ממושכת של עד ארבעה ואף חמישה חודשים לאחר הקטיף, וכך מאפשר את הארכת תקופת השיווק המקומי אך בעיקר את הארכת משך הייצוא של פירות רימון מישראל.

פיתוח טכנולוגיות לאחסון ממושך של רימון ונדרפול

Developing technologies for long-term storage of Wonderful pomegranate fruits

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולמועצת הצמחים – ענף הפירות

ע"י

רון פורת המחלקה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
בתיאוריים המחלקה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
פוקס יורם המחלקה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן
יצחק קוסטו שה"מ, משרד החקלאות
בן אריה רות החברה למו"פ קירור ואיסוס פירות בע"מ, קריית שמונה
נריה אוהד החברה למו"פ קירור ואיסוס פירות בע"מ, קריית שמונה

Ron Porat, Dept. of Postharvest, ARO, Bet Dagan.. E-mail: rporat@volcani.agri.gov.il.

Batia Weiss, Dept. of Postharvest, ARO, Bet Dagan. E-mail: batiaw@volcani.agri.gov.il.

Yoram Fuchs, Dept. of Postharvest, ARO, Bet Dagan. E-mail: yfuchs@volcani.agri.gov.il

Itzhak Kosto, Ministry of Agriculture. E-mail: ikosto@shaham.moag.gov.il

Ruth Ben Arie, Fruit Storage Laboratory., Kiryat Shmona. E-mail: fruitlab@netvision.net.il.

Ohad Nerya, Fruit Storage Laboratory., Kiryat Shmona. E-mail: fruitlab@nctvision.net.il.

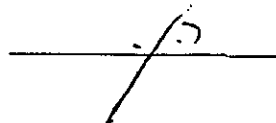
יוני 2006

סיון תשס"ו

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן

חתימת החוקר:



תקציר

הבעיות העיקריות באחסון ממושך של רימונים הינן הפסד משקל והצטמקות הפרי, התפתחות רקבונות, התפתחות פגמי קליפה וצירבון, ופגיעה בטעם ואיכות הפרי. בתוכנית מחקר דו-שנתית זו, מטרתנו היתה לתת מענה לבעיות האחסון העיקריות של פירות רימון מהזן ונדרפול, ולפתח פרוטוקול כולל עם המלצות טיפול מפורטות לצורך אחסון ממושך של הפרי. לשם כך, בחנו את השפעתם של טיפולים רבים שונים כגון: מתן חומרי הדברה, אפליקציה של דונגים, טמפרטורות אחסון שונות, טכנולוגיות בקרת לחות ובכללן עטיפה ביריעות אווירה מתואמת, אחסון באווירה מבוקרת, שימוש במעכבי אתילן, וכד', על איכות הפרי וכושר השתמרותו לאחר הקטיף.

תוצאות המחקר מראות שטמפרטורת האחסון האופטימאלית לצורך אחסון ממושך של פירות רימון ונדרפול הינה 7-6 מ"צ, ושבאמצעות יישום טכנולוגיות של אווירה מתואמת או אווירה מבוקרת ניתן לשמר את הפרי באיכות טובה למשך 4-5 חודשים לאחר הקטיף. הטיפול המומלץ לאחסון באווירה מתואמת הינו עטיפת הפרי ביריעה מסוג Xtend בעלת חירור זעיר (microperforation) המאפשר יצירת אווירה גזית המכילה כ- 5% פחמן דו-חמצני ו- 12%-14% חמצן בסביבת הפרי. הטיפול המומלץ לאחסון באווירה מבוקרת כולל הרכב גזים המכיל כ- 3% פחמן דו-חמצני ו- 2% חמצן בלבד. נכון להיום, הטיפול היעיל ביותר למניעת התפתחותם של רקבונות לאחר הקטיף הינו טבילה בחומר ההדברה ספורטק, ואולם מכיוון שרמת השאריות של חומר זה הינה מעבר למותר יש להמשיך ולבחון בעתיד את מידת יעילותם של טיפולים חלופיים אחרים. ממצא חשוב נוסף שהתקבל במחקר זה, הוא שמתן דונג לפני האחסון בקור מגביר התפתחות רקבונות והופעת הצירבון, ואולם מתן דונג לאחר ההוצאה מאחסון מקנה מראה מבריק ואטרקטיבי ומפחית את הפסד המשקל והצטמקות הפרי במהלך חי המדף. לבסוף, תוצאות ראשוניות מצביעות על כך שחשיפה למעכב פעולת האתילן I-MCP מפחיתה באופן משמעותי את מידת התפתחות הצירבון לאחר הקטיף. סך הכל, היישום המעשי של תוצאות מחקר זה מאפשר כבר כיום לאחסן פירות רימון ונדרפול באיכות גבוהה לתקופה ממושכת של עד ארבעה ואף חמישה חודשים לאחר הקטיף, וכך מאפשר את הארכת תקופת השיווק בשוק המקומי אך בעיקר את הארכת משך הייצוא של פירות רימון מישראל.

מבוא

בשנים האחרונות חלה הרחבה ניכרת בכמות הנסיעות של מטעי רימון חדשים בכל רחבי הארץ, והיקף המטעים המוערך כיום הינו כ- 7,000 דונם. דבר זה, יחד עם עודפי הפרי בשוק המקומי מחייבים להרחיב באופן משמעותי את היקפי הייצוא של פירות רימון לחו"ל ואז להאריך את תקופת האחסון והשיווק בשוק המקומי. מבחינת הייצוא לחו"ל, מסתבר שהרימון פודה מחירים גבוהים בעיקר בסביבות חג המולד (סוף דצמבר) ולאחר מכן בחודש פברואר, שאז נגמר הפרי אצל המתחרים, בעיקר מספרד. לכן, צריך לאחסן את הפרי שנקטף בסוף אוקטובר באיכות גבוהה למשך חודשיים (עד חג המולד) ואף למשך ארבעה חודשים לאחר הקטיף (עד פברואר). גם מבחינת השוק המקומי, פרי מאחסון ממושך פודה מחירים כפולים מאשר בעונת הקטיף.

הבעיות העיקריות המגבילות את כושר אחסון הפרי הינן: (א) הצטמקות הפרי, (ב) התפתחות רקבונות, (ג) התפתחות צירבון, ו- (ד) פגיעה בטעם הפרי.

בתוכנית מחקר דו-שנתית זו, מטרתנו היתה לבחון את מידת יעילותם של טיפולים שונים, כגון מתן חומרי הדברה, אפליקציה של דונגים, טמפרטורות אחסון שונות, טכנולוגיות בקרת לחות ובכללן עטיפה ביריעות אווירה מתואמת, אחסון באווירה מבוקרת, שימוש במעכבי אתילן, וכד', על איכות הפרי וכושר השתמרותו לאחר הקטיף, ולפתח בסופו של דבר פרוטוקול כולל עם המלצות טיפול לצורך אחסון ממושך של הפרי

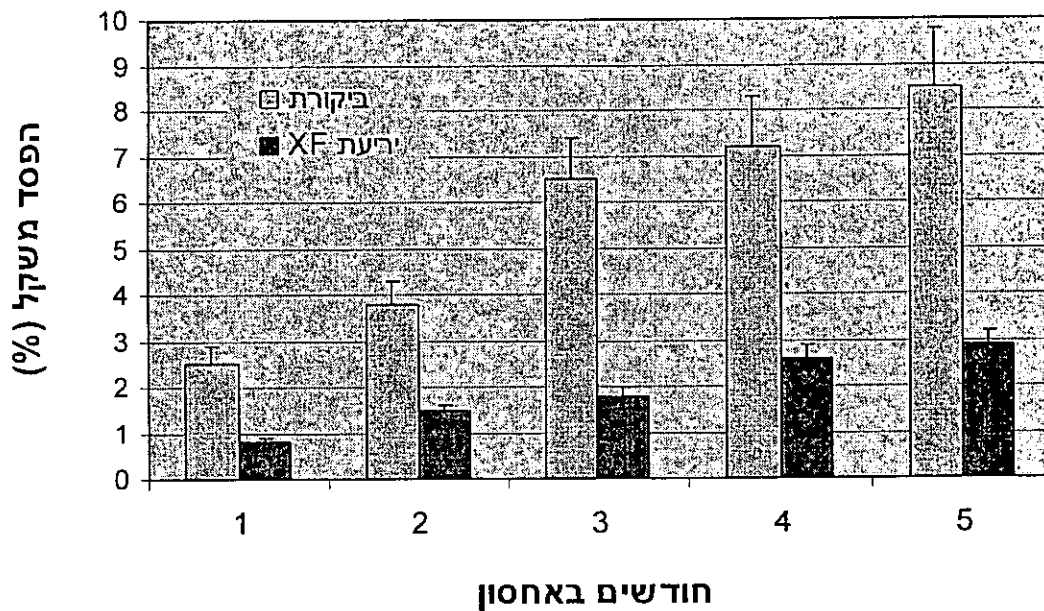
מהלך המחקר

באופן כללי, הניסויים לבחינת יעילות השימוש ביריעות אווירה מתואמת נערכו במינהל המחקר החקלאי בבית דגן, ואילו הניסויים באחסון באווירה מבוקרת נערכו במעבדה לקירור ואיסוס פירות בע"מ בקרית שמונה. פירות רימון מהזן 'ונדרפול' נדגמו ממטעים מסחריים בגדרה, עין עירון ויסוד המעלה לאחר טבילתם בפונגציד ספורטק בריכוז 0.1%. הפירות שהובאו למכון וולקני נארזו בתיבות קרטון (13 פירות בתיבה, משקל ממוצע של כ- 7.5 ק"ג) או בארגזי פלסטיק (משקל ממוצע של 20 ק"ג). חלק מהפרי נשמר כביקורת ואילו השאר נעטף ביריעות Xtend (חברת סטפאק בע"מ, אזור תעשייה תפן) בעלות חירור מיקרופורוציה המאפשרות יצירת הרכב אווירה גזית המכיל כ- 5% CO_2 ו- 12-14% O_2 בסביבת הפרי או יריעות בעלות חירור מאקרופרפורציה בהם הרכב הגזים בתוך היריעה דומה לזה של האוויר החיצוני. הפירות שהובאו לקריית שמונה אוחסנו בתיבות פלסטיק באוויר רגיל (ביקורת), באוויר רגיל + העשרה ב- "ערפל יבש" ממכשיר HUMICON (אלקטרוטרם בע"מ, מגדל העמק), ובמשטרים שונים של אוויר מבוקר שכללו O_2 2% + 3% CO_2 (CA-3) או O_2 2% + 6% CO_2 (CA-6). כמו כן, נערכו שני ניסויים חצי- מסחריים, שכללו אחסון של 18 מיכלי דולב עם פרי משלושה אזורי גידול (עמק החולה, השומרון, השפלה) באווירה מבוקרת (הרכב אווירה ממוצע של O_2 2-2.3% ו- CO_2 2.7-3%) למשך 4-5 חודשים. המיכלים נעטפו בשקי פוליאאתילן מחוררים (עובי 0.07 מ"מ) לאחר התקררות הפרי. בכל הניסויים, הפרי אוחסן בטמפרטורה ממוצעת של 7 מ"צ. בחלק מהטיפולים הפרי דונג לקראת העברתי לחיי מדף בשיטות דינוג שונות. בדיקות איכות הפרי נערכו לאחר מועדי אחסון שונים כמפורט בכל ניסוי ושבע נוסף של שהייה בתנאי חיי מדף ב- 20 מ"צ וכללו מראה כללי, הפסד משקל, התפתחות ריקבונות כתר וצד, עיפוש אבקנים, התפתחות צרבון ונזקי צינה פנימיים, אחוזי כלל מוצקים מומסים (כמ"מ) וחומצה במיץ, ובדיקות טעימה.

תוצאות

אחסון ממושך באווירה מתואמת

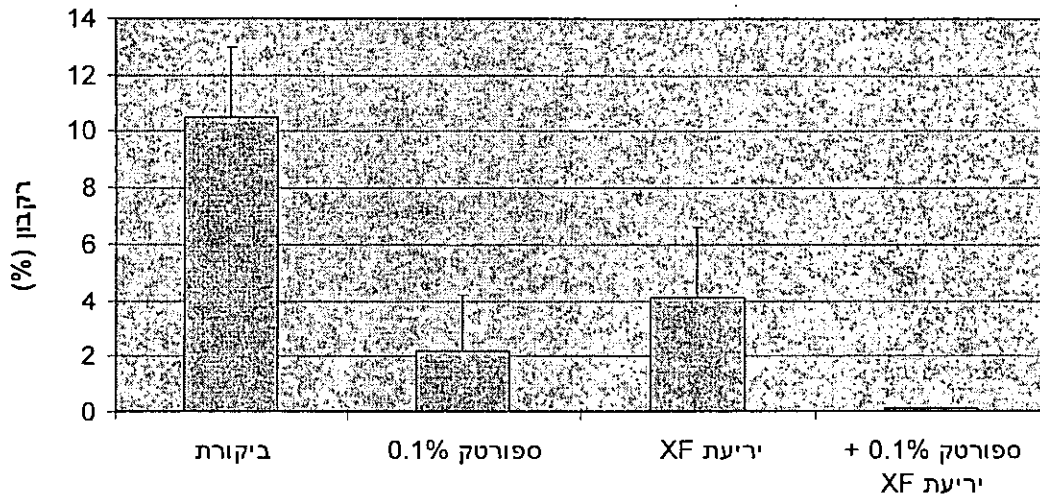
הניסויים באווירה מתואמת נעשו באמצעות שימוש ביריעות מסוג Xtend (סטפאק בע"מ). בניסויים הקדמיים מצאנו שהפסד משקל בשיעור של 4%-5% גורם להצטמקות ופגיעה משמעותית באיכות הפרי. תוצאות הניסויים הנוכחיים מראות שכעבור חודשיים אחסון ב-6 מ"צ פירות הביקורת איבדו קרוב ל-4% ממשקלם ואילו עטיפת הפרי ביריעות Xtend אפשרה להאריך את תקופת האחסון עד למשך חמישה חודשים לאחר הקטיף מבלי שהפרי יאבד יותר מ-3% ממשקלו (איור 1).



איור 1: השפעת יריעות אווירה מתואמת על שיעור הפסד המשקל בפירות רימון ונדרפול. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 15 חזרות.

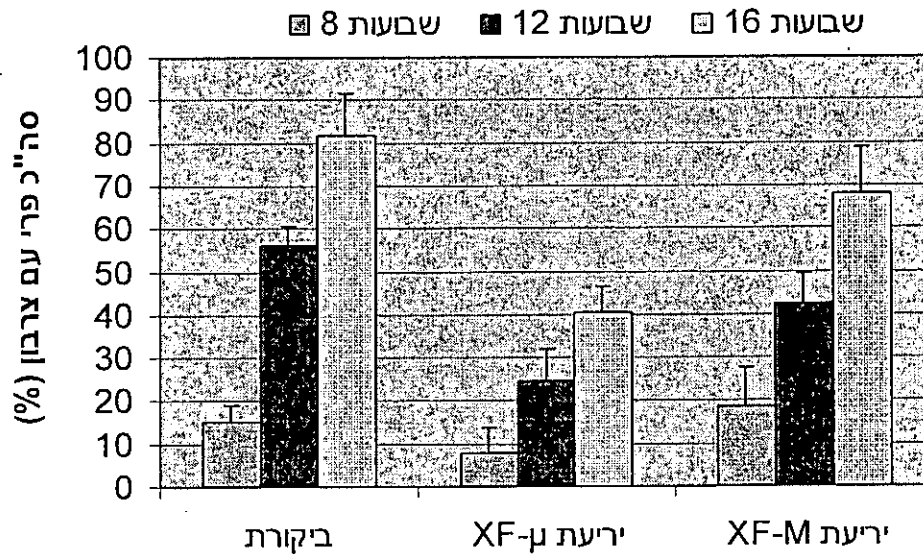
למרות שעטיפת הפרי ביריעות Xtend שומרת על לחות גבוהה בסביבת הפרי (לחות יחסית ממוצעת של כ-96% בתוך היריעה), נמצא שהאחסון באווירה מתואמת לא עודד התפתחות רקבונות לאחר הקטיף, אלא אף הפחית את מידת התפתחות הרקבון (איור 2). כך למשל, כעבור 4 חודשי אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף התפתחו בפירות ביקורת לא עטופים כ-10% רקבונות ואילו עטיפת הפרי ביריעת Xtend בלבד הפחיתה את התפתחות הרקבון ל-4% בלבד. כמו כן, השילוב של טבילה בחומר ההדברה ספורטק ועטיפה ביריעת Xtend מנעה כליל את התפתחות הרקבונות בהשוואה לטבילה בספורטק בלבד (איור 2). המנגנון כיצד עטיפת הפרי

ביריעות אווירה מתואמת מפחיתה התפתחות רקבונות במהלך האחסון עדיין לא מובן לנו במלואו, אך ככל הנראה עטיפת הפרי ביריעה מעכבת את הזדקנותו, מונעת היווצרות סדקים ושומרת על חיוניות הפרי.



איור 2: השפעת יריעות אווירה מתואמת וטבילה בחומר ההדברה ספורטק על שיעור התפתחות רקבונות בפירות רימון ונדרפול. הפרי אוחסן למשך 4 חודשים ב- 6 מ"צ ולאחר מכן הועבר לשבוע נוסף של שהייה בחיי מדף ב- 20 מ"צ. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 4 תיבות בכל טיפול.

בנוסף לשמירת המוצקות ומניעת התפתחות רקבונות, עטיפת הפרי ביריעות Xtend הפחיתה משמעותית את מידת הופעת הצרבון לאחר הקטיפ. תוצאות הניסויים מראות שעטיפת הפרי ביריעות Xtend בעלות חירור מיקרופורציה המאפשרת יצירת הרכב אווירה גזית המכילה כ- 5% CO_2 ו- 12-14% O_2 בסביבת הפרי היתה הרבה יותר יעילה במניעת התפתחות צרבון מאשר שימוש ביריעות בעלות חירור מאקרופורציה בהם הרכב הגזים ביריעה דומה לזה של האוויר החיצוני (איור 3). סך הכל, עטיפת הפרי ביריעות Xtend בעלות חירור מיקרופורציה הפחיתה את התפתחות הצרבון בכמחצית מהשיעור שהתפתח בפירות הביקורת הלא עטופים (איור 3).



איור 3: השפעת יריעות אווירה מתואמת בעלות חירור מיקרופרפורציה (XF-μ) ומאקרופרפורציה (XF-M) על מידת הופעת צרבון בפירות רימון ונדרפול. הפרי אוחסן למשך 8, 12 ו-16 שבועות ב-6 מ"צ ולאחר מכן הועבר לשבוע נוסף של שהייה בחיי מדף ב-20 מ"צ. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 4 תיבות בכל טיפול.

ראוי לציין שעטיפת הפרי ביריעות אווירה מתואמת מסוג Xtend השומרות על הרכב אווירה גזית המכילה עד 5%-6 פחמן דו חמצני לא פגמה כלל בטעם הפרי ואף שיפרה אותו מעט (תוצאות מובאות בהמשך), ואולם שימוש ביריעות אטומות מדי המאפשרות יצירת הרכב אווירה גזית המכילות מעל ל-8% פחמן דו חמצני עלולות לפגום באיכות הפנימית ובטעם הפרי (תוצאות לא מובאות).

סך הכל, באיור 4 ניתן להתרשם ממראה הפרי לאחר שלושה חודשי אחסון ושבוע נוסף של שהייה בחיי מדף לאחר אחסון רגיל (ללא עטיפה) או לאחר אחסון באווירה מתואמת (עטיפה ביריעות Xtend) בתיבות קרטון קמעוניות (אריזה של 7.5 ק"ג) או באריזות bulk במיכלי פלסטיק (אריזה של 20 ק"ג). ניתן לראות שהפרי הערום הצטמק והתפתח בו שיעור גבוה יותר של צרבון מאשר בפרי שנעטף ביריעות אווירה מתואמת.

ביקורתיריעת XF

תיבות קרטון
(אריזה)



מיכלי פלסטיק
(אריזה bulk)

איור 4: מראה פירות רימון ונדרפול שנעטפו ביריעות Xtend ונארזו בתיבות קרטון (13 פירות בתיבה) או במיכלי פלסטיק (כ- 20 ק"ג פרי) בהשוואה לפירות ביקורת לא עטופים. התמונות צולמו כעבור 3 חודשי אחסון ב- 6 מ"צ ושבוע נוסף של שהייה בחיי מדף.

אחסון ממושך באווירה מבוקרת

בניסוי בקנה מידה מעבדתי, צרבון הקליפה הופחת הן בשעוריו והן בעוצמתו על-ידי האחסון באוויר מבוקר, בשתי הנוסחאות, אך לא הושפע על-ידי ערפול (איור 5). שעורי הצרבון עלו במובהק לאחר 4 חודשים. באוויר מבוקר הופחתו שעורי הפגם ועצמתם היתה קלה ביותר. היה יתרון מסוים לאווירה עם רמת CO_2 גבוהה לעומת הנמוכה, אולם ההפרשים לא היו מובהקים בשני מועדי הבדיקה. בתקופת חיי המדף לאחר 3 חודשי אחסון הוחמרה עצמת הפגיעה והיקפה גדל במקצת והם הגיעו לרמות שנמדדו בעת ההוצאה מקירור אחרי 4 חודשי אחסון. בתקופת חיי המדף אחרי 4 חודשים, היתה עליה בשעורי הצרבון בפרי שדונג לאחר אחסון באוויר מבוקר, אך לא בעצמת הצרבון, אף בהשפעת הדינוג (טבלה 1).

בעת ההוצאה מקירור צרבון הקליפה היה הגורם העיקרי לפסילת הפרי לשווק, ואף כשפרי עם דרגת נגיעות קלה נחשב כראוי לשווק מרבית פרי הביקורת לא היה ראוי לשווק בתקופת חיי המדף אחרי 3 חודשי אחסון ואחרי 4 חודשי אחסון (טבלה 2). לעומת זאת, בפרי שאוחסן באוויר מבוקר למעלה מ- 80% היה ראוי לשווק בשני המועדים. שעורי הפרי הרקוב והמצומק היו זניחים. לדינוג אחרי האחסון היה יתרון מבחינת שמירת

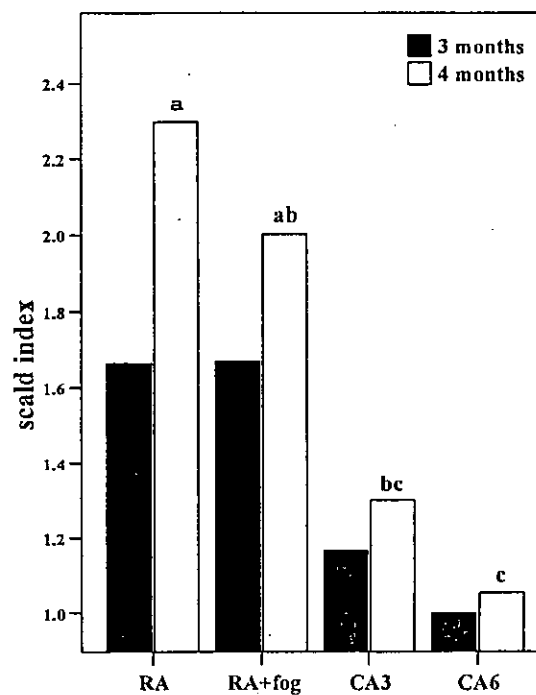
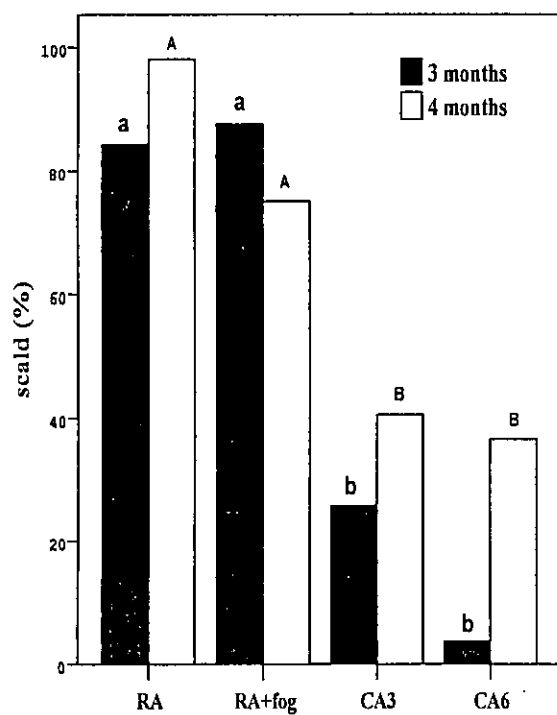
מראה הפרי המבריק, מוצקותו והפחתת עיפוש האבקנים (טבלה 3), אך שעורי הפרי הראויים לשווק הופחתו בגלל העליה בשעורי צרבון הקליפה ועצמתו אחרי 4 חודשי אחסון (טבלה 2).

טבלה 1 - שעורי הנגיעות בצרבון הקליפה ועצמתו ברימוני וונדרפול אחרי 4 חודשי אחסון ב- 7°C ולאחר שבוע ימים בחיי מדף ב- 20°C .

מדד צרבון הקליפה (4-1)**			צרבון הקליפה (%)			תנאי האחסון
אחרי חיי מדף		בהוצאה	אחרי חיי מדף		בהוצאה	
פרי ערום	פרי מדונג*	מקירור	פרי ערום	פרי מדונג*	מקירור	
2.9a	2.9a	2.2a	100	83a	100a	RA (אוור רגיל)
2.2ab	2.5a	2.1ab	82	71a	78ab	RA+ערפול
1.7b	1.3b	1.3bc	87	28b	41b	CA3
1.5b	1.3b	1.1c	87	52ab	37b	CA6
0.012	0.005	0.030	ל.מ.	0.010	0.018	מובהקות (p)

* טבילה בדונג זיודר בתום האחסון.

** 1 = צרבון קל – עד 25% משטח פני הפרי ... 4 = צרבון קשה – מעל 75% משטח פני הפרי
a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצויינת.



איור 5 - שעורי צרבון הקליפה (משמאל) ועצמת הפגם (מימין) בעת הוצאת הפרי מאחסון ב-7°C. a-c, עמודות עם אותיות שונות בכל מועד בדיקה נבדלות ברמת מובהקות של $p < 0.05$.

טבלה 2 - שעורי הפרי הראויים לשווק (באחוזים) בעת ההוצאה מקירור ולאחר 7 ימים בחיי מדף ב-20°C.

תנאי האחסון	3 חודשים			4 חודשים		
	בהוצאה מקירור	בחיי מדף	פרי ערום	בהוצאה מקירור	בחיי מדף	פרי ערום
RA	73	0b	11b	15b	0b	0
RA+ערפול	77	22b	43b	41b	54a	28
CA3	96	83a	93a	86a	75a	58
CA6	100	85a	87a	86a	75a	48
מובהקות	ל.מ.	0.004	0.008	0.009	0.000	ל.מ.

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות המצויינת.

טבלה 3- עיפוש אבקנים (באחוזים) ברימוני וונדרפול אחרי 4 חודשי אחסון בתנאי אחסון שונים, בעת ההוצאה מקירור ב- 7°C ואחרי שבוע ימים ב- 20°C.

מובהקות בחיי מדף (p)	אחרי חיי מדף (%)		בהוצאה מקירור (%)	תנאי האחסון
	דונג זיודר אחרי אחסון	פרי ערום		
ל.מ.	0	37	76	RA
0.008	0b	22a	56	RA+ערפול
0.07	0b	75a	71	CA3
0.04	0b	67a	63	CA6

a-b ערכים עם אותיות שונות בכל שורה נבדלים ברמת המובהקות המצוינת בטור השמאלי.

בניסוי בקנה מידה חצי-מסחרי, הורחב הניסוי בשנה השניה ומשך האחסון הוארך ל- 5 חודשים, אך באופן עקרוני התוצאות היו דומות בשתי שנות הניסוי ועל כן מוצגות רק תוצאות ניסוי 2005/6. מבחינה מסחרית האחסון באוויר מבוקר ככלל הניב מעל ל- 70% פרי סוג א' לאחר 5 חודשי אחסון (טבלה 4). צרבון הקליפה לא הופיע בפרי בעת פתיחת החדר ופרי מסוג ב' היה בעיקרו פרי שהיה כפי הנראה פגום בעת הקטיפה. הפחת שנבע מהאחסון היה הפרי הרקוב (בררה). במיכלים שלא נטבלו בספורטק שיעור הרקוב היה בממוצע 11.4% לשני המטעים. הפרי מהמטע ביסוד המעלה שווק לאחר 4 חודשי אחסון ובו נמצאו 10% פרי רקוב. הטבילה בספורטק+מרפאן הפחית את שיעור הרקוב לכדי 4.2% בממוצע, כאשר גורם הרקוב העיקרי היה העובש האפור (*Botrytis cinerea*). לא נמצא פרי מצומק, אך היה הבדל מובהק ($p=0.001$) בשעורי ההפסד במשקל בין מיכלים עטופים (2.6%) לבין מיכלים חשופים לערפול (6.7%). לא ניתן היה להבחין בהשפעה על שיעור פרי מסוג א' של 1-MCP (81.4%) ללא טיפול לעומת 82.2% עם טיפול או של עטיפת המיכלים (87.1%) ללא עטיפה לעומת 82.2% עם עטיפה), כאשר המיכלים נטבלו לפני האחסון.

התוצאות הללו משקפות את התוצאות שנתקבלו במעבדה, בהן הגורמים היחידים שהושפעו באופן מובהק על-ידי טיפולי הטבילה והעטיפה היו שעורי הרקוב ועפוש האבקנים (טבלה 5). שעורי הרקוב היו נמוכים במשך 5 חודשי אחסון גם ללא טבילה לפני האחסון. בחיי מדף, גבר הרקוב בפרי לא מטופל והוא הופחת בצורה מובהקת על-ידי טבילה בקוטלי פטריות, אפילו בפרי ממיכלים שהיו מכוסים במהלך האחסון. לעומת זאת, שעורי הפרי עם אבקנים מעופשים היו גבוהים מאד בעת הוצאת הפרי מאחסון אחרי 4 חודשים. הם הופחתו בצורה מובהקת על-ידי טיפול הטבילה, לפני האחסון, אך רק במיכלים שלא היו עטופים במהלך האחסון. לאחר 5 חודשי אחסון עלו שעורי הפרי עם עיפוש בכתר בבקורות. עדיין הטיפול בקוטלי הפטריות היה יעיל בהפחתת שיעור הפגיעה, שהיה זהה בפרי ממיכלים עטופים ולא עטופים.

טבלה 4 - תוצאות המיון המסחרי של רימוני וונדרפול, בתום האחסון באוויר מבוקר ($2\%O_2 + 3\%CO_2$) עד

26/3/06.

פרי רקוב (%)		סוג אי (%) *		עטיפת המיכל		
גדרה	עין עירון	גדרה	עין עירון	טבילה	עטיפת המיכל	1-MCP
11.4	13.0	70.0	76.0	-	-	-
3.6	2.6	75.8	96.5	-	+	-
4.4	5.1	79.9	90.0	+	+	-
11.8	9.3	78.5	80.0	-	-	+
2.5	5.4	83.1	93.0	-	+	+
1.1	8.5	70.6	88.2	+	+	+

* ההפרש ל- 10% הינו פרי סוג ב'.

טבלה 5 - שעורי הרקבון ועיפוש האבקנים בחיי מדף לאחר אחסון באוויר מבוקר ($2\%O_2 + 3\%CO_2$) (ממוצעים

מטיפול הבקורת וה-1-MCP).

חיי מדף		הוצאה מקירור		הטיפול		משך האחסון
עיפוש אבקנים (%)	רקבון (%)	עיפוש אבקנים (%)	רקבון (%)	עטיפה	טבילה	(חודשים)
85.8a	7.4	78.7a	0	-	-	4
43.9b	0	25.7b	0	-	+	
73.0a	5.4	62.0a	3.5	+	+	
0.001	ל.מ.	0.001	ל.מ.			מובהקות (p)
97.2a	27.8a	80.8a	2.8	-	-	5
75.0b	2.8b	56.9b	0	-	+	
63.9b	5.6b	56.7b	0	+	+	
0.016	0.33	0.007	ל.מ.			מובהקות (p)

השפעת ה-1-MCP היחידה שנצפתה בעת ההוצאה מקירור היתה שולית, מאחר שכמעט ולא היה צרבון בקליפת הפרי. במראה הכללי, הפרי המטופל נראה מעט יותר צבעוני ועגול בהשוואה לפרי לא מטופל. בחיי מדף התפתח צרבון קליפה בדרגה קלה עד בינונית במרבית הפירות, ללא השפעה מובהקת של 1-MCP או של הדינוג, אך היתה נטיה להפחתת העצמה כשהפרי דונג בטבילה. ההשפעות העיקריות של הדינוג היו בהפחתת

הצטמקות הפרי, הודות להפחתה בהפסד המשקל, וייבוש האבקנים בכתר, כך ששעורי הפרי עם עיפוש בכתר הופחתו באופן משמעותי (טבלה 6).

טבלה 6 - איכות הפרי לאחר שבוע ימים ב- 20°C בתום 5 חודשי אחסון באוויר מבוקר (2%O₂ + 3%CO₂).

טיפול בהוצאה מאחסון	1-MCP לפני הקירור	צרבון הקליפה		פרי מצומק	עיפוש אבקנים	פרי ראוי לשווק	ציפה תקינה
	(ח"מ)	(%)	מדד (4-1)	(%)	(%)	(%) *	(%)
בקורת	0	76.7	2.0	53.3a	78.9a	49	25.6b
	0.6	82.2	1.7	40.0ab	75.6a	59	42.2ab
דינוג	0	80.6	1.9	25.0bc	44.4b	51	38.9ab
בריסוס	0.6	76.4	2.1	11.1c	41.7b	49	51.4a
דינוג	0	68.1	1.6	18.1c	29.2bc	68	-
בטבילה	0.6	72.2	1.5	11.1c	18.1c	78	-
מובהקות		ל.מ.	ל.מ.	0.000	0.000	ל.מ.	0.064

a-c ערכים בכל טוה-עם אותיות שונות נבדלים ברמת המובהקות המצוינת בבסיס הטור.

* פרי עם צרבון הקליפה או הצטמקות בדרגות קלות ועם עיפוש אבקנים נחשב עדיין כראוי לשווק.

שעורי הפרי הראויים לשווק לאחר שבוע ימים היו הגבוהים ביותר כשהפרי דונג בטבילה, אולם ההבדלים לא היו מובהקים, מפאת מספר החזרות הקטן והשונות הגדולה. בפתיחת הפרי בתום חיי המדף הובחנה השפעה של 1-MCP על הפחתת השחמת הליבה הלבנה, שהיתה לרוב בדרגה קלה. במבחן טעם, בו הושוו פירות שדונגו בריסוס או לא דונגו כלל בסוף אחסון, אובחן טעם לוואי חזק יותר בפרי המדונג, אך לא היה הבדל מובהק (נתונים אינם מוצגים). לא חלה הצטברות אתנול גבוהה יותר בפרי המדונג, בהשוואה לפרי לא מדונג. למרות זאת פרי הבקורת היה טעים יותר, במיוחד בגדרה (נתונים אינם מוצגים). האיכות הפנימית של גרגרי הרימון נשמרה היטב ולא נמצאו הבדלים בין הטיפולים. צבעם היה ורוד עד אדום והברק נשמר. חלה ירידה מסוימת לאורך האחסון בתכולת הכ.מ.מ. והחומצה.

מניעת התפתחות רקבונות

הטיפול המקובל כיום בקרב החקלאים למניעת התפתחות רקבונות לאחר הקטיף הינו טבילה בחומר ההדברה ספורטק בריכוז 0.1%. בדיקות שאריתיות שערכנו הראו שטיפול זה משאיר רמת שאריתיות של כ- 7.2 mg/kg שהינו גבוה בהרבה מרמת השאריתיות המותרת לצורך ייצוא לשוק האירופי שהינו 0.05 mg/kg בלבד. בדיקות ראשוניות שערכנו לבחינת יעילותם של תחליפים אפשריים למניעת התפתחות רקבון, כגון טבילה בכלור או באמוניה, לא נמצאו יעילים במניעת התפתחות רקבון (תוצאות לא מובאות). לעומת זאת, שטיפה והברשת הפרי במים חמים בטמפרטורה של 56 מ"צ למשך 20 שניות הפחיתה משמעותית את מידת התפתחות הרקבונות ושיפרה את מראה הפרי אולם גרמה לשבירת הכתרים (תוצאות לא מובאות). אי לכך, בעתיד יהיה צורך להמשיך לבחון ולפתח טיפולים חלופיים למניעת התפתחות רקבונות אשר יעמדו בתקני הייצוא לאיחוד האירופי.

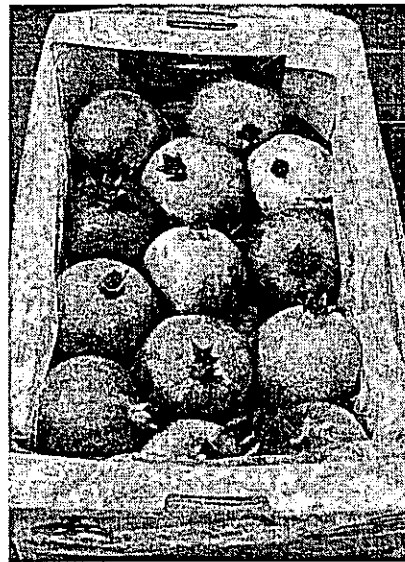
מתן דונג

מתן דונג מקנה לפרי מראה מבריק ואטרקטיבי ומפחית את הפסד המשקל לאחר הקטיף. אולם, בעבודה הנוכחית, מצאנו שמתן דונג לפני האחסון בקור מגביר התפתחות רקבונות באזור הכתר והופעת צרבון על גבי קליפת הפרי (איור 6). לעומת ההשפעות השליליות של מתן דונג לפני האחסון בקור, מתן דונג לאחר ההוצאה מהאחסון משפרת מאוד את מראה הפרי ומפחיתה את מידת הפסד המשקל במהלך חיי המדף (איור 7). אי לכך, רצוי בעתיד להמשיך ולבחון שיטות ליישום מסחרי של מתן דונג לאחר ההוצאה מאחסון ולקראת שיווק הפרי.

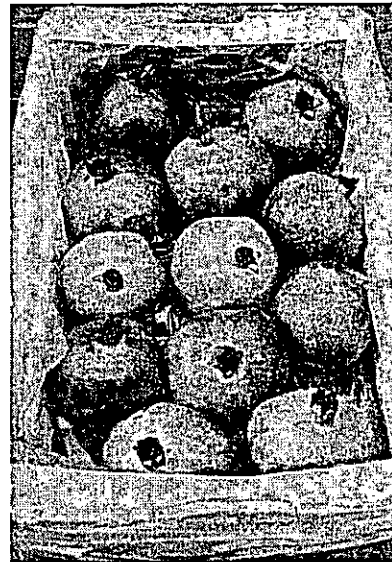


איור 6: התפתחות רקבונות כתר וצירבון בפירות רימון ונדרפול מדונגים במהלך האחסון. התמונה צולמה כעבור 3 חודשי אחסון ב- 6 מ"צ ושבוע נוסף של שהייה בחיי מדף.

יריעת XF



יריעת XF + דונג

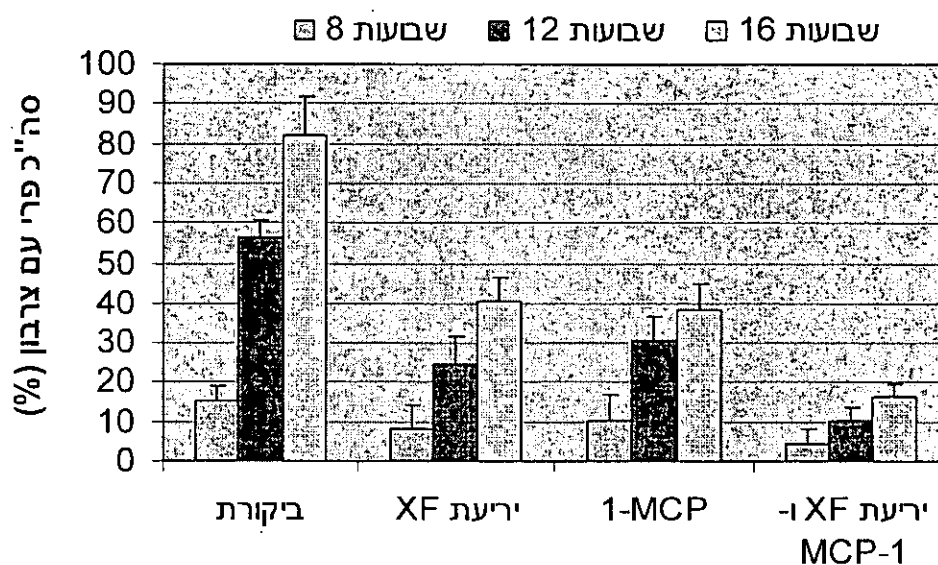


איור 7: מראה פירות רימון ונדרפול עם וללא טבילה בדונג הדורים מסוג זיודר לאחר ההוצאה מאחסון. התמונה צולמה כעבור 3 חודשי אחסון ב- 6 מ"צ ושבוע נוסף של שהייה בחיי מדף.

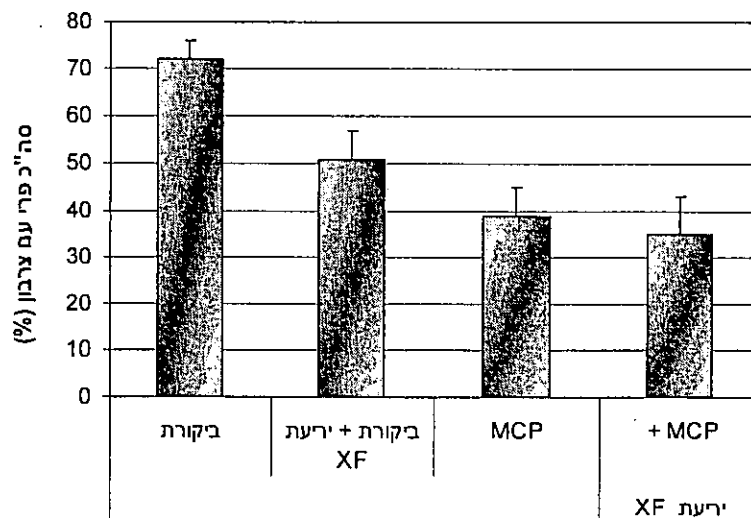
חשיפה למעכב פעולת האתילן I-MCP

במספר עבודות שפורסמו לאחרונה דווח שמתן מעכב פעולת האתילן I-MCP מונע התפתחות צרבון בתפוחים. תוצאות ראשוניות מניסויים שנערכו בבית דגן מראות שחשיפה חד פעמית ל-I-MCP (500 ח"ב למשך 16 שעות) לפני האחסון בקור הפחיתה מאוד את מידת התפתחות הצרבון גם בפירות רימון ונדרפול (איור 8). יתרה מכך, נראה שחשיפה ל-I-MCP ועטיפה ביריעות אווירה מתואמת מפחיתות התפתחות צרבון באופן סינרגיסטי. כלומר, השילוב של מתן I-MCP ועטיפה ביריעת Xtend היה יעיל יותר במניעת התפתחות צרבון מאשר המתן של כל אחד מהם בנפרד (איור 8).

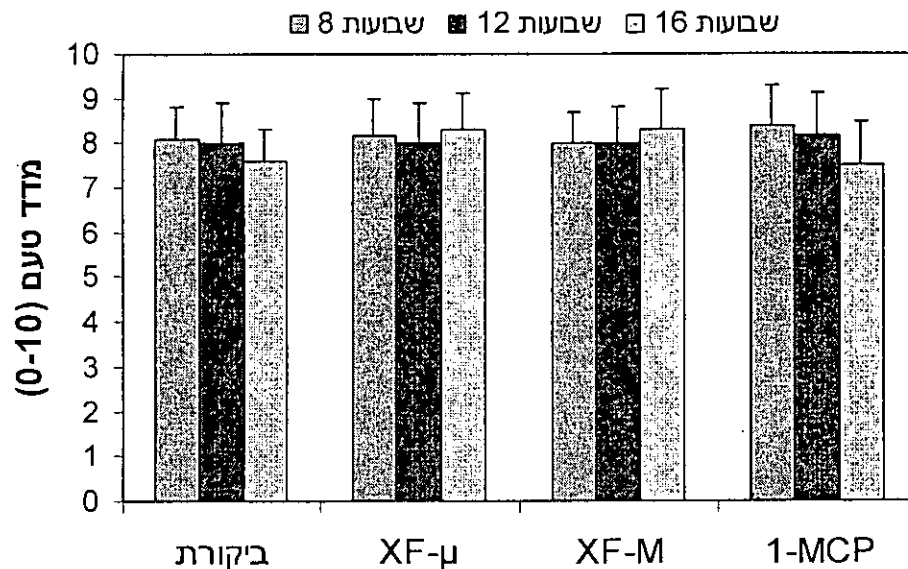
בעקבות ממצאים אלה, בחנו השנה, בשיתוף עם חברת רימי בע"מ, את יעילות הטיפול ב-I-MCP בפירות רימון ונדרפול בעקבות יישום בתנאים מסחריים בחדר אטום במיכלי דולב. תוצאות הבדיקה המסחרית מראות שלאחר 4 חודשי אחסון ושבוע חיי מדף הופיע צרבון על פני כ- 72% מפירות הביקורת, ואילו החשיפה ל-I-MCP הפחיתה את הופעת הצרבון ל- 39% בלבד (איור 9). הטיפול המשולב, שכלל חשיפה ל-I-MCP ועטיפה ביריעת XF הפחית את התפתחות הצרבון ל- 35% בלבד (איור 9). כמו כן, החשיפה ל-I-MCP לא פגמה כלל באיכות הפנימית ובטעם הפרי לאחר תקופת האחסון וחיי המדף (איור 10). בעקבות ממצאים אלה, נראה לנו שכדאי בעתיד להמשיך ולבחון את אפשרות היישום המסחרי של הטיפול ב-I-MCP לצורך מניעת התפתחות צרבון.



איור 8: השפעות עטיפה ביריעות אווירה מתואמת וחשיפה למעכב פעולת האתילן 1-MCP על מידת הופעת צרבון בפירות רימון ונדרפול. הפרי אוחסן למשך 8, 12 ו-16 שבועות ב-6 מ"צ ולאחר מכן הועבר לשבוע נוסף של שהייה בחיי מדף ב-20 מ"צ. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 4 תיבות בכל טיפול.



איור 9: השפעות עטיפה ביריעות אווירה מתואמת וחשיפה למעכב פעולת האתילן 1-MCP על הופעת צרבון בפירות רימון ונדרפול בעקבות ניסוי יישום מסחרי. אחוז כלל הפירות עם צרבון נמדד כעבור 4 חודשי אחסון ב-6 מ"צ ושבוע נוסף בחיי מדף ב-20 מ"צ. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 5 חזרות.



איור 10: השפעות עטיפה ביריעות אווירה מתואמת וחשיפה למעכב פעולת האתילן 1-MCP על הטעם של פירות רימון ונדרפול. מבחני הטעימה נערכו כעבור 4 חודשי אחסון ב- 6 מ"צ ושבוע נוסף בחיי מדף ב- 20 מ"צ. התוצאות הינן ממוצעים \pm ש.ת. של 10 טועמים שונים.

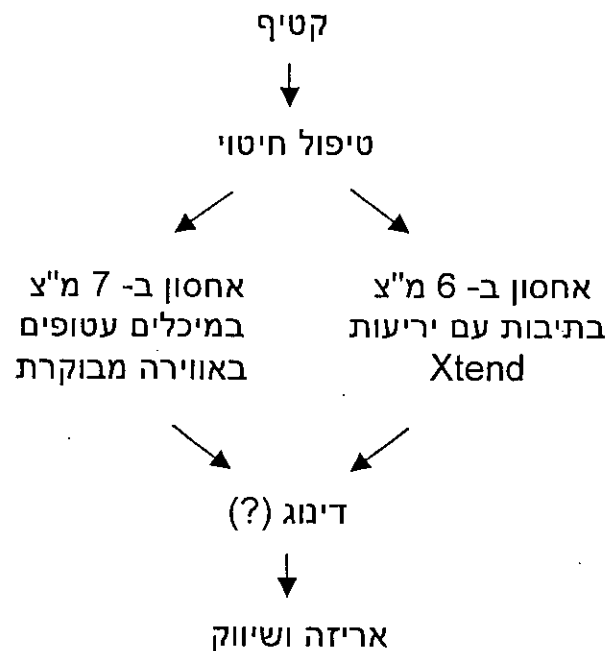
דיון ומסקנות

מהניסיון שהצטבר בידינו בשנים האחרונות, אנו מציעים שניתן לאחסן פירות רימון מהזן ונדרפול למשך זמן מוגבל וקצר יחסית של 4 עד 6 שבועות לאחר הקטיף בטמפרטורה נמוכה של 5-6 מ"צ ללא שום טיפול נוסף כלשהו לאחר הקטיף. לעומת זאת, אחסון ממושך לתקופה של 2 עד 5 חודשים לאחר הקטיף מחייב שימוש בטכנולוגיות של אווירה מתואמת (עטיפת הפרי ביריעות Xtend) או אווירה מבוקרת בטמפרטורה של 6-7 מ"צ.

לאחר תקופת אחסון מתונה של 2-3 חודשים לאחר הקטיף, כמעט כל הפרי שאוחסן באווירה מתואמת או מבוקרת נשמר ראוי לשיווק. לעומת זאת, כעבור תקופות אחסון ארוכות יותר של 4 ואף 5 חודשים לאחר הקטיף, אחוז הפחת גדל בהתמדה ואחוז הפרי שנשמר ראוי לשיווק עלול להגיע ל- 70-85% בלבד (האחוז הסופי של הפרי הראוי לשיווק תלוי באיכות ההתחלתית של הפרי, מועד הקטיף, ותנאי האחסון). נכון להיום, מהלך הטיפול המומלץ לצורך אחסון ממושך של פירות רימון ונדרפול כולל קטיף בסוף אוקטובר, טיפול חיטוי באמצעות טבילה בספורטק בריכוז 0.1%, ואחסון באווירה מתואמת או מבוקרת בטמפרטורה של 6-7 מ"צ (איור 11).

יש לציין, שלא מומלץ לקטוף פרי המיועד לאחסון ממושך במועד מוקדם מדי (לפני אמצע אוקטובר), אך מאידך גם לא רצוי לקטוף פרי בשל מדי (לאחר אמצע נובמבר). שכן, פרי מקטיף מוקדם רגיש במיוחד להתפתחות צרבון ופרי מקטיף מאוחר ניזוק יותר מבעיות של פיצוצים בקליפה ורגיש יותר להתפתחותם של

רקבונות. לכן, תקופת הקטיף האופטימאלית לצורך אחסון ממושך של פירות רימון ונדרפול נמשכת כשלושה שבועות בלבד בין אמצע אוקטובר לתחילת נובמבר. כמו כן, רצוי למיין את הפרי במהלך הקטיף, ולא להכניס למיכלים המיועדים לאחסון ממושך פירות פגומים עם פצעים ושריטות.



איור 11: תרשים סכמטי המתאר את מהלך הטיפול המומלץ כיום לצורך אחסון ממושך של פירות רימון ונדרפול.

בעתיד, אנו מציעים להמשיך ולבחון את כיווני המחקר הבאים:

- (1) פיתוח טיפולי חיסוי חלופיים במקום הטבילה בספורטק לצורך מניעת התפתחותם של רקבונות ואשר יעמדו בתקנים הנדרשים לצורך ייצוא לאיחוד האירופי.
- (2) בחינת אפשרויות היישום של יריעות אווירה מתואמת ישירות במיכלי דולב.
- (3) בחינת אפשרויות היישום המסחרי של מתן מעכב פעולת האתילן 1-MCP לצורך מניעת התפתחות צרבון לאחר הקטיף.
- (4) בחינת יעילותם של טכנולוגיות בקרת לחות שונות בחדרי אווירה מבוקרת, ואת האפשרות לשלב קוטלי פטריות במערכת הערפול.
- (5) בחינת שיטות ליישום מסחרי של דונגים לאחר האחסון בקור.
- (6) בחינת כושר האחסון של זני וטיפוסי רימון חדשים נוספים.

סיכום עם שאלות מנחות

מס' מחקר: 04-0004-430

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה:
מטרות המחקר היו לבחון את השפעתם של טיפולים שונים על כושר האחסון של פירות רימון ונדרפול, ולפתח פרוטוקול כללי עם המלצות המיועדות לצורך אחסון ממושך של הפרי.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח:
במהלך המחקר פיתחנו טכנולוגיות המבוססות על אחסון באווירה מתואמת ואווירה מבוקרת המאפשרות אחסון ממושך לתקופה של 4 ואף 5 חודשים לאחר הקטיפה. כמו כן, יש בידינו המלצות לגבי משטרי טמפרטורה, בקרת לחות, מתן טיפולי דונג וחשיפה ל-1-MCP.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:
המסקנות העיקריות הינן שאחסון באווירה מתואמת ואווירה מבוקרת מאפשרות להאריך את תקופת אחסון הפרי עד למשך 4-5 חודשים לאחר הקטיפה. ממצאי המחקר כבר מיושמים בקרב המגדלים וחברות השיווק.
הבעיות שנתקנו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים):
הבעיות שעדיין נותרו לפתרון הן: א, פיתוח טיפולי חיטוי חלופיים במקום הטבילה בספורטק; ב, יישום הטכנולוגיה של יריעות אווירה מבוקרת ישירות במיכלי הקטיפה; ג, יישום הטכנולוגיה של חשיפה ל-1-MCP לצורך מניעת צרבון; ד, בחינת טכנולוגיות בקרת לחות חדישות; ה, בחינת אופן היישום של מתן דונג לאחר ההוצאה מאחסון; ו, בחינת כושר האחסון של זנים וטיפוסי רימון נוספים.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביליוגרפיה, סטנטיים – יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון – יש לפרט מקום ותאריך:
המידע שנצבר בתקופת הדו"ח הועבר באמצעות דיווחים שנתיים של ד"ר רון פורת ופרופ' רות בן-אריה בפני שולחן מגדלי רימונים במועצה הצמחית, בהרצאות ביום עיון של מפעילי בתי קירור (מרץ 2005), וביום עיון של מגדלי רימונים (אוגוסט 2005). כמו כן, פורסם מאמר המסכם את עיקר ממצאי המחקר בעלון הנוטע (צילום המאמר מופיע בנספח).
פורת ר., וייס ב., פוקס י., נריה א., גיזיס א., צבילינג א., שרעבי-נוב ע., בן-אריה ר. (2005). אחסון ממושך של רימון ונדרפול באמצעות טכנולוגיות של אווירה מבוקרת ואווירה מתואמת. עלון הנוטע 399-396 : 59.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
<ul style="list-style-type: none"> • רק בספריות ✓ • ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) • חסוי – לא לפרסום