

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ

קרית שמונה

טל. 04-6817421, 04-6940208 פקס. 04-6940113

www.fruitlab.co.il

e-mail: fruitlab@netvision.net.il

פיתוח טכנולוגיות לשיפור האיכות והארכת משך האחסון של רימון "וונדרפול"

דו"ח ניסויים לעונת 2008

**צוות המעבדה: אוהד נריה, אלה צבילינג, אסיה גיזיס, דני גמרסני,
היבא גדבאן, מיכל מעוז-כץ ורות בן-אריה**

נובמבר 2009

תוכן עניינים

1. הדברת רקבונות אחסון ברימון וונדרפול - עמוד 4
2. שמירת איכות הפרי בעזרת טיפולי הדברה, אחסון באוויר מבוקר ותוספת לחות - עמוד 6
3. הארכת משך האחסון של רימון "וונדרפול" על-ידי אווירה מתואמת אקטיבית ופסיבית - עמוד 14

תקציר

1. הדברת רקבונות אחסון ברימון וונדרפול

אחת ממגבלות האחסון של רימון מזן וונדרפול הינה התפתחות רקבונות חיצוניים המופיעים לאחר כחודשיים אחסון בקירור. התכשיר היחיד המורשה לשימוש בארץ כנגד רקבונות האחסון הינו ספורטק, אולם מדינות אירופה אליהן מופנה מרבית הפרי המיוצא אינן מתירות את השימוש בתכשיר. לפיכך נערך חיפוש אחר תכשיר חליפי שיאושר גם במדינות אירופה. במסגרת המחקר שנערך בשנה האחרונה נבחנו חומרים בעלי סיכוי לקבלת היתר והשפעת טבילה במים חמים או חימום התכשירים על התפתחות הרקבונות התכשירים שנבחנו היו: מים חמים (52°C), ספורקיל 1%, ספורקיל 1% מחומם (52°C), פולאר 0.05%-0.1%.

בדומה לשנים עברו נמצא כי שכיחות גורמי הריקבון הינה שונה בין אזורי הגידול ועשויה להשפיע על יעילות תכשירי ההדברה. בבחינת סך הריקבון נמצאה הפחתה על-ידי טיפולי ההדברה, אך עדיין שיעורי הריקבון היו גבוהים מדי. חימום הספורקיל תרם לשיפור יעילותו כמעט פי שניים, אך ללא הבדל מובהק בין הספורקיל החם לספורקיל ה"קר".

2. שמירת איכות הפרי בעזרת טיפולי הדברה, אחסון באוויר מבוקר ותוספת לחות

בנוסף לבעיות הפתולוגיות המתפתחות באחסון קיימות גם בעיות פיזיולוגיות הכוללות התפתחות נזקי צינה, השחמה של הקליפה, ירידה באיכות הטעם, השחמת גלומות הגרגרים ואיבוד צבעם האדום. להפחתת בעיות אלו ולדחיית מועד הופעתן מקובל לאחסן את הפרי באווירה מבוקרת או באווירה מתואמת. בעבודה זו נבחנו שילוב של טיפולים לאחר הקטיפה כנגד ריקבון עם אחסון באוויר מבוקר בשילוב תוספת לחות לאווירת החדר בעזרת ערפול, במקום העטיפה בפוליאתילן. אחסון הפרי באווירה מבוקרת תרם להפחתה בשיעור הפרי הרקוב, אך לא תרם לשינוי בשיעור הפרי עם אבקנים מעופשים. בנוסף, תרם האוויר המבוקר להפחתה בשיעור ובחומרת צירבון הקליפה שהחמיר עם הארכת האחסון ולהפחתת איבוד המשקל בקירור. למרות יתרונות אלו של האחסון באוויר מבוקר לאחר 3 חודשי אחסון, טעם הפרי ומראה גרגריו היה טוב יותר בפרי שאוחסן בקירור רגיל. אולם הפרי שאוחסן באוויר מבוקר שמר על טעמו הסביר גם לאחר חודש נוסף בקירור. טיפול ההדברה בסקולר היה היעיל ביותר ושילובו עם אחסון באוויר מבוקר הפחית את שיעורי הריקבון גם לאחר 4.5 חודשי אחסון. טבילת הפרי במים חמים הפחיתה אף היא את שיעורי הריקבון, אך כטיפול

יחידים אינה מספקת. הערפול לא היה תחליף יעיל לעטיפת הפרי ולא מנע במידה מספקת את אבדן המים מהפרי המאוחסן באוויר מבוקר. הוספת כלורין דיאוקסיד פעם בחודש למי הערפול והלחות הנמוכה יותר בחלל החדר, הפחיתו בצורה מובהקת את עיפוש האבקנים ובתקופת חיי המדף לאחר אחסון באוויר מבוקר את שיעורי הרקבון מבוטריטים ופניציליום.

3. הארכת משך האחסון של רימון "וונדרפול" על-ידי אווירה מתואמת אקטיבית ופסיבית

בעקבות התוצאות המוצלחות בניסוי שנערך בשנה שעברה, בשימוש במארז אווירה מתואמת לאחסון משטחי רימון שלמים, בוצע השנה ניסוי נוסף בו נבחנו 3 סוגי אריזה: אווירה מתואמת פאסיבית ואווירה מתואמת אקטיבית על-ידי הזרקת חנקן או CO_2 בתחילת האחסון.

בניגוד לאשתקד, השנה נדרשנו להתערבות רבה במהלך האחסון בכל שלושת תנאי האחסון, לצורך וויסות האווירה, על-מנת למנוע הצטברות עודפת של CO_2 וירידה לרמת חמצן נמוכה מדי. כתוצאה מכך רמות החמצן היו גבוהות לעומת רמות החמצן המקובלות באחסון באווירה מבוקרת, בעוד רמת ה- CO_2 הייתה דומה פחות או יותר לנדרש באחסון רימון באוויר מבוקר.

איכות הפרי בתום 3 חודשי האחסון הייתה נמוכה בגין התפתחות צירבון, אשר כנראה בעקבות רמת החמצן הגבוהה יחסית לא נמנעה. היתרון הבולט ביותר של האחסון באווירה המתואמת התבטא בהפחתת הריקבונות במהלך האחסון. כמו-כן הופחתה השחמת הליבה אך לעומת זאת, רק בפירות שאוחסנו באווירה מתואמת התפתח נזק שנראה כשקיפות בליבת הפרי אשר ייתכן ונגרם על-ידי ריכוזי CO_2 גבוהים.

1. הדברת רקבונות אחסון ברימון וונדרפול

רקע

אחת ממגבלות האחסון של רימון מזן וונדרפול הינה התפתחות רקבונות חיצוניים המופיעים לאחר כחודשיים אחסון בקירור. גורמי ריקבון הקליפה העיקריים הינם בוטריסים, פניציליום ואספרגילוס. התכשיר היחידי המורשה לשימוש בארץ כנגד רקבונות האחסון הינו ספורטק, אולם מדינות אירופה אליהן מופנה מרבית הפרי המיוצא אינן מתירות את השימוש בתכשיר. לפיכך נערך חיפוש אחר תכשיר חליפי שיאפשר גם במדינות אירופה.

במסגרת המחקר שנערך בשנה האחרונה נבחנו חומרים בעלי סיכוי לקבלת היתר והשפעת טבילה במים חמים או חימום התכשירים על התפתחות הרקבונות.

מהלך העבודה

הפרי לניסוי נאסף מ-3 מטעים: יסוד המעלה קטיפ ב-22 באוקטובר, נגבה ומצובה קטיפ ב-28 באוקטובר. הפרי מיסוד המעלה הועבר למעבדה ישירות והפרי משני המטעים הנותרים הועבר לבית קירור "האחים דדוש" שבדלתון. למחרת נדגמו מכל מטע לכל טיפול 2 תיבות פרי המכילות 9-10 פירות כל אחת. בתום הדיגום הועבר הפרי למעבדה וטופל כדלקמן:

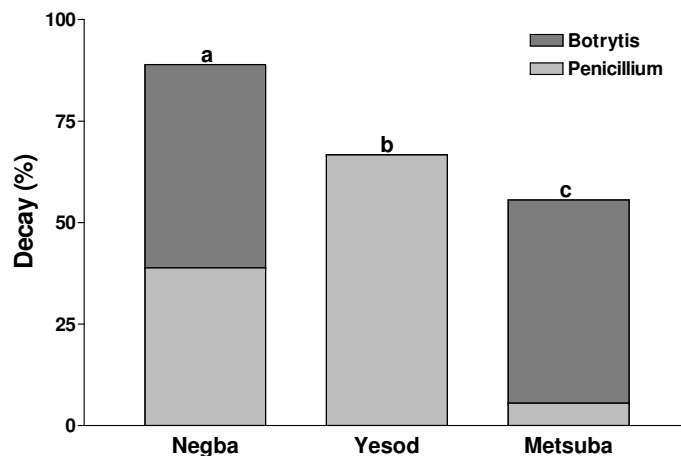
- א. ביקורת ללא טיפול כלל;
- ב. טבילה במים חמים (52°C) במשך 60 שניות;
- ג. טבילה בספורקיל 1% במשך 60 שניות;
- ד. טבילה בספורקיל 1% מחומם (52°C) במשך 60 שניות;
- ה. טבילה בפולאר 0.05% במשך 30 שניות;
- ו. טבילה בפולאר 0.1% במשך 30 שניות.

לאחר התייבשות הפרי, הוא קורר במשך הלילה לטמפרטורת האחסון (7°C) ולמחרת נעטף בשקית LDPE מחוררת, כנגד איבוד מים מקליפתו. לאחר 3 חודשי אחסון בקירור ובתום 6 ימים בחיי מדף (20°C ולחות יחסית של 65%), בהם הוחזק הפרי ללא עטיפה, נבחנו איכות הפרי והוגדרו גורמי הריקבון.

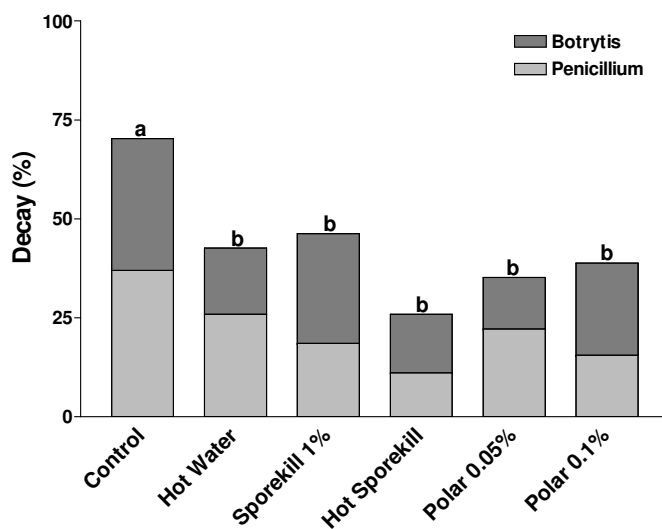
תוצאות

בבחינת שכיחות גורמי הרקבונות בפרי הביקורת בתום חיי המדף, נמצאה שכיחות רקבונות גבוהה כתוצאה מפניציליום ללא בוטריסים בפרי מיסוד המעלה, לעומת שכיחות גבוהה של בוטריסים בפרי ממצובה והתפלגות שווה של שני גורמי ריקבון בפרי מנגבה (איור 1). סך הריקבון הגבוה ביותר נמצא בפרי מנגבה.

לא נמצאה כל השפעה למי מהטיפולים בעת בחינת השפעת טיפולי ההדברה על כל אחד מגורמי הריקבון לכשעצמו בחישוב ממוצע לכל המטעים ובחישוב לכל מטע בנפרד. לעומת זאת, בהשוואת הריקבון הכולל בתום חיי המדף נמצא, כי כל הטיפולים הפחיתו את שיעורו לעומת הביקורת. ראוי לציין כי למרות ההפחתה של הריקבון לעומת הביקורת עדיין יותר מרבע מהפרי היה רקוב (איור 2).



איור 1: שכיחות גורמי הריקבון בפירות הביקורת מהמטעים השונים, כפי שנמצא בתום חיי המדף שלאחר 3 חודשי האחסון בקירור. a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בסך כל הריקבון בין המטעים.



איור 2: השפעת טיפולי ההדברה על התפתחות ריקבון בחישוב על ממוצע כלל הפירות מהמטעים השונים, כפי שנמצא בתום חיי המדף שלאחר האחסון בקירור. a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בסך כל הריקבון בין הטיפולים.

סיכום

בניסוי זה נבחנו פירות ממטעים מאזורי גידול שונים. בדומה לשנים עברו נמצא כי שכיחות גורמי הריקבון הינה שונה בין אזורי הגידול ועשויה להשפיע על יעילות תכשירי ההדברה. בבחינת סך הריקבון נמצאה הפחתה על-ידי טיפולי ההדברה, אך עדיין שיעורי הריקבון היו גבוהים מדי. חימום הספורקיל תרם לשיפור יעילותו כמעט פי שניים, אך ללא הבדל מובהק בין הספורקיל החם לספורקיל ה"קר".

2. שמירת איכות הפרי בעזרת טיפולי הדברה, אחסון באוויר מבוקר ותוספת לחות

רקע

הארכת עונת שיווק הרימון על-ידי אחסון הינה חיונית לשם שמירה על רווחיות הגידול. במהלך אחסון הפרי צצות מספר בעיות המגבילות את משך האחסון. חלק מהבעיות הינן פתולוגיות הנגרמות על-ידי פטריות עובש שונות כמתואר בסעיפי הדו"ח האחרים, אותן מדבירים על-ידי שימוש בפונגיצידים או בשיטות פסיקליות כמו טבילה במים חמים. חלק אחר של הבעיות הינן פיזיולוגיות הכוללות התפתחות נזקי צינה בטמפרטורת אחסון הנמוכה מ- 7°C ; השחמה של קליפת הפרי שהנה נזק חמצוני; ירידה באיכות הטעם של הפרי בגין ירידה בחומציותו והתפתחות טעמי לוואי; השחמת גלומות הגרגרים ואיבוד צבעם האדום. להפחתת בעיות אלו ולדחיית מועד הופעתן מקובל לאחסן את הפרי באווירה מבוקרת או באווירה מתואמת. גורם נזק נוסף הינו איבוד מים מקליפת הפרי, אשר מתגבר עם הארכת האחסון וגורם להצטמקות הפרי ולאובדן צורתו העגלגלה. לפתרון בעיה זו נהוג לעטוף את מיכלי הפרי בשקיות פלסטיק, לאחר התקררות הפרי. אולם, גם לפתרון זה חסרונות, מעבר לבעיות הלוגיסטיות הכרוכות בקירור הפרי טרם עטיפתו. במהלך האחסון חלה התעבות של טיפות מים בצדה הפנימי של היריעה, הגורמות לעתים להסדקות הפרי ואף להגברת הרקבון ולכן במספר בתי קירור נוהגים להסיר את העטיפות לאחר כחודשיים באחסון.

בעבודה זו נבחנו שילוב של טיפולים לאחר הקטיפה כנגד ריקבון עם אחסון באוויר מבוקר בשילוב תוספת לחות לאווירת החדר בעזרת ערפול, במקום העטיפה בפוליאאתילן.

מהלך העבודה

הפרי לניסוי נאסף מ-3 המטעים שנדגמו גם בניסוי הדברת הרקבונות. בהגיע הפרי למעבדה חולק הפרי לטיפולים כלהלן:

א. אחסון בקירור רגיל:

1. ביקורת – ללא טיפולי הדברה.

2. טבילה במים חמים (52°C) במשך 30 שניות.

ב. אחסון באוויר מבוקר ($1.8\% \text{O}_2$: $5\% \text{CO}_2$):

1. ביקורת – ללא טיפולי הדברה.

2. טבילה במים חמים (52°C) במשך 30 שניות.

3. טבילה בסקולר (fludioxonil) 0.2% במשך 30 שניות (כצ"ט).

ג. אחסון באוויר מבוקר $3.1\% \text{O}_2$: $2\% \text{CO}_2$ בתוספת ערפול להוספת לחות.

1. ביקורת – ללא טיפולי הדברה.

2. טבילה במים חמים (52°C) במשך 30 שניות.

בסיום טיפולי הטבילה, לאחר התייבשות הפרי, הוא קורר במשך הלילה לטמפרטורת האחסון (7°C). למחרת נעטף הפרי המיועד לאחסון בתנאי טיפול א', ב' ו-ד' בשקית LDPE מחוררת, כנגד איבוד מים מקליפתו. פירות טיפול ד' נעטפו בשקית אקסטנד ופירות טיפול ג' אוחסנו ללא עטיפה כלל. בטיפול זה

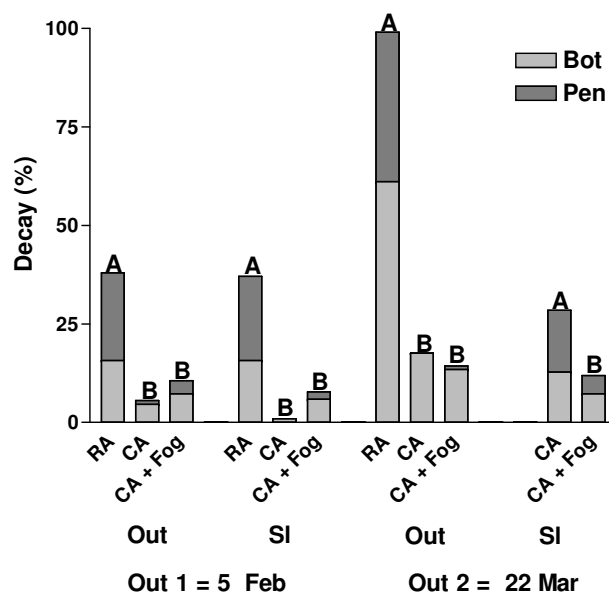
בוצע אחת לחודש, במשך שעה, ערפול של תכשיר ההדברה מיקוגל (כלורין די-אוקסיד תוצרת עמגל בע"מ) בריכוז של 200 ח"מ. תוספת הלחות וערפול תכשיר ההדברה בוצעו בעזרת מערפל אולטרא-סוני בספיקה של 2 ליטר\שעה (עננים ירוקים בע"מ).

איכות הפרי נבחנה לאחר 3 חודשי אחסון בקירור ובתום 7 ימים בחיי מדף (20°C) ולחות יחסית של 65%), בהם הוחזק הפרי ללא עטיפה. בנוסף, נבחנה איכות הפרי לאחר 7 שבועות אחסון נוספים בהם נערכה הדמיה למשלוח בקירור באוויר רגיל ולאחר 7 ימי חיי מדף. מבחן טעימה נערך לאחר חיי המדף.

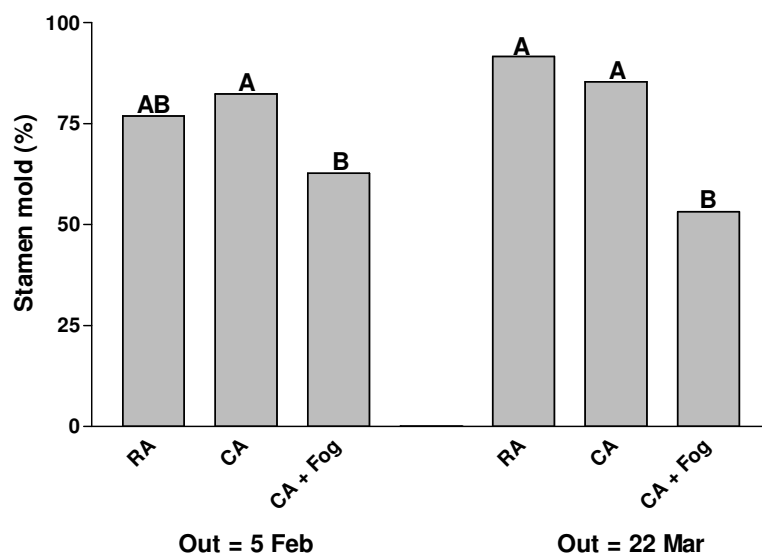
תוצאות

הדברת ריקבון

בבחינת הפרי במועדי הבדיקה השונים נמצאו 3 סוגי רקבון שהתפתחו: ריקבון רך מסביב לכתר, שנגרם על-ידי בוטריטיס, רקבון רך בגוף הפרי, שנגרם על-ידי פניציליום ועיפוש האבקנים בכתר הפרי, בו היו מעורבות פטריות רבות. אחסון הפרי באוויר מבוקר הפחית את שיעורי הריקבון שנגרמו על-ידי 2 הפטריות העיקריות (איור 3). לעומת זאת לא נמצאה השפעה לשינוי האווירה של שיעור עיפוש האבקנים, אך אחסון באווירת ערפל בתוספת חיטוי במיקוגל מדי חודש תרם להפחתת שיעורי הפרי עם אבקנים מעופשים (איור 4). קיימות שתי סיבות אפשריות לירידה בשיעור עיפוש האבקנים: האחת החיטוי על-ידי המיקוגל; השנייה היא הלחות היחסית הנמוכה יותר ששררה בתא האחסון, בהשוואה ללחות סביב הפרי העטוף בשקיות בתא המקביל, דבר שהתבטא בשיעור פרי מצומק גבוה יותר בתא זה (איור 7).



איור 3: השפעת תנאי האחסון על שיעור הריקבון כתוצאה מבוטריטיס ופניציליום בפירות ללא טיפול הדברה מקדים בתום האחסון בקירור ולאחר שבוע בחיי מדף.
 A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים בכל מועד בדיקה, לגבי כל אחד מגורמי הריקבון. SL – חיי מדף



איור 4: השפעת תנאי האחסון על שיעור עיפוש האבקנים בתום האחסון בקירור, בפרי ללא טיפול הדברה מקדים.

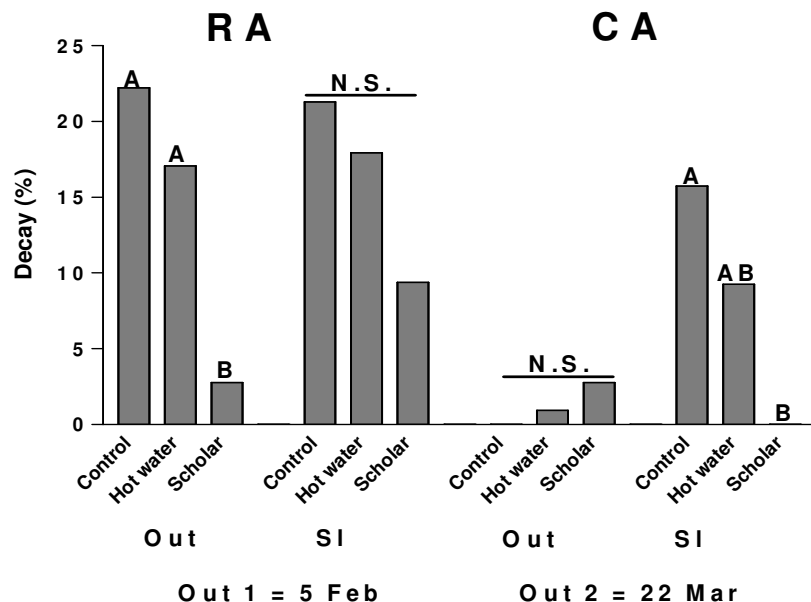
A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים, בכל מועד.

טיפול ההדברה, אשר בוצעו לפני הכנסת הפרי לאחסון לא היו יעילים בהפחתת הריקבון, אשר נגרם על-ידי בוטריטיס. לדוגמא: בפירות הביקורת, שאוחסנו בקירור רגיל, נע שיעור הריקבון, כתוצאה מפטרייה זו בין 15% בבדיקה לאחר 3 חודשים ל-61% בבדיקה לאחר 5 חודשים. שיעור הריקבון, אשר נגרם על-ידי פניציליום ששיעוריו היו נמוכים יותר והגיעו עד ל-22%, הופחתו על-ידי טיפולי ההדברה, במרבית מועדי הבדיקה (איור 5).

לעומת אלה, שיעור עיפוש האבקנים הופחת בכל טיפולי האחסון על-ידי טיפולי ההדברה, כאשר טבילת הפרי בסקולר הייתה היעילה ביותר (איור 6).

איבוד משקל

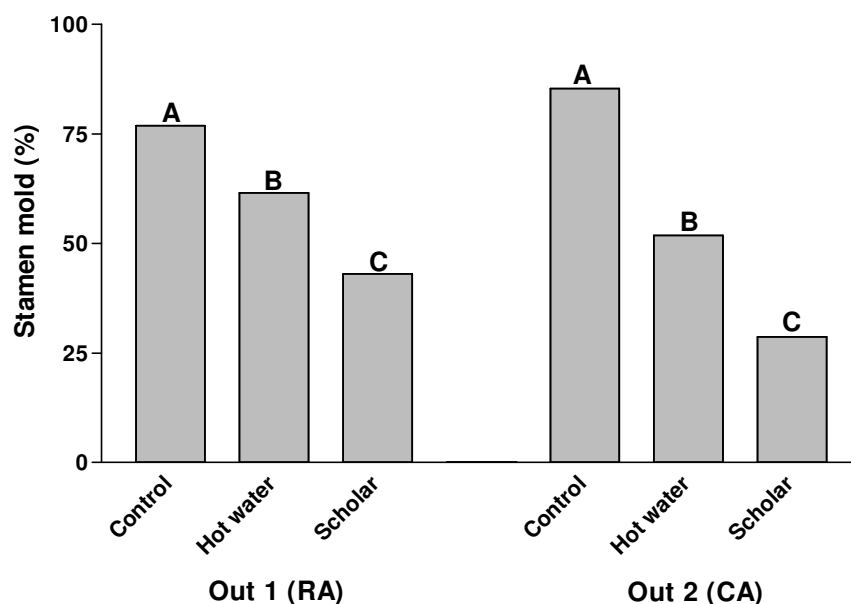
כפי שהוזכר לעיל, שיטות האחסון השפיעו על איבוד המשקל של הפרי בקירור ובחיי המדף. איבוד המשקל המועט ביותר נמצא בפרי, שאוחסן כשהוא עטוף, באווירה מבוקרת (איור 7). איבוד המשקל הגדול ביותר נמצא בפרי, שאוחסן באוויר מבוקר ללא עטיפה בשקית, אך עם תוספת לחות בערפול. בהתאמה לכך נמצא בתום 4.5 חודשי קירור יותר מ-37% פרי מצומק בטיפול האווירה המבוקרת בתוספת הערפול, כאשר לא נמצא כלל פרי מצומק בשיטות האחסון האחרות. לאחר שבוע בחיי מדף נמצאו 17%, 36% ו-50% ב-3 טיפולי האחסון: קירור רגיל, אוויר מבוקר ואוויר מבוקר בתוספת ערפול, בהתאמה. לטיפול ההדברה: טבילה בסקולר או במים חמים לא נמצאה השפעה על הצטמקות הפרי.



איור 5: השפעת טיפולי הדברה לפני האחסון על שיעור הריקבון כתוצאה מפניציליום בתום האחסון בקירור ולאחר שבוע בחיי מדף (SL). במועד הבדיקה הראשון מוצגים תוצאות אחסון בקירור רגיל ובמועד הבדיקה השני תוצאות האוויר המבוקר.

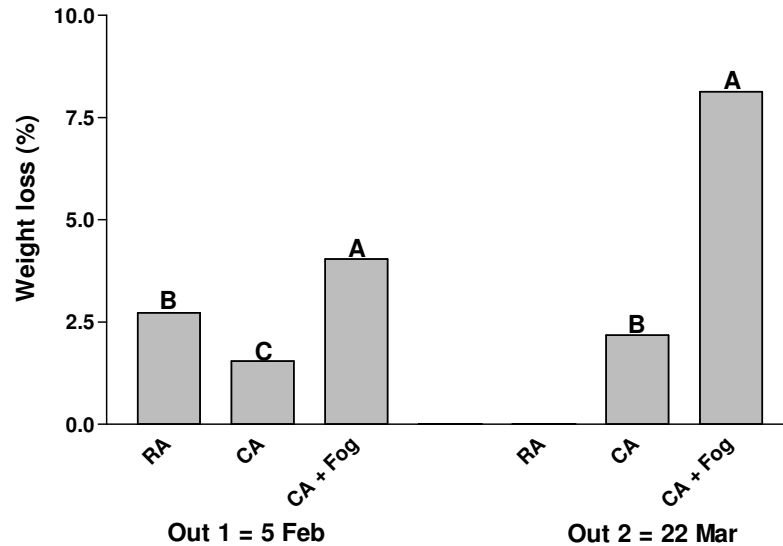
A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים, בכל מועד בדיקה.

N.S – לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין הטיפולים.



איור 6: השפעת טיפולי הדברה לפני האחסון על שיעור עיפוש האבקנים בתום האחסון בקירור. במועד הבדיקה הראשון מוצגים תוצאות אחסון בקירור רגיל ובמועד הבדיקה השני תוצאות האוויר המבוקר.

A-C – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים, בכל מועד בדיקה.



איור 7: השפעת תנאי האחסון על שיעור איבוד המשקל במהלך האחסון בקירור. A-C – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים, בכל מועד בדיקה.

צרבון הקליפה

התפתחות צרבון הקליפה לא הושפעה על-ידי טיפולי ההדברה, אך לעומת זאת אחסון הפרי באוויר מבוקר הפחית את התופעה ואת חומרתה (טבלה 1). כצפוי במהלך חיי המדף ועם הארכת האחסון בקירור הוחמר הנזק ולרוב שיעור הפרי הנגוע גדל. בחדר האחסון לו הוסף ערפול הייתה רמת החמצן גבוהה ב-1.3% מאשר בחדר האוויר המבוקר המקביל, יתכן וזו הסיבה לשיעור גדול יותר של פרי הסובל מצרבון בטיפול זה.

לטיפול ההדברה לא ניכרה השפעה עקבית, למרות שהתקבלו הבדלים מובהקים סטטיסטית. בעוד בהוצאה הראשונה נמצא בטיפול הטבילה בסקולר כ-90% צרבון לעומת כ-65% בטיפול הטבילה במים החמים ובביקורת, הרי שבבדיקת הפרי בעת ההוצאה השנייה מקירור התקבלה תמונה הפוכה: 60% צרבון בפרי הטבול בסקולר לעומת 85% בשני הטיפולים האחרים. בחיי המדף לא נמצאו כל הבדלים בין הטיפולים.

פרי הראוי למכירה ופרי בריא

בתום 3 חודשי אחסון, כתוצאה מהפגמים המתוארים לעיל, היו שיעורי הפרי הראוי לשיווק והבריא בקירור רגיל נמוכים מ-20% ו-10% בהתאמה. זאת לעומת 94% ו-87% בפרי מאחסון באוויר מבוקר. לאחר חודש אחסון נוסף לא נותר פרי ראוי לשיווק או בריא בקירור רגיל בעוד שכ-40% מהפרי מאוויר מבוקר היה עדיין ראוי לשיווק. בעיקר הודות לשיעור הצרבון, היה שיעור הפרי הבריא והמכיר נמוך יותר בפרי שאוחסן באוויר מבוקר בתוספת ערפול מאשר בפרי עטוף שאוחסן באוויר מבוקר. במרבית מועדי הבדיקה נמצא, כי טבילה הפרי בסקולר תרמה להגדלת שיעור הפרי הראוי לשיווק ושיעורי הפרי הבריא, לעומת הטיפולים האחרים (טבלה 3). טבילת הפרי במים חמים הגדילה אף היא את

שיעור הפרי הבריא ואת שיעור הפרי הראוי לשיווק לעומת הביקורת אך הבדלם אלו שהיו עקביים וקטנים לא נמצאו מובהקים.

טבלה 1: השפעת תנאי האחסון בקירור על התפתחות צרבון הקליפה בתום האחסון ולאחר חיי המדף.

מועד בדיקה					משך האחסון בקירור
חיי מדף		הוצאה מקירור		שיטת אחסון	
חומרת הנזק (1-3)	שיעור הצרבון (%)	חומרת הנזק *(1-3)	שיעור הצרבון (%)		
2.5 a	63.0	2.0 a	86.1 a	קירור רגיל	3 חודשים
1.4 b	56.5	1.0 b	7.4 c	אוויר מבוקר	
1.4 b	76.2	1.2 b	26.5 b	אוויר מבוקר + ערפול	
---	---	2.7 a	100	קירור רגיל	4.5 חודשים
2.3	79.6	1.7 b	85.6	אוויר מבוקר	
2.5	86.6	1.7 b	94.4	אוויר מבוקר + ערפול	

* 1- דרגה קלה (עד 25% משטח הקליפה) ... 3 – דרגה קשה (יותר מ-50% משטח הקליפה).

a-c – אותיות שונות בכל טור מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

טבלה 2: השפעת תנאי האחסון בקירור על שיעור הפרי הראוי למכירה* ושיעור הפרי הבריא** בתום האחסון ולאחר חיי המדף.

מועד בדיקה					משך האחסון בקירור
חיי מדף		הוצאה מקירור		שיטת אחסון	
פרי בריא (%)	ראוי למכירה (%)	פרי בריא (%)	ראוי למכירה (%)		
0.0 c	1.9 c	9.3 c	19.4 b	קירור רגיל	3 חודשים
37.0 a	70.4 a	87.0 a	94.4 a	אוויר מבוקר	
13.2 ab	52.6 b	63.0 b	87.0 a	אוויר מבוקר + ערפול	
---	---	0.0	0.0 b	קירור רגיל	4.5 חודשים
1.9	4.5	13.5	40.3 a	אוויר מבוקר	
0.9	1.8	5.6	19.4 ab	אוויר מבוקר + ערפול	

a-c – אותיות שונות בכל טור מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

* - פרי ללא ריקבונות ועם צירבון קל בלבד.

** פרי ללא רקבונות וללא צירבון.

טבלה 3: השפעת טיפולי הדברה לאחר הקטיפה על שיעור הפרי הראוי למכירה ושיעור הפרי הבריא בתום האחסון ולאחר חיי המדף.

מועד בדיקה					משך האחסון בקירור
חיי מדף		הוצאה מקירור		שיטת אחסון	
פרי בריא (%)	ראוי למכירה (%)	פרי בריא (%)	ראוי למכירה (%)		
0.0	1.9	9.3 b	19.4	בקורת	3 חודשים בקירור רגיל
0.0	1.7	9.4 b	29.1	מים חמים	
2.8	13.2	26.6 a	40.5	סקולר	
1.9 b	4.5 b	13.5 b	40.3 b	בקורת	4.5 חודשים באוויר מבוקר
0.0 b	9.3 b	15.7 b	52.8 ab	מים חמים	
12.0 a	28.7 a	38.0 a	69.4 a	סקולר	

a-b – אותיות שונות בכל טור מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

טעם הפרי לאחר חיי המדף בתום האחסון

בבחינת טעם הפרי בהשפעת אווירות האחסון השונות לאחר 3 חודשי אחסון נמצא כי גרגרי הפרי היו טעימים ויפים, כאשר הפרי שאוחסן בקירור רגיל היה הטעים והיפה ביותר, בעיקר בגין מיעוט של טעמי לוואי (טבלה 4). זאת למרות שבבדיקת שיעור האתנול במיץ הפרי, נמצא בפרי זה ריכוז גבוה לעומת אווירה מבוקרת, אם כי לא מובהק (טבלה 4). בבחינת השפעת הטיפול במים חמים נמצא כי בשני מועדי הבדיקה היה מראה גרגרים טוב יותר בטיפול במים החמים (8.4 לעומת 7.7 במועד הבדיקה הראשון ו-6.8 לעומת 5.5 במועד השני).

טבלה 4: השפעת אווירת האחסון על מראה הגרגרים, טעמים ושיעור האתנול לאחר חיי המדף בתום 3 חודשי אחסון.

אווירת האחסון	מראה הגרגרים (1-10)	טעם כולל (1-10)	טעמי לוואי (1-5)	אתנול (ppm)
קירור רגיל	8.4 a	7.2 a	1.3	186.3 a
אווירה מבוקרת	6.9 b	5.8 b	1.8	133.1 ab

a-b – אותיות שונות בכל טור מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

סיכום

בעבודה זו נבחנו טיפולים לאחר הקטיפה כנגד ריקבון בפרי שאוחסן באוויר רגיל או באוויר מבוקר בשילוב תוספת לחות לאווירת החדר בעזרת ערפול. הפרי לניסוי נאסף מ-3 מטעים מאזורי גידול שונים. טיפולי ההדברה כללו טבילה בפונגציד סקולר, טבילה במים חמים וערפול במיקוגל במהלך האחסון באוויר מבוקר. הפרי אוחסן למשך 3 – 4.5 חודשים ב-7°C.

אחסון הפרי באווירה מבוקרת תרם להפחתה בשיעור הפרי הרקוב, אך לא תרם לשינוי בשיעור הפרי עם אבקנים מעופשים. בנוסף, תרם האוויר המבוקר להפחתה בשיעור ובחומרת צירבון הקליפה שהחמיר עם הארכת האחסון ולהפחתת איבוד המשקל בקירור. כתוצאה מהיתרונות שנמצאו לאחסון באוויר מבוקר כ-90% מהפרי היה בריא וראוי לשיווק בתום 3 חודשי אחסון. אולם, בחודש אחסון נוסף פחת שיעור הפרי הראוי למכירה לפחות מ-50%.

למרות יתרונות אלו של האחסון באוויר מבוקר לאחר 3 חודשי אחסון, טעם הפרי ומראה גרגריו היה טוב יותר בפרי שאוחסן בקירור רגיל. אולם הפרי שאוחסן באוויר מבוקר שמר על טעמו הסביר גם לאחר חודש נוסף בקירור.

טיפול ההדברה בסקולר היה היעיל ביותר ושילובו עם אחסון באוויר מבוקר הפחית את שיעורי הריקבון גם לאחר 4.5 חודשי אחסון. טבילת הפרי במים חמים הפחיתה אף היא את שיעורי הריקבון, אך כטיפול יחידי אינה מספקת. הערפול לא היה תחליף יעיל לעטיפת הפרי ולא מנע במידה מספקת את אבדן המים מהפרי המאוחסן באוויר מבוקר. הוספת כלורין דיאוקסיד פעם בחודש למי הערפול והלחות הנמוכה יותר בחלל החדר, הפחיתו בצורה מובהקת את עיפוש האבקנים ובתקופת חיי המדף לאחר אחסון באוויר מבוקר את שיעורי הריקבון מבוטריטיס ופניציליום.

3. הארכת משך האחסון של רימון "וונדרפול" על-ידי אווירה מתואמת אקטיבית ופסיבית

מבוא

בשנות המחקר הקודמות הושגה הארכת משך אחסון בקירור של רימון מזן וונדרפול על ידי שינוי אווירת האחסון בשתי טכנולוגיות שונות:

א. באווירה מתואמת המושגת בתוך אריזת הפרי הודות לנשימת הפרי המורידה את רמת החמצן ומעלה את רמת ה- CO_2 , כאשר העטיפה בעלת חדירות חלקית לשני הגזים (פורת וצוותו במנהל המחקר החקלאי).

ב. באווירה מבוקרת המושגת בחדרי אחסון אטומים על ידי הזרמת חנקן ובקרה ותיקון של רמות חמצן ו- CO_2 הקבועות מראש (במעבדה לקירור בקרית שמונה).

באווירה מתואמת ניתן לאחסן את הפרי עד 3 חודשים ובאווירה מבוקרת עד 4 חודשים, בתנאי שהפרי אינו רגיש להתפתחות ריקבונות או נטבל לפני האחסון בקוטל פטריות. הגורם המגביל בשתי שיטות האחסון הוא מחלה פיזיולוגית הקרויה צרבון הקליפה, המתפתחת עקב תהליכי חמצון בקליפת הפרי. ההבדל העיקרי בין שתי השיטות הוא ברמת החמצן, שהיא גבוהה יותר באווירה המתואמת. אשתקד נבחנה אריזת משטח פרי שלם במארזי "היי-פרי" אליו הוזרם CO_2 בתחילת האחסון (דו"ח אחסון רימון 2007) ונמצא כי איכות הפרי הייתה טובה גם לאחר 4 חודשים.

לאור תוצאות אלו, הורחב השנה הניסוי ונבחנו 3 צורות אריזה מתואמת: אקטיבית ופסיבית במארזי "היי-פרי" עם הוספת חנקן או CO_2 , לעומת אחסון בקירור באווירה אטמוספירית.

מהלך העבודה

לניסוי נדגם פרי שנקטף ביסוד המעלה ב-22.10.08, במצובה ובנגבה ב-28.10.08. מבחינת שיעור החומצה במיץ (כ-1%) ובשיעור הכ.מ.מ. (כ-16%) לא נבדלו המדגמים. ביום הקטיפה הפרי מיסוד המעלה עבר קילוח בספורטק 0.4% והפרי משני המטעים האחרים נטבל בספורקיל 1%. למחרת הועבר הפרי לתיבות פלסטיק שהכילו 13-16 פירות בכל אחת. הפרי קורר והוחזק ב-7°C עד ל-9 בנובמבר, בו הפרי הוכנס למארזים שנאטמו. למחרת מולאו המארזים בגזים הדרושים לבניית הרכבי האווירה הבאים:

1. ביקורת – פרי עטוף ב-LDPE למניעת התייבשות – אווירה אטמוספירית.
2. אווירה מתואמת פאסיבית – ללא הזרמת גזים, אך הוכנס שק סיד במשקל 5 ק"ג למרכז המשטח, למניעת הצטברות עודף CO_2 .
3. אווירה מתואמת אקטיבית בעזרת חנקן – הזרמת חנקן עד הגעת האווירה לריכוז חמצן של 2.1% (במקום 21% באוויר הפתוח).
4. אווירה מתואמת אקטיבית בעזרת CO_2 – הזרמת CO_2 עד הגעת האווירה לריכוז CO_2 של 10.6% (במקום 0.03% באוויר הפתוח).

משטחי הפרי אוחסנו בחדר קירור מסחרי של בית הקירור "קירור גליל" ומדי מספר ימים נבחן הרכב האווירה. במידה וריכוז החמצן ירד מתחת ל-5% נפתחו פתחים במארז בקוטר 3/4" למניעת היווצרות תנאים אנאירוביים. הרכבי האווירה במהלך האחסון מתוארים באיור 8.

ב-15 בפברואר נפתחו המארזים לבחינת איכות הפרי. בנוסף נלקח פרי לבחינת איכותו לאחר שבוע בחי מדף (20°C ו-65% לחות יחסית), לאחר שבועיים סימולציית משלוח (אווירה אטמוספרית בטמפ' האחסון) ולאחר שבוע חיי מדף שלאחר הסימולציה. בעת בדיקת הפרי בהוצאה זו נמצא כי רק הפרי מאוירת ה- CO_2 היה באיכות המצדיקה את המשך האחסון ל-4 שבועות נוספים (18 במרץ). הפרי מהוצאה השנייה מקירור נבחן במועדים דומים להוצאה הראשונה.

בדיקות הפרי כללו:

בפרי השלם – איכות חיצונית ופנימית.

במיץ הסחוט – צבע, כ.מ.מ, וחומצה.

בגרגרים - מראה ומבחן טעם לפי חוות דעת של צוות טועמים (רק לאחר חיי מדף בתום סימולציית המשלוח).

בהערכת צרבון הקליפה, הוגדרה לכל פרי נגוע חומרת הפגיעה כקלה (דרגה $1 < 25\%$), בינונית (דרגה 2 $25\%-50\%$) או חמורה (דרגה $3 < 50\%$).

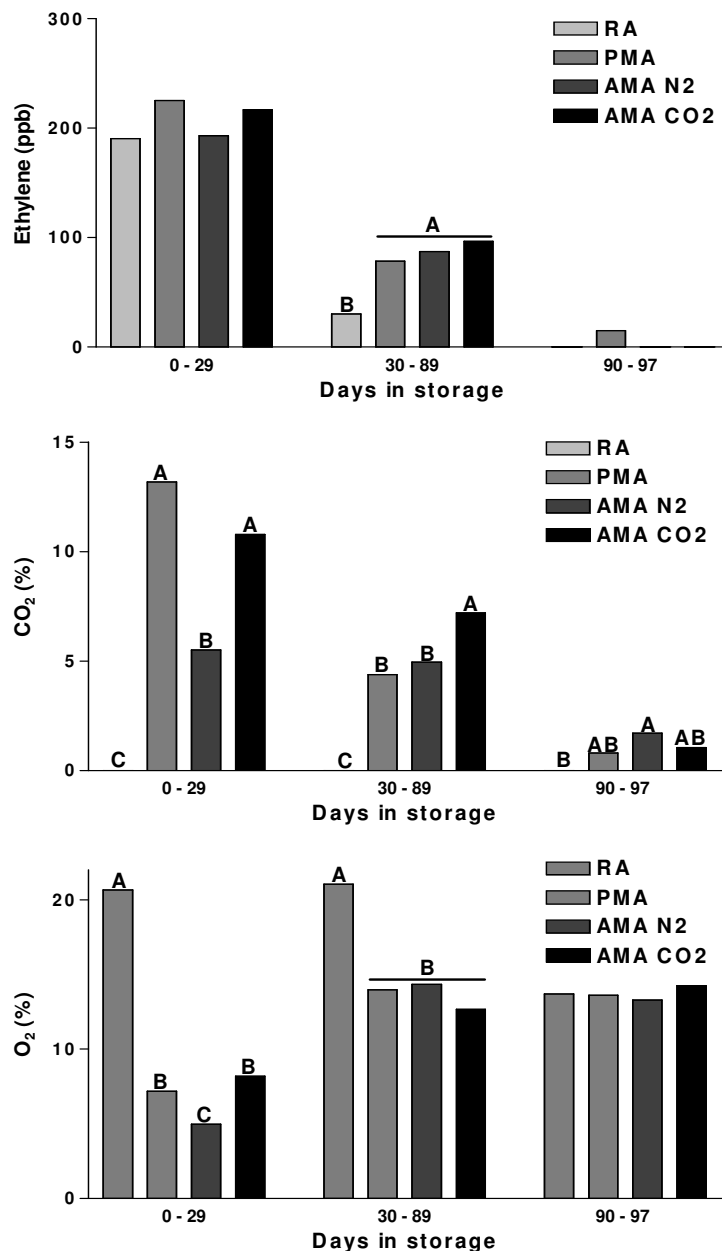
תוצאות

הרכב האווירה במארזים

את תקופת האחסון ניתן לחלק באופן גס ל-3 פרקים: חודש האחסון הראשון (29 הימים הראשונים) מאופיין בריכוזי CO_2 גבוהים באריזות האווירה המתואמת הפסיבית ובאריזה האקטיבית לה הוזרם CO_2 בתחילת האחסון (איור 8). שני חודשי האחסון העוקבים מאופיינים בריכוזי CO_2 נמוכים יותר בעקבות החשש מנזק מצטבר לחשיפה ל- CO_2 בריכוז גבוה (עד 21%). חודש האחסון הרביעי מתאפיין בריכוזי CO_2 נמוכים שנגרמו בעקבות הזזת המשטחים לחדר אחסון אחר, אשר גרמה כפי הנראה לפגיעה באטימה.

בניתוח הרכבי האווירה הממוצעים בכל אריזה בכל פרק אחסון נפרד נמצא כי הזרמת N היתה היעילה ביותר בתקופה הראשונה בהורדת רמת החמצן וגם רמת ה- CO_2 הייתה ברמה סבירה. לעומת זאת, בהזרמת CO_2 הייתה הצטברות רמה מדי של גז זה ולא נמצא הבדל בהשוואה לאווירה פסיבית. בתקופות הבאות לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין המארזים, כנראה בגין התיקונים לאווירה שבוצעו ידנית. כמו כן הוספת שק הסיד (5 ק"ג) לא הספיקה לספיחת ה- CO_2 , שרמתו החלה להצטבר לאחר 11 ימי אחסון והגיעה עד ל-20% בתום חודש האחסון הראשון (13% בממוצע בחודש זה).

בנוסף לבחינת ריכוז גזי הנשימה נבחן גם ריכוז האתילן, העשוי להוות מדד לעקה של הפרי כתוצאה מהרכב האווירה. בבדיקה זו נמצא ריכוז האתילן נמוך במחצית בתקופת האחסון השנייה בפירות האווירה המתואמת לעומת פירות הביקורת. מעניינת העובדה כי בכל האריזות הלך ריכוז האתילן ופחת עם הארכת האחסון.



איור 8: הרכבי האווירה הממוצעים (אתילן עליון, CO₂ – אמצעי וחמצן – תחתון), במארגי האווירה המתואמת בשלושת פרקי האחסון המתוארים לעיל ב- 7°C. A–C – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין טיפולי האחסון בכל מועד. PMA אווירה מתואמת פסיבית, AMA אווירה מתואמת אקטיבית.

איכות הפרי בתום 3 חודשי אחסון

כתוצאה מהתפתחות של רקבונות, צירבון והצטמקות הפרי, לא נמצא ולו פרי אחד בריא כבר בעת הוצאתו מהאחסון. בעת ההוצאה מקירור, שיעור הפרי הראוי למכירה (פרי ללא ריקבון, עם צירבון ולאו

הצטמקות בדרגת חומרה קלה) היה גבוה יותר באופן כללי בטיפולי האווירה המתואמת מאשר באחסון באוויר רגיל, אך רק באווירה בה הועלה ריכוז ה- CO_2 נמצא במובהק יותר פרי ראוי למכירה לעומת הביקורת (טבלה 5). בבדיקת הפרי לאחר סימולציית המשלוח ובתום חיי המדף היה שיעור הפרי הראוי למכירה נמוך מ-7%. גורם הפסילה העיקרי היה צרבון הקליפה. בעת ההוצאה מקירור היה שיעור הצירבון גבוה מ-90%, כאשר במועדי הבדיקה הנוספים היה כל הפרי נגוע בצירבון. חומרת הצירבון בעת ההוצאה מקירור הייתה בדרגה בינונית והופחתה על-ידי האווירות המתואמות, אך במהלך סימולציית המשלוח ובחיי המדף עלתה חומרת הנזק בכל הטיפולים (טבלה 5).

בכל מועדי הבדיקה נמצאה התפתחות של רקבונות כתוצאה מפניציליום ובוטריטיס, שבמרבית מועדי הבדיקה, הופחתו על-ידי כל סוגי האווירות המתואמות ללא הבדל ביניהן (טבלה 5). בנוסף לפגמים אלו הופיעה הצטמקות בדרגה קלה ביותר מחמישית הפירות בתום הקירור, אשר במהלך חיי המדף החמירה וכללה יותר משני שליש מהפרי (טבלה 5). הצטמקות הפרי הוגברה בפרי שאוחסן במארגי האווירה המתואמת.

לעומת איכותו החיצונית הנמוכה של הפרי, איכותו הפנימית הייתה טובה במרבית מועדי הבדיקה (טבלה 7). בכל מועדי הבדיקה, היה הפרי שאוחסן באווירה האטמוספרית ובאווירות המתואמות האקטיביות עם שיעור גבוה יותר של ציפה תקינה, לעומת הפרי שאוחסן באווירה מתואמת פסיבית. הסיבות לפחיתה באיכותו הפנימית של הפרי היו השחמה קלה של הליבה ושקיפות בליבה (תמונה 1), שהופיעה אך ורק בפירות שאוחסנו באווירה מתואמת (טבלה 6). האווירות האקטיביות נבדלו לגבי חומרת ההשחמה, שהייתה קשה יותר בפרי מהמארג שטופל ב- CO_2 .



תמונה 1: שקיפות בציפת הרימון, כפי שהופיעה בפירות שאוחסנו באווירה מתואמת.

טבלה 5: השפעת שיטת האחסון על איכות הפרי החיצונית בתום 3 חודשי אחסון בקירור, בתום 3 שבועות סימולציית משלוח ולאחר שבוע חיי מדף בתום שתי תקופות האחסון.

מועד הבדיקה	אריזת האחסון	ראוי לשיווק (%)	פניציליום בוטריטיס (%)	ריקבון פניציליום בוטריטיס (%)	צירבון חומרה (%)	הצטמקות חומרה (%)
הוצאה	RA	17.8 b	30.0 a	11.3	2.4 a	28.9
מקירור	PMA	23.0 b	2.0 b	4.0	1.9 b	24.0
15 פברואר	AMA N ₂	28.2 ab	0.0 b	6.4	1.8 b	22.7
	AMA CO ₂	44.2 a	0.0 b	3.6	1.7 b	15.9
חיי מדף	RA	0.0	31.2 a	21.8 a	2.9 a	64.3
	PMA	2.4	4.7 b	3.6 b	2.7 b	58.6
23 פברואר	AMA N ₂	0.0	4.1 b	5.0 b	2.8 ab	82.7
	AMA CO ₂	0.0	0.0 b	4.3 b	2.7 b	74.1
סימולציית משלוח	RA	4.4	30.0 a	23.3 a	2.5	17.8
	PMA	6.7	3.3 b	6.7 b	2.4	25.0
1 מרץ	AMA N ₂	4.2	0.8 b	4.2 b	2.5	19.2
	AMA CO ₂	---	---	---	---	---
חיי מדף	RA	2.1	33.8 a	22.7 a	2.6 b	74.8 b
	PMA	2.1	1.7 b	7.0 b	2.4 b	93.7 a
8 מרץ	AMA N ₂	0.0	3.8 b	2.0 b	2.8 a	95.5 a
	AMA CO ₂	---	---	---	---	---

a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים בכל מועד בדיקה.

איכות הפרי בתום 4 חודשי אחסון

לאור תוצאות איכות הפרי החיצונית בתום 3 חודשי אחסון, הוחלט להמשיך את אחסון הפרי רק במארז האווירה המתואמת לו הוזרק CO₂ בתחילת האחסון. איכות הפרי נבחנה כאמור בעת ההוצאה מקירור באוויר מבוקר, לאחר סימולציית משלוח ובתום חיי מדף שבתום כל אחד מפרקי האחסון בקירור. כשליש מהפרי נמצא ראוי למכירה בעת ההוצאה מאחסון, אך לאחר חיי מדף וסימולציית המשלוח לא נותר כלל פרי ראוי לשיווק (טבלה 7). הסיבות לירידת איכות הפרי היו עלייה בשיעור הריקבון, החמרה בחומרת הצירבון ובהצטמקות הפרי.

בתום האחסון בקירור ובתום סימולציית המשלוח נמצאו יותר משני שלי מהפירות עם ציפה תקינה, אולם לאחר שבוע בחיי מדף נותרו רק כשליש מהפירות עם ציפה תקינה (טבלה 8). הסיבות לירידה בשיעור

הציפה התקינה היו השחמת הליבה ששיעוריה וחומרתה גברו בחיי מדף והופעת נזק השקיפות בתום חיי המדף האחרונים.

טבלה 6: השפעת שיטת האחסון על איכות הפרי הפנימית בתום 3 חודשי אחסון בקירור, בתום 3 שבועות סימולציית משלוח ולאחר שבוע חיי מדף בתום שתי תקופות האחסון.

מועד הבדיקה	אריזת האחסון	ציפה בריאה (%)	השחמת ליבה חומרה (%) (1-3)	שקיפות (%)
הוצאה מקירור 15 פברואר	RA	89.8 a	2.5	0.0
	PMA	72.7 b	19.3	0.0
	AMA N ₂	85.1 a	11.3	0.0
	AMA CO ₂	92.4 a	5.8	0.0
חיי מדף 23 פברואר	RA	64.3	35.7 a	0.0 b
	PMA	54.8	6.1 b	39.1 a
	AMA N ₂	72.1	12.1 b	14.9 b
	AMA CO ₂	69.9	29.9 a	0.0 b
סימולציית משלוח 1 מרץ	RA	80.0 a	20.0	0.0 b
	PMA	56.2 b	18.3	19.6 a
	AMA N ₂	83.2 a	16.9	0.8 b
	AMA CO ₂	---	---	---
חיי מדף 8 מרץ	RA	68.5 a	22.9 b	0.0 b
	PMA	41.8 b	46.7 a	23.6 a
	AMA N ₂	61.7 ab	25.6 b	10.1 b
	AMA CO ₂	---	---	---

a-b – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים בכל מועד בדיקה.

טבלה 7: איכותו החיצונית של הפרי שאוחסן באווירה מתואמת עם הזרקת CO₂ בתחילת האחסון בתום 4 חודשי אחסון בקירור, בתום 3 שבועות סימולציית משלוח ולאחר שבוע חיי מדף בתום שתי תקופות האחסון.

מועד הבדיקה		ראוי לשיווק (%)		ריקבון פניציליום בוטריטיס (%)		צירבון חומרה (%)		הצטמקות חומרה (%)	
הוצאה מקירור	18 מרץ	34.4	0.0	7.5	83.3	1.7	11.9	1.0	
חיי מדף	25 מרץ	2.5	1.6	11.1	97.9	2.5	91.7	1.9	
סימולציה	29 מרץ	0.0	1.7	14.2	100	2.6	56.7	1.1	
חיי מדף	2 אפריל	0.0	1.8	9.6	98.6	2.7	84.3	1.4	

טבלה 8: איכותו הפנימית של הפרי שאוחסן באווירה מתואמת עם הזרקת CO₂ בתחילת האחסון בתום 4 חודשי אחסון בקירור, בתום 3 שבועות סימולציית משלוח ולאחר שבוע חיי מדף בתום שתי תקופות האחסון.

מועד הבדיקה		ציפה בריאה (%)		השחמת ליבה חומרה (%)		שקיפות (%)	
הוצאה מקירור	18 מרץ	70.5	28.6	1.1	0.8		
חיי מדף	25 מרץ	36.7	63.3	1.4	0.0		
סימולציה	29 מרץ	67.5	32.5	1.1	0.0		
חיי מדף	2 אפריל	21.9	76.0	1.7	57.3		

איכותו האורגנולפטית של הפרי

בתום חיי המדף שלאחר סימולציית המשלוח נבחנו צבע המיץ, שיעור הכ.מ.מ. (סוכרים) והחומצה במיץ הסחוט. בנוסף נערך מבחן טעימה בו השתתפו כ-12 טועמים להערכת מראה וטעם הגרגרים הפרוטים. לא נמצאו הבדלים בצבע מיץ הגרגרים או במתיקות הפרי (נתונים אינם מוצגים), אך שיעור החומצה במיץ היה נמוך באחסון באווירה אטמוספרית וגבוה כאשר האחסון בוצע באווירה מתואמת פסיבית או עם הזרקת חנקן בתחילתה (טבלה 9). ייתכן כי לו הפרי מהאריזה בה הוזרק CO₂ בתחילת האחסון היה נבחן באותו מועד בדיוק יחד עם טיפולי האווירה האחרים ולא חודש מאוחר יותר, היה גם בו שיעור החומצה גבוה יחסית לביקורת.

במבחן הטעימה לא נמצאו הבדלים בין שיטות האחסון, אולם נמצאה נטייה לתחושת חמיצות ועסיסיות גבוהות יותר, ופחות טעמי לוואי בפרי שנארו באווירות המתואמות (טבלה 9).

טבלה 9: חמיצות הפרי וטעמו בתום חיי מדף שלאחר סימולציית המשלוח.

אריזת	טיטריציה	מבחן טעימה	
האחסון	חומצה	חמיצות	עסיסיות
	(%)	(1-5)*	טעם לוואי
			(1-5)
RA	0.73 c	2.3	2.5
PMA	0.99 ab	3.1	1.6
AMA N ₂	1.08 a	2.6	1.9
AMA CO ₂	0.82 bc	2.8	1.7

* 1- מעט... 5 – הרבה

a-c – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

סיכום

בעקבות התוצאות המוצלחות בניסוי שנערך בשנה שעברה, בשימוש במארז אווירה מתואמת לאחסון משטחי רימון שלמים, בוצע השנה ניסוי נוסף בו נבחנו 3 סוגי אריזה, תוך שימוש במארזי "היי-פרי": אווירה מתואמת פאסיבית ואווירה מתואמת אקטיבית עם הזרקת חנקן או CO₂ בתחילת האחסון. בניגוד לאשתקד, השנה נדרשנו להתערבות רבה במהלך האחסון, לצורך וויסות האווירה, על-מנת למנוע הצטברות עודפת של CO₂ וירידה לרמת חמצן נמוכה מדי. כתוצאה מכך רמות החמצן היו גבוהות לעומת רמות החמצן המקובלות באחסון באווירה מבוקרת, בעוד רמת ה-CO₂ הייתה דומה פחות או יותר לנדרש באחסון רימון באוויר מבוקר. כמו כן, תוספת 5 ק"ג סיד למארז האווירה המתואמת הפאסיבית הספיק לספיחת ה-CO₂ ל-11 יום בלבד ומעבר לכך כבר לא היה יעיל, על כן ספק אם מניעת הצטברות CO₂ עודפת על-ידי סיד עשויה להיות פיתרון יעיל בעקבות הכמות הרבה של סיד (50 ק"ג) אותה יש להוסיף לכל מארז.

איכות הפרי בתום 3 חודשי האחסון הייתה נמוכה בגין התפתחות צירבון, אשר לא עוכבה כנראה בעקבות רמת החמצן הגבוהה יחסית. היתרון הבולט ביותר של האחסון באווירה המתואמת התבטא בהפחתת הריקבונות במהלך האחסון. לעומת זאת, רק בפירות שאוחסנו באווירה המתואמת התפתח נזק שקיפות בליבת הפרי, אשר כפי הנראה נגרם על-ידי ריכוזי ה-CO₂ הגבוהים שהצטברו במארזים. לאור תוצאות אלו ראוי לבחון מחדש את היתכנות השימוש במארזים אלה, בעיקר לאור הבעייתיות ביצירת נוסחת אווירה יציבה, עקב האטימות הגבוהה של המארזים לגזי הנשימה. ייתכן כי בקרת אווירה מתמדת, כפי שנערכת באחסון באוויר מבוקר תאפשר את השימוש במארזים באחסון הרימון.