

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: fruit.storage.lab@gmail.com

ניסויים באחסון רימון

דוח ניסויים לעונת 2016

צוות המעבדה: דני גמרסני, טלי גולדברג, אוהד נריה, לילך שיפמן, אלה צבילינג, היבא איברהים, לילך ברקוביץ, רונן שפיר, הראל אגרא

אוקטובר 2016

תקצירים

1. שיפור כושר השתמרות רימוני וונדרפול באחסון בתנאי חמצן שונים.

בניסוי זה נבחנה איכות הפרי בהשפעת ריכוזי חמצן של 10% בשילוב עם ריכוזי CO_2 שונים (2% או 5%) באווירת האחסון ובקורת אוחסנו רימונים בתנאי אוויר רגיל (RA) או באוויר מבוקר כמקובל (CA) (מפורט בסעיף חומרים ושיטות). בנוסף לכך, נבחן שילוב עם טיפול ב-1-MCP כדי לפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון בהם צרבון בקליפה והווצרות גרגרים חומים.

- אחסון של רימוני וונדרפול בריכוזי חמצן של 10%-2% שמרו על איכותו החיצונית של הפרי בעיקר הודות לעיכוב הצרבון וזאת בשילוב CO_2 בריכוז 5%-2%. טיפול ב-1-MCP תרם לאיכותו החיצונית של הפרי במיוחד בריכוזי חמצן גבוהים (RA, 20.9%).
- אחסון של רימוני וונדרפול בריכוזי חמצן של 10% ויותר שמרו על איכותו הפנימית של הפרי שנפגמה כתוצאה מהשחמה של המחיצות בעיקר באחסון ב-2% חמצן. טיפול ב-1-MCP לא השפיע על כך.
- אחסון של רימוני וונדרפול בריכוזי חמצן של 10% עיכב את הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי יחסית לאלו שאוחסנו ב-2% חמצן המקובל באוויר מבוקר.
- פירות שאוחסנו ב-10% חמצן נבדלו בתכונותיהם מפירות שאוחסנו באוויר רגיל (RA) או אוויר מבוקר (CA) והגורמים העיקריים שהשפיעו על כך היו ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד בפרי. השפעתו המרכזית של הטיפול ב-1-MCP היתה על איכותו החיצונית של הפרי כתוצאה מעיכוב הצרבון. ממצא ויזואלי שלא בא לידי ביטוי בתוצאות היה שמירה על פיגמנט אדום בקליפה.

2. מניעת סדקים ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס מטע בסופרלון.

בשנים קודמות מצאנו שהודות לריסוסי הסופרלון נמצאו פחות סדקים בקליפת הפרי וכמו כן התפתחו פחות רקבונות. כמו כן, הריסוס בתכשיר לא פגם בכושר השתמרותו ובאיכותו של הפרי המאוחסן. בעונה זו בחנו יישום של סופרלון בריכוז נמוך (0.05%) מאשר נמדד בעבר (0.1%) ובמועד אחד או שניים כך שתתקבל השפעתו המיטיבה של התכשיר על הפרי בקטיף ובאחסון. כמו כן נבדקה אם ניתן להמנע מפגיעה פיטוטוקסית ע"י ריסוס עם מרסס מפוח שיוצר טיפה קטנה תוך הימנעות מנגירה. להלן ממצאים הממצאים העיקריים מניסוי זה:

הסתדקות הקליפה- בבדיקה ביום הקטיף נמצא שכל ריסוסי הסופרלון עיכבו במובהק את הסידוק בפרי משני המטעים ובמטע עין עירון אף במובהק. כלומר, הפחתת ריכוז התכשיר לחצי (0.05%) וריסוס שבועיים טרם הקטיף הפחית את סידוקו הפרי וללא פגיעה בהתפתחות הצבע האדום של הקליפה.

רקבונות באחסון- בפרי שרוסס בסופרלון היתה הפחתה במקרי הרקבון על גבי סדקים בקליפה בתום האחסון, אם כי השפעה זו לא היתה מובהקת. שיעור הרקבונות על סדקים בפרי מעין עירון היה גבוה מאשר בפרי מאילת השחר זאת בהתאמה לשיעור הסדקים בקטיף שהיה גבוה יותר בפרי מעין עירון. כלומר, בצמצום סדקי קליפה בקטיף עשויים לצמצם את התפתחות הרקבונות באחסון ולכך חשיבות רבה בשמירה על אחוזים גבוהים של פרי לשיווק. יש לציין שעונת 2016 אופיינה בשיעור סדקים נמוך יחסית ועל כן השפעת הטיפול בסופרלון היתה קטנה יחסית.

פיטוטוקסיות לפרי- בניסוי זה הומחשה החשיבות של ריסוס עם מפוח שיוצר טיפה זעירה (כמו ערפל) ואשר מאפשר כיסוי של הפרי בתכשיר ללא נגירה. בפרי ממטע עין עירון שרוסס בתכשיר בשיטה זו כמעט ולא נמצאו מקרים של פיטוטוקסיות אלא בריכוזים גבוהים יותר (0.1%) ואף אלו היו מועטים. כלומר, היישום של תכשיר זה צריך להתבצע באמצעות מפוח וללא נגירה על פני הפרי.

לסיכום, ריסוס בסופרלון 0.05% כשבועיים לפני הקטיף באמצעות מפוח יכול לצמצם את סידוק הפרי ולהפחית רקבונות על פני סדקים בפרי המאוחסן תוך שמירה על איכותו וללא פגמים פיטוטוקסיים לקליפה. ממצא זה בהתאמה לממצאי שנים קודמות לפיהן ריסוס סופרלון הפחית את הסתדקות הפרי ואת שיעורי הרקבונות. לריסוס בריכוז זה (0.05%) ישנה משמעות כלכלית כיוון שעלות התכשיר גבוהה יחסית ושימוש בריכוז זה עשוי להיות השקעה משתלמת מבחינת מגדל הפרי.

3. מניעת רקבונות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוסי מטע

זו שנה שניה בה נבחנת השפעת הריסוס במטע בקוטלי פטריות במטרה להימנע מטבילת הפרי בקוטלי הפטריות כמקובל במסחר. ליישום קוטלי הפטריות בריסוס במטע יש מספר יתרונות בהשוואה לטבילת הפרי: קליטה מהירה של הפרי הקטוף לאחסון בקירור וכן הימנעות מהצטברות נוזלי הטבילה בכתר הפרי שעלולים לעודד את התפתחות רקבונות כתר באחסון ועיפוש אבקנים.

בפירות הבקורת היבשה התפתחו רקבונות בשיעורים גבוהים בעוד שבפרי שנטבל בתכשיר סקולר (בו החומר הפעיל פלודיאוקסוניל) עוכבו רקבונות האחסון במובהק (איור 1, איור 4). כלומר, טבילת הפרי המיועד לאחסון באמצעות קוטלי פטריות חשובה לעיכוב הרקבונות באחסון. תוצאה דומה לכך וללא טבילה הושגה באמצעות ריסוס בקוטלי פטריות במטע: בלונה טרנקיליטי, בסקולר ובשילוב של סקולר ולונה אקספיריינס. כלומר, מטרת ניסוי זה הושגה כיוון שניתן לעכב התפתחות של רקבונות אחסון ללא טבילת הפרי לאחר הקטיף.

בניסוי הנוכחי בעונה זו נמצא שריסוסי המטע עיכבו את הרקבונות גם במהלך חיי מדף בדומה לטבילה המסחרית בסקולר וזהו שיפור בהשפעת התכשירים לעומת העונה הקודמת בה העיכוב היה במהלך האחסון בלבד. יתכן שהסיבה לכך היא שהריסוסים ניתנו במועדים קרובים יותר לקטיף (שבוע לפני קטיף) בהשוואה לעונה קודמת (שבועיים מקטיף).

יש לציין ממצא שאינו בהתאמה לממצאי שנת הניסויים הראשונה (עונה 2015) ולפיו ריסוס כפול בלונה אקספיריינס לא מנע את התפתחות הרקבונות באחסון ואלו היו בשיעורים גבוהים בדומה לבקורת היבשה. בשנה הראשונה עוכבו רקבונות האחסון ביעילות באמצעות תכשיר זה.

לסיכום, ריסוס בקוטלי פטריות עיכב את התפתחות הרקבונות באחסון ובמהלך חיי מדף בדומה לטבילה המסחרית המקובלת בסקולר ובמובהק מהבקורת היבשה. זו שנת ניסויים שניה שלפי תוצאותיה הריסוס בקוטלי פטריות במטע עשוי לשמש תחליף ראוי לטבילת הפרי.

4. השפעת יישום התכשיר סמרטרפס על איכות רימוני וונדרפול מאוחסנים.

בניסוי זה נבחנה השפעת הטיפול ב-1-MCP בשילוב של משטרי קירור שונים, קירור מיידי או הדרגתי, על איכותם של רימוני וונדרפול שאוחסנו בתנאי אוויר מבוקר. הגורם המרכזי בהשפעתו על איכות הפרי היה הקירור ההדרגתי ובמיוחד על איכותו הפנימית. השפעה זו התבטאה במספר פרמטרים בהם שמירה על גרגר עם גוון אדום, עיכוב בהשחמת הגרגרים, הפחתה בהשחמת המחיצות הבהירות וכתוצאה מכך נמצאו

אחוזי פרי עם איכות פנימית הראויה לשיווק. לעומת זאת, לטיפול ב-1-MCP כמעט ולא נמצאה ולעיתים אף פגם באיכות הפרי כגון: הגברת צרבון, השחמת הגרגר ואיבוד המשקל. בניסוי הנוכחי נמצאה השפעה דומה של הטיפול ב-1-MCP לזו שנמצאה בניסוי שנערך בשנה שעברה לפיה בפרי המטופל ב-1-MCP שאוחסן באוויר מבוקר גברה הרגישות לצרבון ובהתאמה היתה הפחתה של אחוזי הפרי הראוי לשיווק. מאידך, לא נמצאה התאמה בין השנים בהגברת הרגישות לפגמי איכות פנימית. בניסויים שנערכו בשנים קודמות בתנאי אוויר רגיל ולא בתנאי אוויר מבוקר כבניסוי זה, הטיפול ב-1-MCP דווקא היטיב עם איכות הרימונים באופן שבא לידי ביטוי בעיכוב הצרבון והפחתת הרגישות לרקבנות. השנה, הושגה התקדמות בכך שקירור הדרגתי הצליח לשפר את איכותו הפנימית של הפרי, אף אם הפרי טופל ב-1-MCP. לסיכום, באמצעות קירור הדרגתי ניתן לשפר את איכותו של הרימון שמאוחסן בתנאי אוויר מבוקר וללא השפעה מיטיבה של הטיפול ב-1-MCP (שלעיתים אף הזיקה) וזאת בשונה מאשר באחסון באוויר רגיל.

5. עיכוב רקבונות בחשיפה לתערובת אתנול וחומץ במשטרי יישום שונים ובשילוב שקיות אווירה מתואמת ברימונים מאולחים מהזן 'וונדרפול'.

נבדקה האפשרות לעכב את התפתחות הרקבונות מבוטריטיס ברימונים במהלך האחסון באמצעות שילוב של שתי שיטות: האחת שימוש בתערובת של אדי אתנול+חומץ שדווח בעבר על עיכוב רקבונות בפרי באמצעות כל אחד מהם בנפרד (Sholberg and Gaunce 1995; Chervin et al., 2005), והשנייה אריזה בשקיות אווירה מתואמת בהן מעוכבת התפתחות הפטריה הודות להצטברות CO_2 עקב נשימת הפרי. הפרי המתין בקירור לתחילת הניסוי במשך כחודש וחצי עקב מחסור בנבגי הפטריה בוטריטיס וכפי הנראה נחלש ואיכותו פחתה. כלומר, הניסוי החל עם פרי שאינו טרי, חזק ואיכותי כמו בקטיף. להלן הממצאים העיקריים:

במרבית המקרים ההשפעה העיקרית על תכונות הפרי היתה של האריזה עם יתרון לזו של סטפק על פני פרי חשוף או פרי שנארז בשקית LDPE ששמרה על לחות. פרי שנארז בשקית סטפק היה יותר איכותי עקב פחות צרבון ואחוזים גבוהים יותר פרי ראוי לשיווק.

השפעה מובהקת של משטר החשיפה לאדי אתנול+חומץ היתה בגרימת נזקי צריבה בשיעורים גבוהים במובהק כשהחשיפה היתה חד פעמית ובריכוז גבוה. יתכן וריכוז זה גבוה מדי וראוי לבחון מינון נמוך מכך או חשיפה קצרה מ-24 שעות.

לסיכום, לאריזה בשקית אווירה מתואמת של סטפק היה יתרון בשמירת איכות הפרי. אולם, עיכוב הרקבונות היה יעיל בשקית זו רק בשילוב עם חשיפה חד פעמית ובריכוז גבוה שעלולה לפגוע באיכות הפרי.

6. עיכוב רקבונות והסרת חומרי הדברה מרימוני 'וונדרפול' באמצעות טבילה באמבט אולטראסוני.

בניסוי ראשוני זה נבחנו שתי השפעות אפשריות של משך החשיפה לגלים אולטראסוניים: האחת, עיכוב התפתחות רקבונות במהלך אחסון של רימוני וונדרפול והשנייה הסרת חומר ההדברה פלודיאקסוניל מהפרי. חשיפת הרימונים לגלים אולטראסוניים למשכי זמן שונים לרוב לא נמצאו מובהקות וחד משמעיות יחסית לבקורת אולם יתכן וניתן להצביע על מגמות מסויימות:

טיפול אולטראסוני למשך 5-10 דקות עיכב את התפתחות הרקבנות בתום כשבועיים חיי מדף לאחר האחסון, בעוד שבחשיפה ל-15 דקות מקרי הרקבון דווקא גברו. ככל שמשך החשיפה לגלים האולטראסוניים התארך גברו הרקבנות כתוצאה מפניציליום. המסקנה מתוצאות אלו היא שמשך הטיפול המועדף הוא 5-10 דקות ולא מעבר לכך. השפעה של משך הטיפול האולטראסוני תתכן על צרבון הקליפה שגבר עד ל-5 דקות, אך כעבור 10 דקות נצפתה ירידה בצרבון. ראוי להמשיך ולבחון זאת. תוצאות הסרת הפלודיאוקסוניל אינן מספקות כיוון שבפרי הבקורת כמעט שלא נמצא מהחומר והמסקנה העיקרית היא שאת הטבילה בחומר ההדברה הנבדק יש לבצע באופן מבוקר במעבדה ללא הסתמכות על בתי האריזה. לסיכום, מתוצאותיו של ניסוי ראשוני זה נראה שניתן להשפיע על עיכוב הרקבנות במידה וחושפים את הרימונים למשך 5-10 דקות לגלים אולטראסוניים. להערכה של השפעת הטיפול על איכות הפרי נחוצה עבודה נוספת וכן לגבי הסרת חומרי הדברה מפני הפרי.

תוכן העניינים

מס"ד	שם הניסוי	עמודים
1	שיפור כושר השתמרותו ואיכותו של רימון מזן 'וונדרפול' בהשפעת מגוון תנאי אוויר מבוקר וטיפול בסמרטפרש.	7-25
2	מניעת סדקים ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס מטע בסופרלון.	26-35
3	מניעת רקבונות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוסי מטע.	36-41
4	השפעת יישום התכשיר סמרטפרש על איכות רימוני וונדרפול מאוחסנים.	42-48
5	עיכוב רקבונות בחשיפה לתערובת אתנול וחומץ במשטרי יישום שונים ובשילוב שקיות אוויר מתואמת ברימונים מאולחים מהזן 'וונדרפול'.	49-54
6	עיכוב רקבונות והסרת חומרי הדברה מרימוני 'וונדרפול' באמצעות טבילה באמבט אולטראסוני.	55-59

תודות

תודה לכל המעורבים בתיכנון, בעזרה ובביצוע של הניסויים!

מגדלי הפרי:	אנשי בתי הקירור:
אלכס - מטע קיבוץ אילון	ימילופריי- עמית ברונר.
גל פוקס- עין עירון	הרקור'- רביב ישראלי, עמרי מייסטר,
גיוני- מטע מצובה.	יעקב ממון ודבורה רזניצקי.
אייל כרמי- מטע איילת השחר	
אנשי החברות:	שולחן מגדלי רימון- מועצת הצמחים
לידור'- ליאור הדס, אופיר נאות ורחלי יצחקי,	על מימון הניסויים.
ימרחב אגרו'- עופר לוי, ניזאר עבד אל- אהדי, אלון צור,	
יצחק שור, חמי לינדנבוים ושלמה גלידאי.	דר' שאול נשיץ- המעבדה למו"פ אחסון
Stepac- גארי וורד.	
יוסי שטרן- חברת רימי להגנה"צ.	
צחי וחגית- חברת יתרולאב, אגריאור	

1. שיפור כושר השתמרותם ואיכותם של רימוני וונדרפול באחסון בתנאי חמצן שונים.

מבוא

בעונות 2013, 2014 נבחנה השפעת האחסון בריכוז חמצן נמוך מהמקובל (0.5% חמצן, וכן העלאה הדרגתית מ-0.5% ועד ל-6% חמצן) בהן הודגשו השפעותיו החיוביות של החמצן הנמוך (כגון עיכוב הצרבון והרקבון) והשליליות (השחמה פנימית של המחיצות) יחסית לאחסון באוויר רגיל, אך ללא השפעה מיטיבה יחסית לריכוז החמצן המקובל (2% חמצן). בעונה 2015 נבחנה השפעה של אחסון רימונים בריכוזי חמצן של 10% וכן בהעלאה הדרגתית של ריכוז החמצן מ-2% ועד ל-10% במהלך ארבעה חודשים כדי לבחון האם משטר חמצן זה יאפשר השגת פרי באיכות טובה מאשר בתנאי חמצן קבועים של 2%. הממצאים העיקריים היו שרימונים שאוחסנו בריכוזי חמצן בין 2% ל-10% לא נבדלו באיכותם החיצונית והפנימית, על אף שנמצאו הבדלים בהצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי. כלומר, יתכן שניתן לאחסן את הרימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל, מבלי לפגוע באיכותם, הודות להפחתת הסיכויים לתנאים אנארוביים והצטברות נדיפים.

בעונה זו, 2016, חזרנו ובחנו את השפעת האחסון בתנאים בהם החמצן הוא 10% ובשילוב עם ריכוזי CO_2 שונים (2% או 5%) וזאת בהשוואה לשתי ביקורות: האחת רימונים שאוחסנו בתנאי אוויר רגיל (RA) והשנייה כאלו שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA). כמו כן, נבחן שילוב עם טיפול ב-1-MCP כדי להפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון כגון צרבון בקליפה.

מטרת הניסוי

שמירת איכות הרימון במגוון אווירות אחסון ובהשפעת טיפול ב-1-MCP תוך מעקב אחר הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי.

חומרים ושיטות

רימונים מהזן וונדרפול שנקטפו בתאריך 18.10.16 במטעי מצובה נטבלו בתכשיר סקולר 0.2% בבית אריזה 'הר קור' ולאחר מכן קוררו במשך לילה ל-7°C. למחרת (19.10.16) נאספו מארבעה מיכלים כתשעה פירות לכל אחת מ-160 תיבות שהועברו למעבדה לאחסון למסדרון בכ-20-18 מע"צ ובדיקות קטיף נערכו ב-6 חזרות בנות חמישה פירות (טבלה 1). למחרת, חולקו תיבות הפרי לשלוש קבוצות שנעטפו בשקית מיוחדת עבור טיפול ב-1-MCP 0.9 ח"מ לערך שנערך ב-Bin trail בכ-20°C החל משעה 9:30 ועד למחרת (כ-24 שעות). ריכוז האתילן והרכב האוויר נבדקו בתום הטיפול בכל אחת מהחזרות ואלו היו: פחמן דו חמצני בין 4.5%-4.9%, חמצן -16.3%-16.9% ואתילן -173ppb-256ppb ובחדר הטיפול היה 137ppb אתילן כרקע. פרי הבקורת נשמר במסדרון במקביל לטיפול שבסיומו (21.10.16) כל הפרי הועבר לקירור במסדרון ב-7°C. לאחר 48 שעות (23.10.16) נעטף הפרי בשקית LDPE מחוררת בשמונה חורי מאקרו לשמירה על תנאי לחות גבוהים והפרי חולק לארבעה תאים שטמפרטורת האחסון בהם היתה 7.0-7.5°C, על פי תנאי האחסון הבאים:

1. CA - אוויר מבוקר מסחרי ($2\%O_2$, $5\%CO_2$). בפועל נמדד ($2.2-2.5\%O_2$, $5-5.3\%CO_2$).
2. CA1 - אוויר מבוקר חמצן גבוה ($10\%O_2$, $5\%CO_2$). בפועל נמדד ($9.8-14.5\%O_2$, $4.3-5.2\%CO_2$).
3. CA2 - אוויר מבוקר חמצן גבוה ($10\%O_2$, $2\%CO_2$). בפועל נמדד ($6.1-9.4\%O_2$, $2.2-2.9\%CO_2$).
4. RA - אוויר רגיל ($20.9\%O_2$, $0.04\%CO_2$).

בכל אחד מתנאי האחסון הוכנסו 32 תיבות פרי: 16 שטופלו ב-1-MCP ו-16 בקורת כך שבכל מועד בדיקה יוצאו מאחסון ארבע תיבות (חזרות) מתא.

בתדירות חודשית- הוצאו מכל תא אחסון שמונה תיבות פרי: ארבע בקורת וארבע שטופלו ב-1-MCP והבדיקות נערכו על פי טבלה כך שבהוצאה מאחסון הוערכה איכותו החיצונית של הפרי בדגש על רקבונות והגדרת הגורם לכך, נוכחות צרבון וחומרתו (0-ללא, 1- צרבון קל, עד 25% מהפרי, 2-בינוני, 26%-50% מהפרי, קשה-51-100% מהפרי), איבוד אנטוציאנין (הלבנה) ויזואלית ובאמצעות מכשיר ה-Amilon. פרי בריא (שאינו רקוב) אוחסן למשך שבוע חיי מדף ב-20°C ובנוסף להערכת איכותו החיצונית נחצו פירות בריאים והוערכה בהם איכותם הפנימית בדגש על רקבון פנימי, הגדרת חומרת השחמת המחיצות הבהירות (0-ללא, 1-קל, 2-בינוני, 4-קשה), צבע הגרגר (1-גרגר לבן ועד 5-גרגר אדום כהה), נרשמה נוכחות של גרגרים חומים. מכל חזרה נסחט מיץ מחמישה חצאי פרי שסורכו למשך 5 דקות ב-6000 סל"ד ולאחר מכן נבדקו בו צבע המיץ באמצעות מד צבע (מינולטה), תכולת הכ.מ.מ. (%) באמצעות רפרקטומטר, תכולת החומצה הציטרית (%) ו-pH בטיטור אוטומטי, ובנוסף נערך מבחן למראה וטעם גרגרי רימון שנפרטו להשוואה בין תנאי האחסון והטיפול ב-1-MCP מארבעת תנאי האחסון.

יצור הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד- נבדקו בכל שבועיים במדגם של ארבעה פירות (חזרות) מכל טיפול (עם וללא 1-MCP) מכל אחד מתנאי האחסון. מארבעה פירות נסחט מיץ (ארבע חזרות) שסורכו ולאחר הוקפאו 5 מ"ל מכל חזרה במבחנת 50 מ"ל כשהבדיקה נערכה למחרת לבדיקת ייצור הנדיפים (אתנול, אצטאלדהיד). באופן דומה נבדקו הנדיפים בתום חיי מדף (מכל הוצאה) ממיץ שהוכן כמתואר לעיל. למעקב אחר איבוד המשקל נשקלו הפירות ממועד הבדיקה האחרון שנשקלו בכל חודש וכן לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C במועד הבדיקה האחרון.

טבלה 1: בדיקות הפרי במועדים השונים:

הבדיקה	קטיף	הוצאה מאחסון	שבוע בחיי מדף
שקילה (להערכת איבוד משקל)	+	+	+(רק בפעם האחרונה)
% כיסוי אדום(+צילום ב-Amilon)	+	+	
צבע גרגר (1-5)	+		+
*צבע מיץ (מינולטה LCH)	+		+
*% כ.מ.מ.	+		+
*% חומצה מטוטרת (ציטרית) ו-pH	+		+
איכות חיצונית (דגש על רקבונות, צרבון)	+	+	+
איכות פנימית (רקבון, השחמת מחיצות, גרגרים חומים)			+
*אתנול+ אצטאלדהיד	+		+
טעם			+

*-לאחר צנטריפוגה

ניתוח סטטיסטי- השפעת תנאי הניסוי על המדדים השונים נבדקה במבחני שונות One-way ANOVA ופוסט-הוק (Duncan). התלות של מדדים שונים (צרבון, פרי לשיווק, ייצור אצטאלדהיד ואתנול) באחוז החמצן נבדקה ברגרסייה לינארית. בנוסף נערך ניתוח PCA להערכה כללית של השפעת תנאי הניסוי.

תוצאות ודיון

מצב הבשלת הרימונים בקטיפ :

הרימונים ממטע מצובה נקטפו כשתכולת הכ.מ.מ. בהם כ-17% ובהתאם להמלצות הקטיפ (מעל ל-16%) (טבלה 2). תכולת החומצה הציטרית של כ-1.1% מעידה שזו נמוכה במידה בה הפרי יהיה טעים למאכל ולא חמוץ מדי. קליפת הרימונים היתה אדומה ברובה והגרגר הגיע כמעט לפוטנציאל הצבע האדום הרצוי (ערך 5).

טבלה 2: מדדי הבשלה של רימונים ביום איסוף הפרי (ממוצע±ש.ת, n=6)

יחס הבשלה	pH	חומצה ציטרית (%)	כ.מ.מ. (%)	צבע גרגר (1-5)	כיסוי אדום (%)
13.0±1.2	3.75±0.02	1.11±0.04	17.0±0.2	4.7±0.1	84.0±2.4

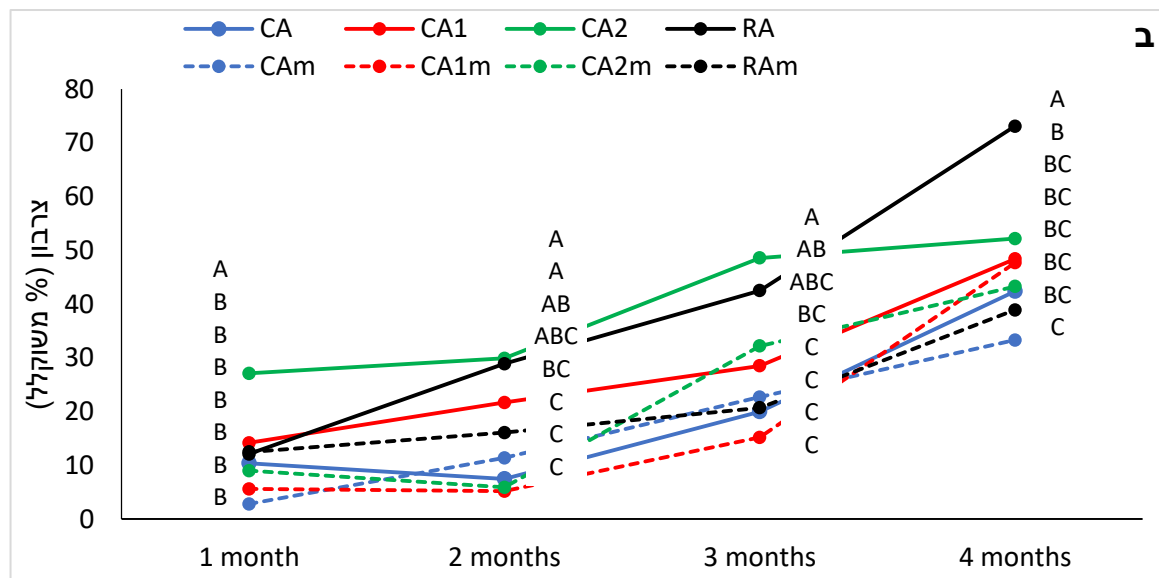
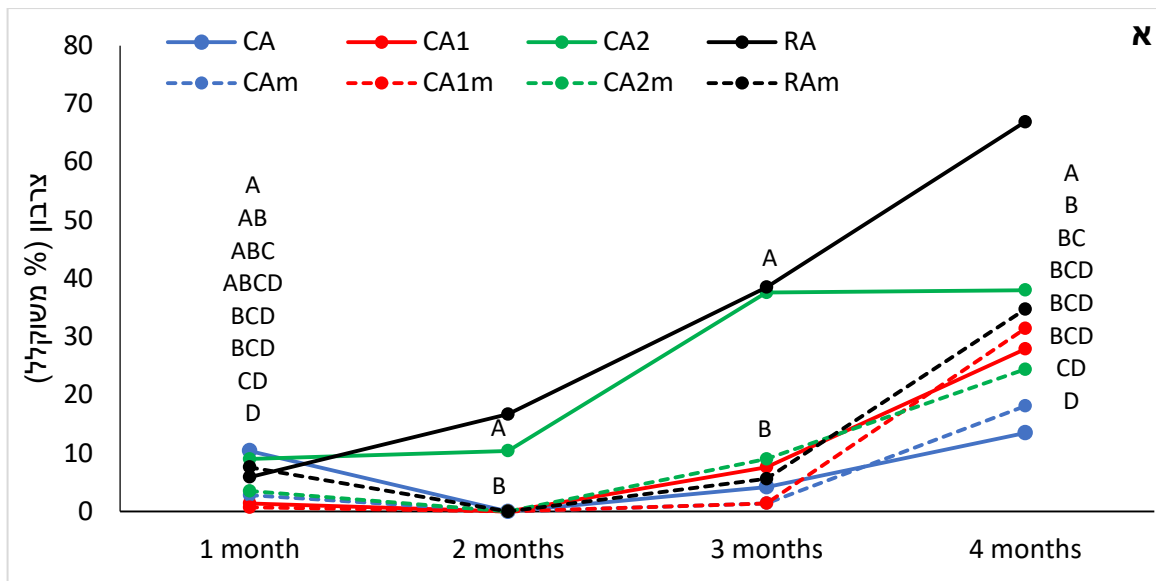
איכות חיצונית של הרימונים בתום האחסון :

צרבון קליפה-

השפעת תנאי האחסון- נזק מצרבון בקליפה נמצא במיוחד ברימונים שאוחסנו באוויר אטמוספרי, RA ($20.9\%O_2$, $0.04\%CO_2$) החל מחודש אחסון וגבר בחיי מדף (אזור 1א, 1ב, תמונה 1). גם ברימוני CA2 ($10\%O_2$, $2\%CO_2$) נמצאו שיעורים גבוהים יחסית של צרבון ובמיוחד בחיי מדף וניכר שבריכוז גבוה יותר של CO_2 עוכב הנזק ברימוני CA1 ($10\%O_2$, $5\%CO_2$). שיעורי הצרבון הנמוכים ביותר נמצאו ברימונים שאוחסנו בתנאי CA המקובלים ($2\%O_2$, $5\%CO_2$), אך ללא הבדל מיתר תנאי האוויר המבוקר בהם ריכוז החמצן היה 10%. ההנחה היא שצרבון הוא נזק חימצוני, אולם בניסוי זה לא נראה הבדל מובהק בהשפעת ריכוזי החמצן על נזק זה באוויר מבוקר בטווח של 2%-10%.

השפעת הטיפול ב-1-MCP- הצרבון עוכב בתגובה ל-1-MCP במובהק ברימונים שאוחסנו ב-RA וכן ביתר תנאי האחסון אם כי לא במובהק וזאת בהתאמה לממצאי הניסויים משנים קודמות.

לסיכום, ניתן לעכב את הצרבון בשילוב בין הפחתת ריכוז החמצן והעלאת ריכוז CO_2 עם טיפול ב-1-MCP, אולם עדיף שריכוזי החמצן לא יהיו נמוכים בכדי להמנע מתנאים אנארוביים.

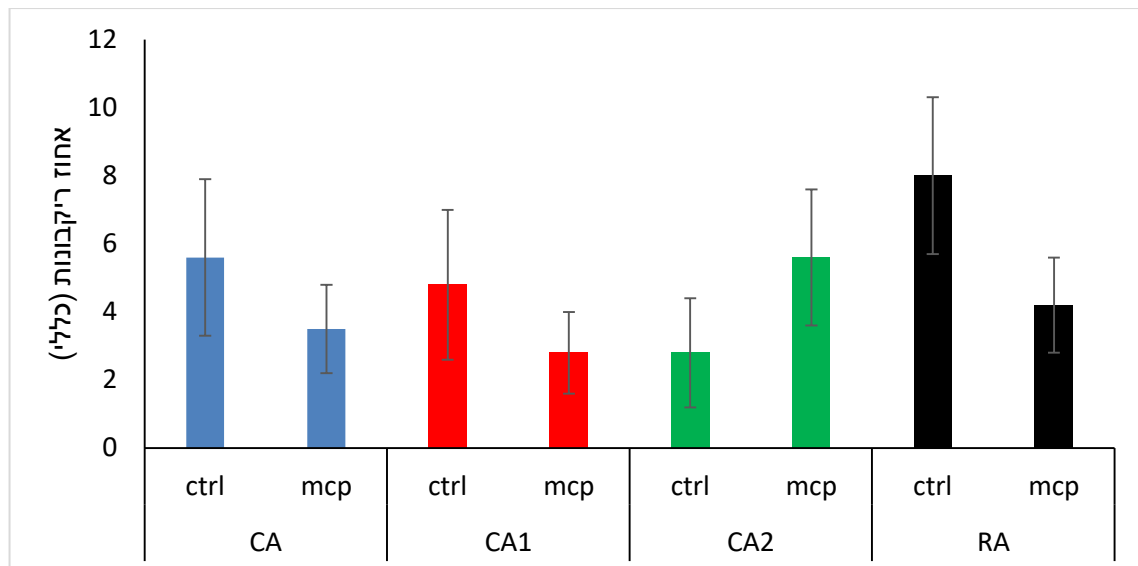


איור 1: צרבון (%) משוקלל בקליפת רימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP שאוחסנו בתנאים שונים (א) בהוצאה מאחסון, (ב) לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.

A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

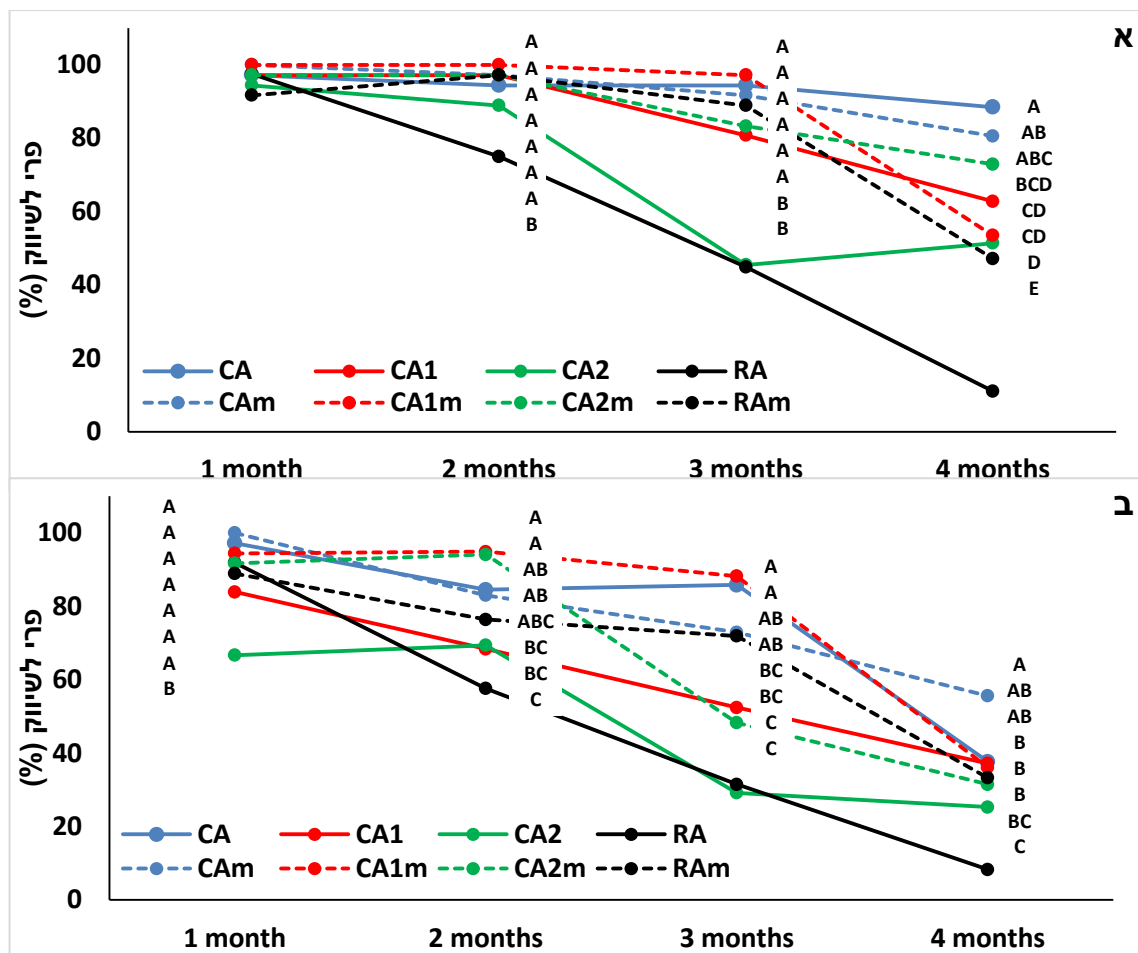
רקבנות - בעונה זו שיעורי הרקבון היו נמוכים מאוד ועל כן אלו נסכמו עבור כל טיפול. לא נמצאו הבדלים מובהקים בשיעור הרקבנות בהשפעת תנאי האחסון, אך נראה שבמרבית המקרים הטיפול ב-1-MCP עיכב את התפתחות הרקבנות במידה קלה ובמיוחד ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל (RA) בהם שיעורי הרקבון היו גבוהים יותר משאר הטיפולים (איור 2).



איור 2: שיעור הרקבנות (%) (ממוצע $\pm$ ש.ת.) ברימוני וונדרפול בהשפעת תנאי האחסון והטיפול ב-1-MCP במהלך ארבעה חודשי אחסון ושבע נוסף בחיי מדף ב- 20°C . לא נמצאו הבדלים מובהקים ($p < 0.05$, $n = 16$)

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

פרי ראוי לשיווק-בקטגוריה זו נכלל פרי בריא או עם פגם של צרבון קל בלבד. אחוזי הפרי לשיווק פחתו ככל שהתארך האחסון ובמיוחד במהלך החודש הרביעי ואף יותר בחיי מדף (איור 3א, 3ב). השפעת תנאי האחסון - רימונים שאוחסנו בתנאי אוויר רגיל (RA) היו עם שיעורי הפרי הראוי לשיווק הנמוכים ביותר (איור 3א, 3ב). ברימונים שאוחסנו בתנאי אוויר מבוקר לרוב לא נמצאו הבדלים מובהקים בשיעורי הפרי הראוי לשיווק בשילובי החמצן וה- CO_2 . כלומר, שילובי חמצן בטווח של 2%-10% עם CO_2 בטווחים של 2%-5% לא נבדלו בהשפעתם על אחוזי הפרי הראוי לשיווק. השפעת הטיפול ב-1-MCP - הטיפול ב-1-MCP שמר על אחוזים יותר גבוהים של פרי לשיווק במרבית תנאי האחסון ובמובהק ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל (RA) (איור 3א, 3ב). לסיכום, בכדי להשיג שיעורים גבוהים של פרי ראוי לשיווק צריך לאחסן את הפרי בתנאי אוויר מבוקר וטיפול ב-1-MCP עשוי לשפר זאת.



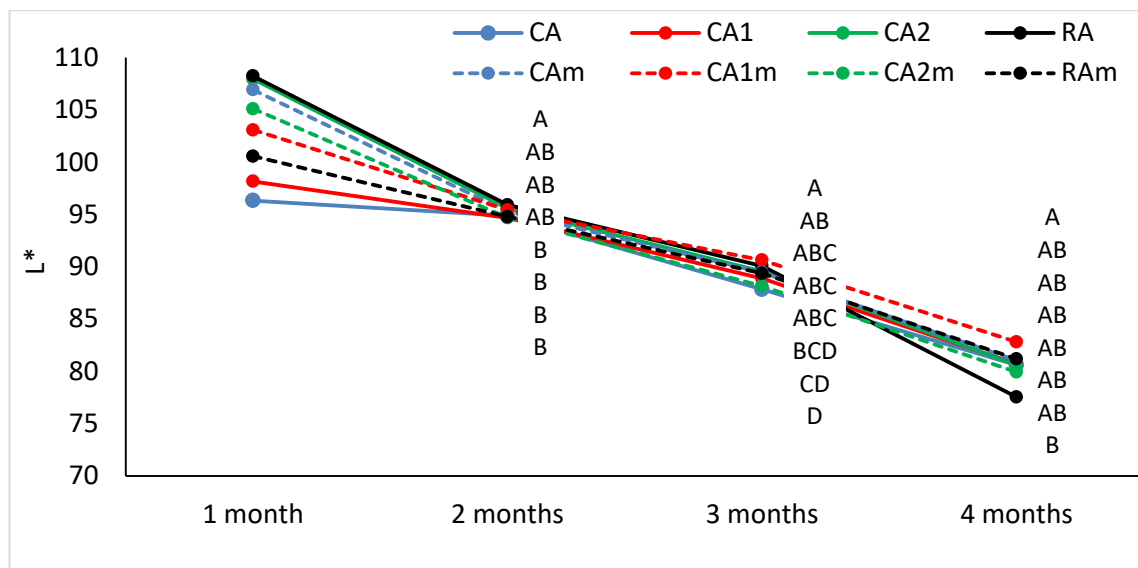
איור 3: פרי ראוי לשיווק (%) בקליפת רימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP שאוחסנו בתנאים

שונים (א) במהלך האחסון, (ב) לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.

A-E - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

צבע קליפת הרימונים- גוון הקליפה נבדק באמצעות מכשיר ה-Amilon ועל פי ערך L* שמתאר את בהירות או כהות הגוון (ערך 0 = שחור) נראתה מגמה של התכהות הגוון עם התמשכות האחסון (איור 4). השינוי המשמעותי ביותר היה בפרי הבקורת שהיה הכהה ביותר בתום האחסון בעוד שפרי שטופל ב-1-MCP היה הבהיר ביותר (CA1-10%O₂, 5%CO₂). התרשמות ממראה הפרי, שלא באה לידי ביטוי בבדיקה זו, היתה שפרי שטופל ב-1-MCP נותר יותר אדום ועם פחות מקרים של הלבנה, כפי הנראה כתוצאה מאיבוד האנטוציאנין שהינו הפיגמנט המרכזי שבקליפת הפרי (תמונה 1).



איור 4: השינוי בבהירות הקליפה על פי ערך L^* בקליפת רימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP. שאוחסנו בתנאים שונים במהלך האחסון.

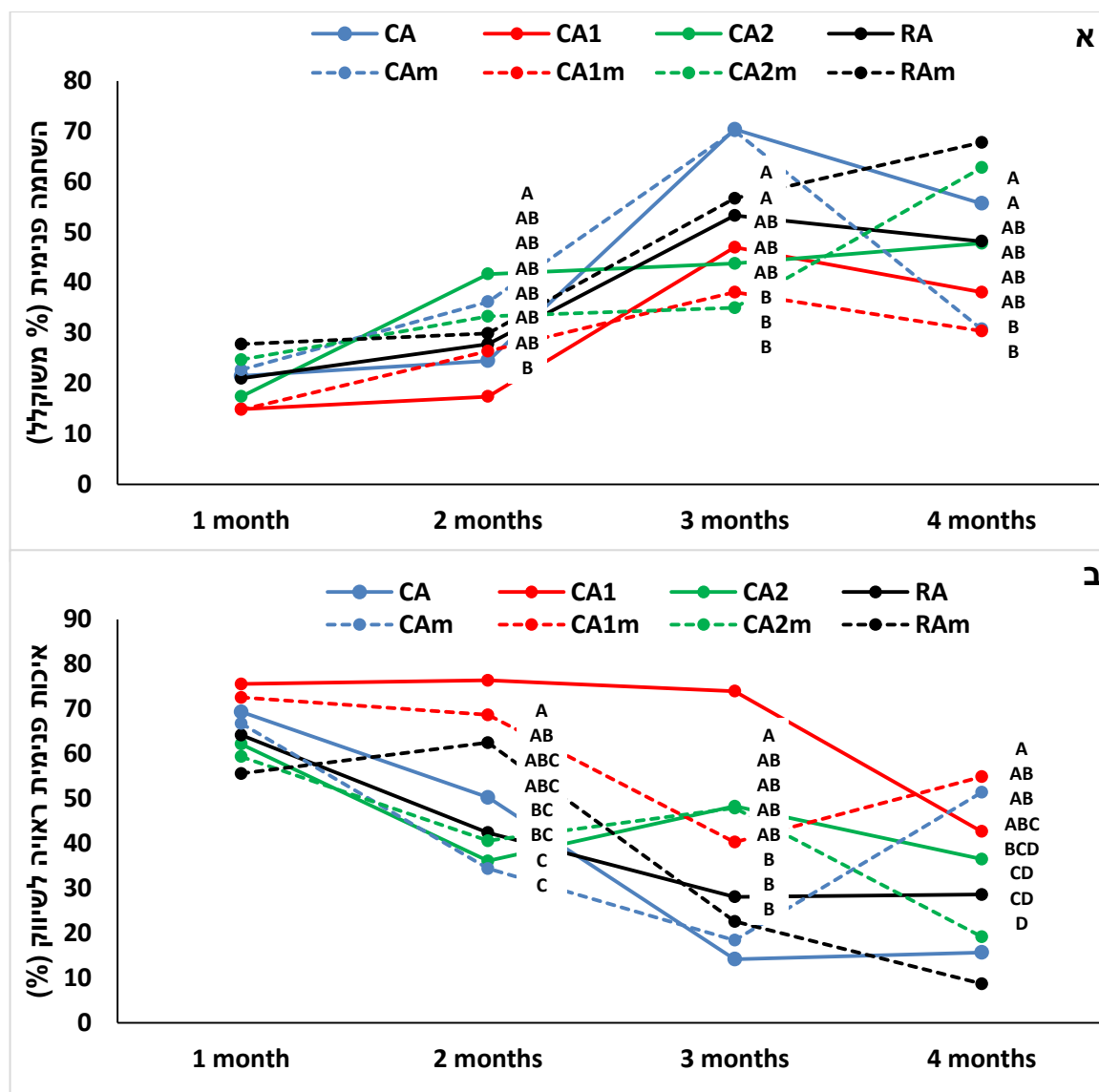
A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

השחמה פנימית של מחיצות הרימונים בתום אחסון -במהלך האחסון ובמיוחד בחיי מדף עלולות המחיצות הבהירות שמפרידות בין גרגרי הרימון להשחים ולפגום באיכותו הפנימית של הפרי. השחמת המחיצות החמירה ככל שהאחסון התארך ובמיוחד בין החודש השני לשלישי באחסון (איור 4א, תמונה 1). השפעת תנאי האחסון - בפירות שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA) שיעורי ההשחמה פנימית היו הגבוהים ביותר אם כי ללא הבדל מובהק מיתר תנאי האחסון (איור 4א). אולם, יותר פרי עם איכות פנימית הראויה לשיווק במובהק היה כשהפרי אוחסן באוויר מבוקר עם 10% CO₂ (CA1, CA2) מאלו שאוחסנו כמקובל ב-2% CO₂ (CA) (איור 4ב). ממצא זה מקביל לממצאי השנה הקודמת ויתכן שהפגיעה באיכות הפנימית היא נזק צינה שמושפע ממטבוליטים כגון אתנול ואצטאלדהיד שנוצרים במהלך הנשימה האנארובית עקב ריכוזי חמצן נמוכים.

השפעת הטיפול ב-1-MCP - ככלל, לטיפול ב-1-MCP לא נמצאה השפעה מובהקת על נזקי השחמה פנימית ועל אחוזי הפרי עם ציפה הראויה לשיווק.

לסיכום, לשמירה על איכות פנימית טובה של הפרי יש עדיפות לאחסון בתנאי אוויר מבוקר בהם אחוזי החמצן כ-10% ולא נמוכים מ-2% ולא צפויה השפעה מובהקת של טיפול ב-1-MCP על כך.

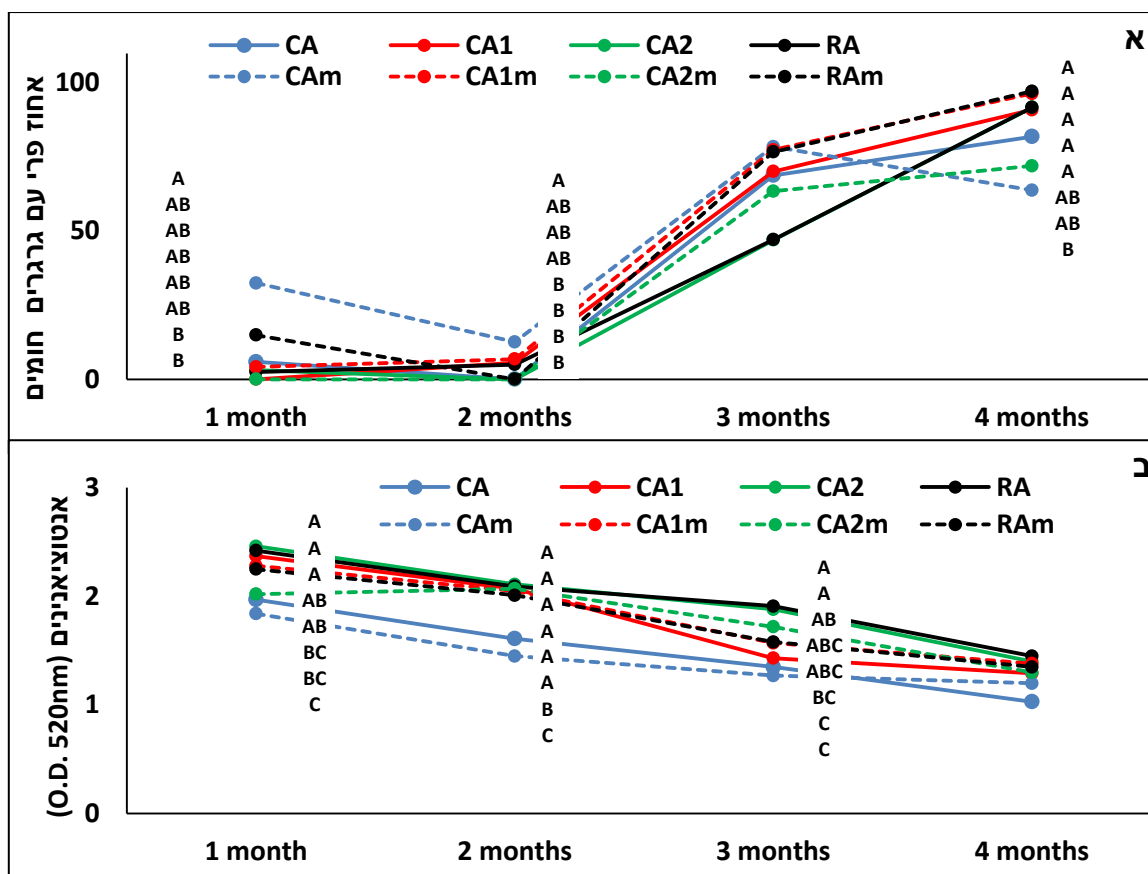


איור 5: א. השחמה פנימית (% משוקלל) ב. הפרי עם איכות פנימית ראיה לשיווק (%) ברימונים שאוחסנו בתנאים שונים במהלך האחסון + שבוע חיי מדף ב-20°C. A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

אחוז הפרי עם גרגרים חומים-אחוז הפרי עם גרגרים חומים גבר במיוחד לאחר חודשיים אחסון וכמעט ולא השתנה במהלך חודש האחסון הרביעי (איור 6א). כמעט שלא נמצאו הבדלים בהשפעת תנאי האחסון ונראה שנשמרת מגמה כבשנים קודמות לפיה בפרי שאוחסן באוויר רגיל (RA) היו שיעורים גבוהים של פרי עם גרגרים חומים, ובניסוי זה גם בפרי מ-CA1.

עבע המיץ ב-O.D.520nm-ההבדל הניכר ביותר נמצא בקריאת ה-O.D.520nm בין פרי שאוחסן באוויר רגיל לבין הפרי שאוחסן באוויר מבוקר המקובל (CA) כשבליעת מיץ הפרי מיתר תנאי האחסון ביניהם (איור 6ב). כלומר, בהנחה שבליעה ב-520nm מייצגת את שיעור האנטוציאנינים שמקנים למיץ הרימון את הגוון האופייני, נראה שבתנאי אוויר מבוקר המקובלים CA-2%O₂, 5%CO₂ יש איבוד משמעותי בתכולתם ואילו באחסון באוויר רגיל (RA) או בתנאי אוויר מבוקר עם 10% חמצן אין פגיעה משמעותית באלו ועל כן תהיה פגיעה פחותה באיכותו הוויזואלית של גרגר הפרי והמיץ.



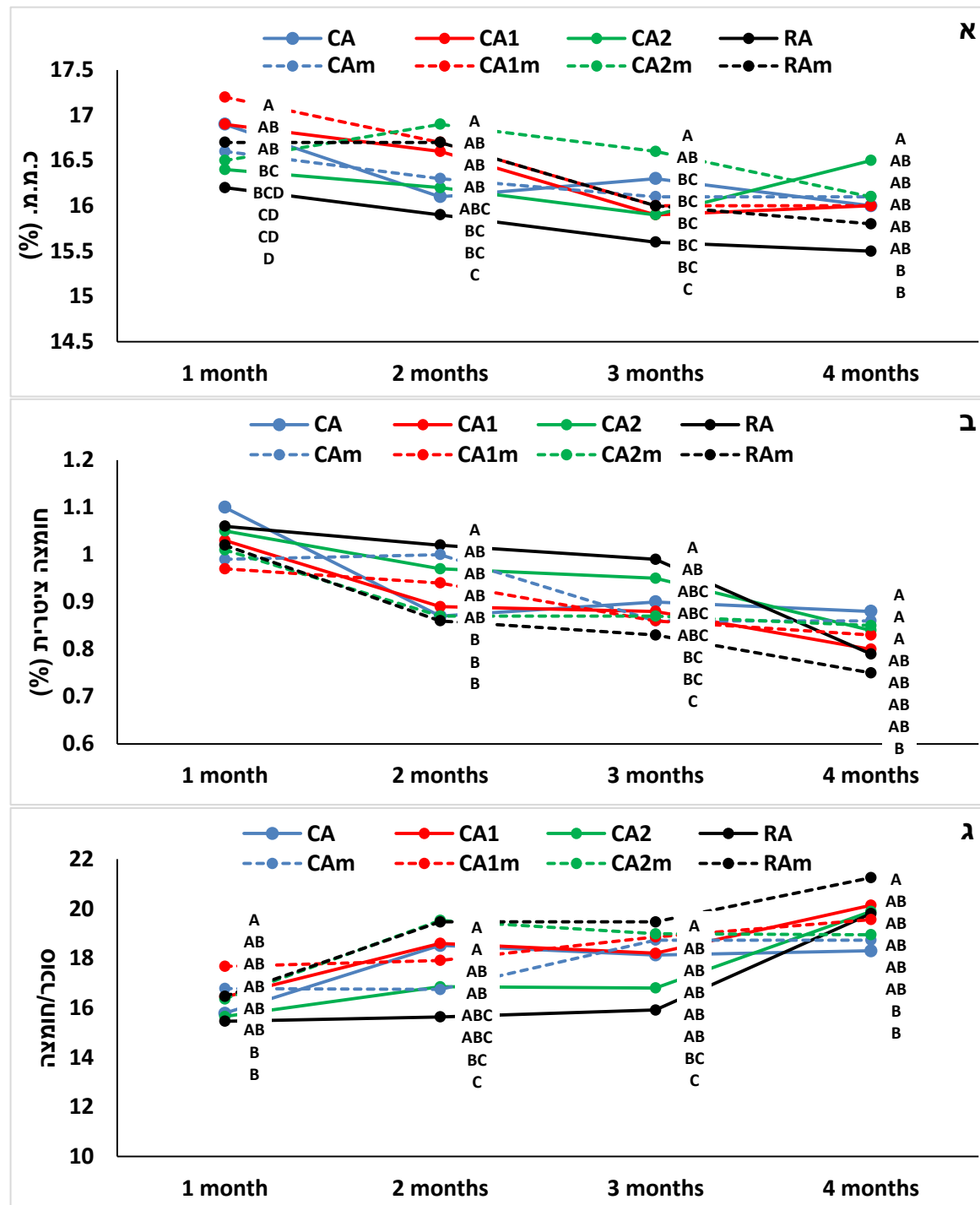
איור 6: א. פרי עם גרגרים חומים (%) ב. O.D. 520nm של מיץ מרימונים שאוחסנו בתנאים שונים במהלך האחסון + שבוע חיי מדף ב-20°C. A-C - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$). CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂ תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית ויחס ההבשלה במיץ הפרי-

תכולת הכ.מ.מ.- תכולת הכ.מ.מ. כמעט ולא נבדלה בין הטיפולים אולם תכולת הכ.מ.מ. הנמוכה ביותר נמדדה ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל כבר לאחר חודש אחסון ויתכן שהסיבה לכך היא שהסוכרים שימשו כמקור אנרגיה לנשימת הפרי באחסון בעוד שבתנאי אוויר מבוקר עוכבה נשימתם ובהתאם הירידה בתכולת הכ.מ.מ. (איור 7א). לרוב, טיפול ב-1-MCP עיכב את הירידה בכ.מ.מ. ובעיקר באוויר רגיל (RA) ובאוויר מבוקר (CA2 (10%O₂, 2%CO₂ בו ריכוז חמצן יחסית גבוה ו-CO₂ יחסית נמוך.

תכולת חומצה ציטרית (%) - תכולת החומצה הציטרית פחתה במיץ הפרי במהלך האחסון אולם זו נשמרה גבוהה ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל RA ובמידה פחותה במובהק באלו שטופלו ב-1-MCP במהלך שלושה חודשי אחסון (איור 7ב). ביתר תנאי האחסון כמעט ולא נמצאו הבדלים בתכולת החומצה במהלך האחסון בהשפעת הטיפול ב-1-MCP. יתכן שכתוצאה מטיפול ב-1-MCP יש עיכוב בניצול הסוכר לנשימה בתנאי אוויר רגיל RA וכתוצאה מכך מנוצלת החומצה לתהליך זה. מאידך, ביתר תנאי האחסון הנשימה מעוכבת גם כך כתוצאה מריכוזי חמצן נמוכים יחסית והשפעת הטיפול ב-1-MCP על כך הינה מינורית.

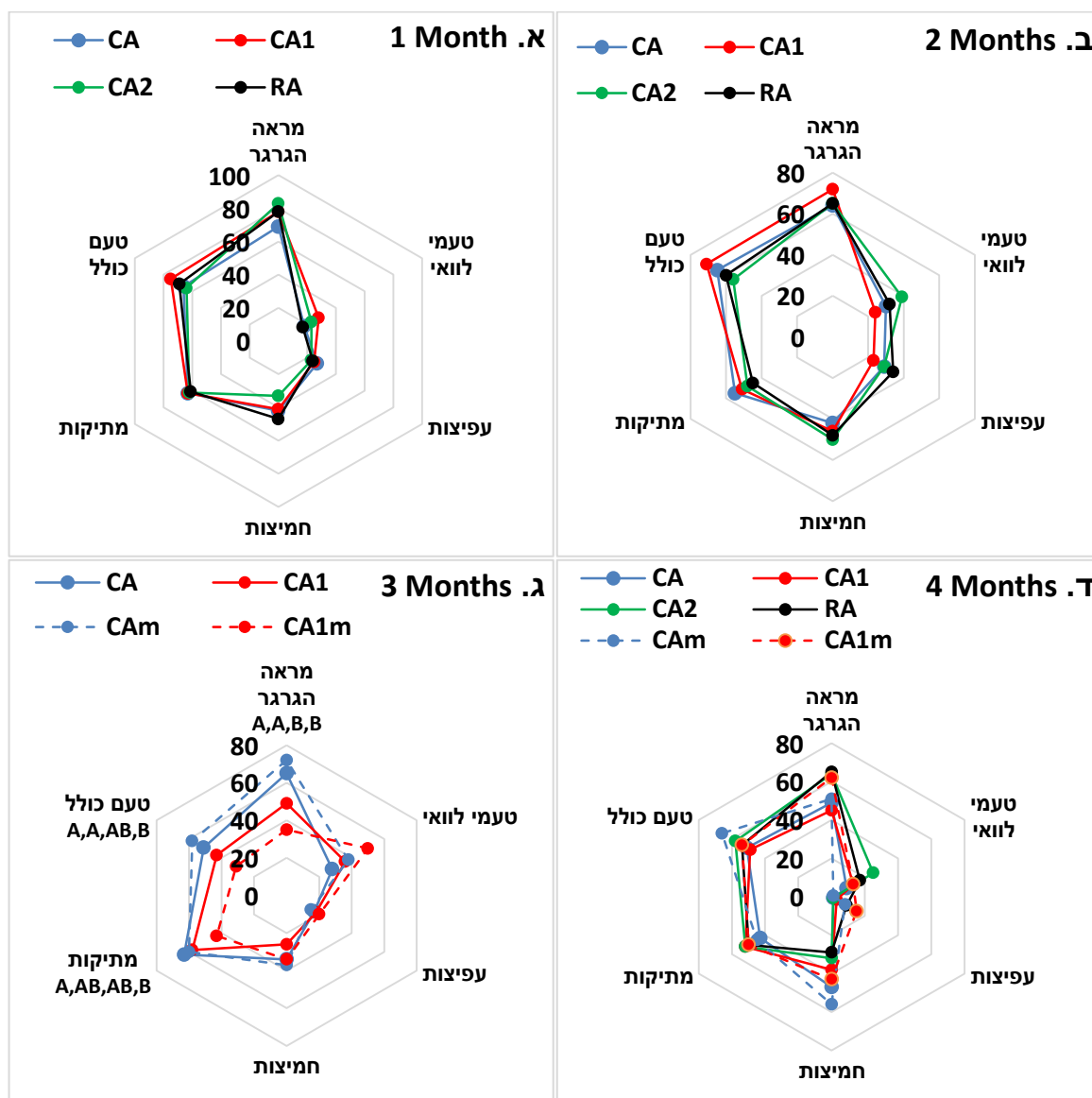
יחס הבשלה, (כ.מ.מ.)/(חומצה ציטרית (%)) - נראה שרימונים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו באוויר רגיל הם המתקדמים בהבשלתם ובמובהק מרימוני הבקורת (איור 7ג), והשפעה דומה נמצאה גם ברימוני CA2 10%O₂, 2%CO₂ אם כי במידה פחותה. כלומר, נראה שהשפעת ה-1-MCP על יחס ההבשלה ברימון

חזקה יותר ככל שתנאי האחסון דומים לאלו שבאווירה האטמוספרית (RA) בו ריכוז החמצן גבוה וה- CO_2 נמוך. יתכן שנוכחותם של אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי יכולים להשפיע על תוצאות בדיקות אלו.



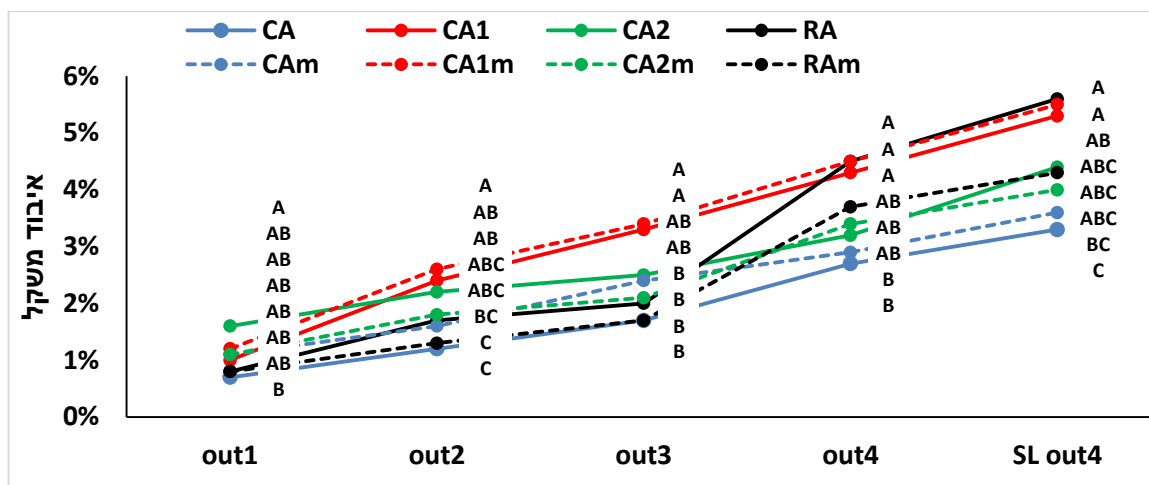
איור 7: א. תכולת הכ.מ.מ. (%), ב. חומצה ציטרית (%), ג. יחס הבשלה (כ.מ.מ. / חומצה) במיץ מרימונים שאוחסנו בתנאים שונים במהלך האחסון + שבוע חיי מדף ב- 20°C . A-C - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).
 CA- $2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$; CA1- $10\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$; CA2- $10\%\text{O}_2$, $2\%\text{CO}_2$; RA- $20.9\%\text{O}_2$, $0.04\%\text{CO}_2$

הערכה חושית של מראה וטעם גרגרי הרימונים - מראה וטעם גרגרי הרימון נבחן בטיפולים נבחרים בתום שבוע חיי מדף לאחר כל אחד ממשכי האחסון. בשני חודשי האחסון לא היו הבדלים בהשפעת תנאי האחסון על מראה וטעם הגרגר (איור 8א, 8ב), אולם לאחר 3 חודשי אחסון הטועמים העדיפו את גרגרי הרימונים שאוחסנו באוויר רגיל המקובל $5\%CO_2$, $2\%O_2$ CA מבחינת מראה הגרגר, טעמו הכולל ובמתיקותו יחסית לאלו שאוחסנו באוויר מבוקר $5\%CO_2$, $10\%O_2$ CA1 ובמובהק מאלו שטופלו ב-MCP (איור 8ג). לאחר 4 חודשי אחסון לא נמצאו הבדלים במראה ובטעם בין הרימונים שנבחנו. ראוי לציין שעל אף חישת טעמי לוואי לא נבדלו בין הטיפולים.



איור 8: מראה וטעם גרגרי רימוני וונדרפול עם (m) או ללא טיפול ב-MCP-1 שאוחסנו בתנאים שונים לאחר שבוע חיי מדף ב- 20° בתום משכי אחסון שונים.
 A-B - להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).
 CA- $2\%O_2$, $5\%CO_2$; CA1- $10\%O_2$, $5\%CO_2$; CA2- $10\%O_2$, $2\%CO_2$; RA- $20.9\%O_2$, $0.04\%CO_2$

איבוד משקל במהלך האחסון: הרימונים איבדו עד לכ-5% ממשקלם במהלך 4 חודשי אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף וסביר שזהו יהיה שיעור הפחת באחסון כה ממושך.



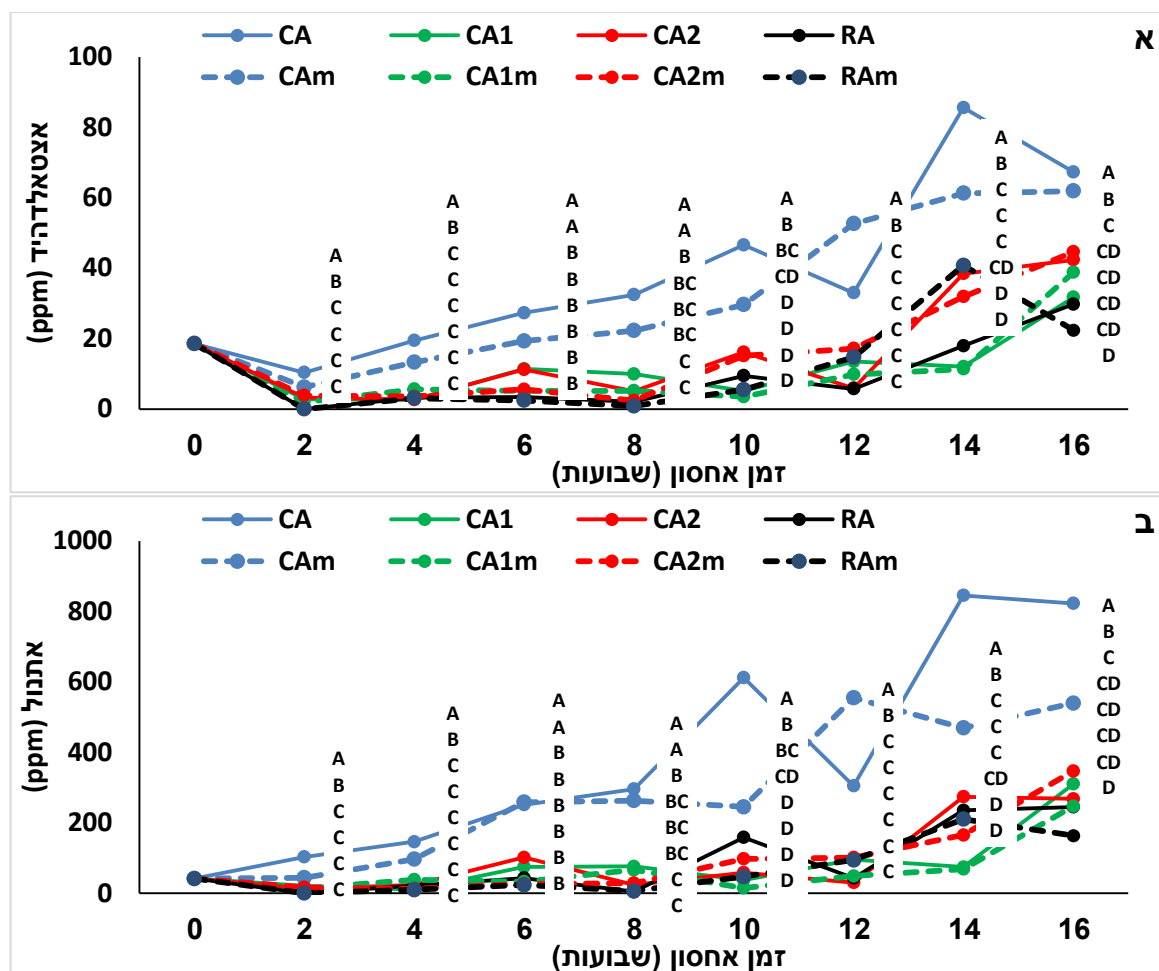
איור 9: איבוד משקל (%) של רימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP שאוחסנו בתנאים שונים במהלך 4 חודשי אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.

A-C - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

הצטברות אצטאלדהיד ואתנול בפרי המאוחסן

במהלך האחסון-הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד נבדקה בתדירות זו שבועית במהלך אחסון הרימונים שהיו בתנאי אווירה שונים (איור 10א, 10ב). מעניין לציין שבדומה לשנים קודמות, ביום הקטיפ נמצאו בפרי אתנול ואצטאלדהיד בריכוזים נמוכים עוד בטרם האחסון, ויתכן שאלו עשויים להעיד על מצב הבשלת הפרי. טיפול ב-1-MCP כמעט ולא השפיע על הצטברות הנדיפים ביחס לפרי הבקורת מאותם תנאי אחסון. הצטברות הנדיפים הרבה ביותר היתה ברימונים שאוחסנו בריכוזי החמצן הנמוכים ביותר ו-CO₂ גבוה (CA-2%O₂, 5%CO₂) והיו בתנאים הקרובים ביותר לאנארוביים יחסית ליתר תנאי האחסון. ביתר תנאי האחסון הצטברות הנדיפים היתה נמוכה יחסית ודומה בכל משך האחסון ורק לאחר כ-12 שבועות באחסון החלה עליה מסויימת בריכוזם. כלומר, שבאחסון רימונים בריכוז חמצן בטווח בין 10 ל-21% לערך, לא היו הבדלים בהצטברות הנדיפים ועל כן בטווח זה פוחת הסיכון לפגיעה בטעם הפרי אף בשילוב של CO₂ בריכוז של כ-5%, כפי שמתקבל בתנאי האוויר המבוקר המקובלים (CA-2%O₂, 5%CO₂).

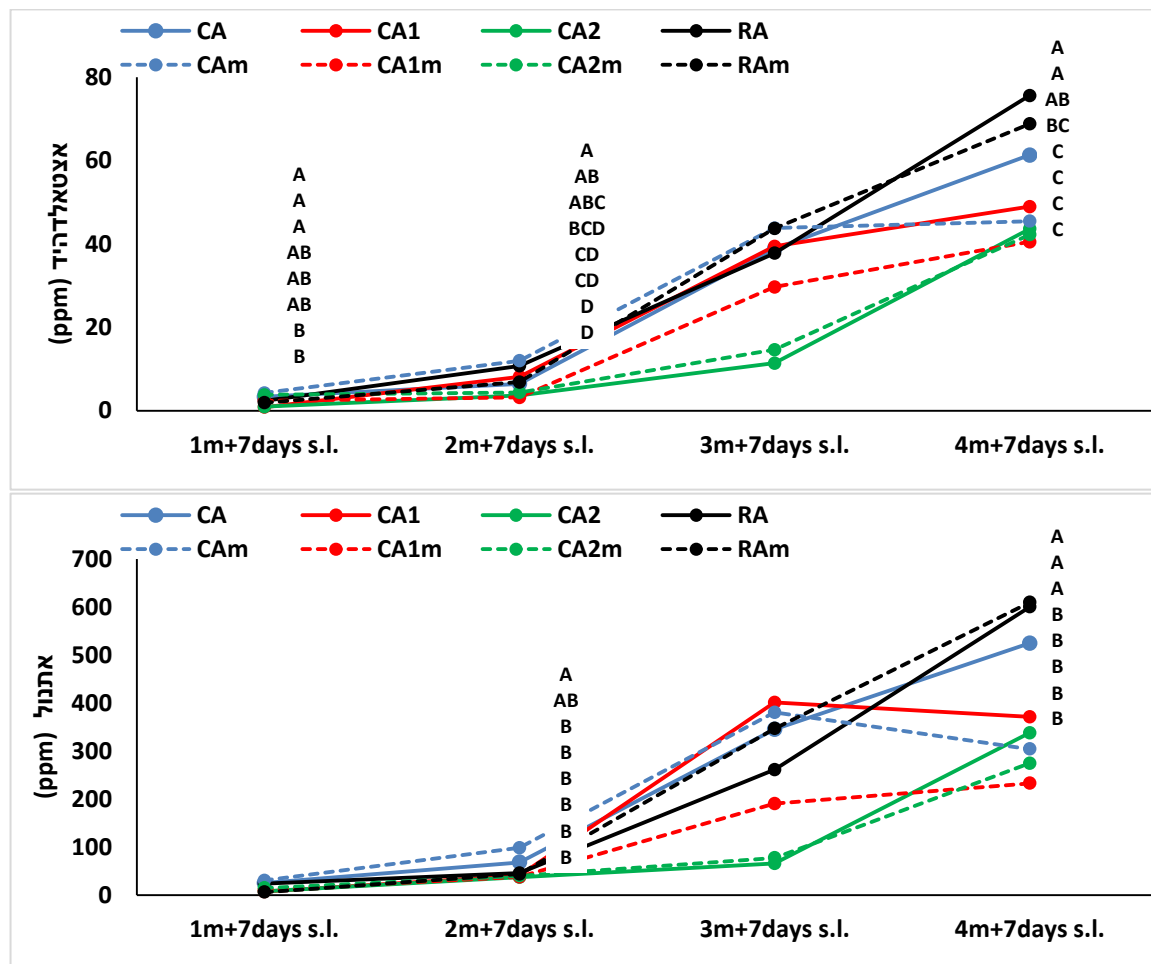


איור 10: א. אצטאלדהיד (ppm). ב. אתנול (ppm) במיץ מרימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP שאוחסנו בתנאים שונים במעקב דו שבועי במהלך 16 שבועות באחסון. A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 5%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

בתום חיי מדף-אצטאלדהיד ואתנול נבדקו במיץ שנשחט מהפרי בתום שבוע חיי מדף ב-20°C במהלך האחסון (איור 11א, 11ב). הסיבה לכך היא שצפוי שריכוזם יפחת בחיי מדף עקב התנדפותם וכמו כן אלו עלולים להשפיע על חישת טעמי לוואי בפרי. נראה שברימונים שאוחסנו בתנאים CA2-10%O₂, 2%CO₂ ייצור האתנול והאצטאלדהיד היה נמוך יחסית ליתר תנאי האחסון עד ל-12 שבועות, אם כי לא במובהק וזאת בהתאם למגמה שנמצאה במיץ הפרי שנבדק בתדירות דו שבועית (איור 10א, 10ב). מעניין שריכוז הנדיפים הגבוה ביותר בתום חיי מדף נמצא ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל, RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂ ובמובהק ממרבית התנאים בתום 16 שבועות אחסון. ממצא זה אינו צפוי כיוון שבתנאים עתירי חמצן הפרי אינו אמור לייצר את הנדיפים האלו הסיבה לכך אינה ברורה, ויתכן שבשלב זה קיימים תהליכי ייצור של אתנול ואצטאלדהיד בתנאים אירוביים או שהחלו תהליכי תסיסה כתוצאה מהתחלה של תהליכי רקבון בפרי עוד בטרם אפשר להבחין בהם ויזואלית.

לסיכום, נראה שבאחסון של רימונים בתנאים $CA2-10\%O_2, 2\%CO_2$ היתה הצטברות איטית יחסית של הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד בפרי יחסית ליתר התנאים שנבחנו בעבודה זו. ההבדלים נראו בעיקר בין השבוע ה-8 ל-12 באחסון, אך הצטמצמו לאחר מכן וראוי לבחון מהי הסיבה לכך והאם ניתן לעכב זאת.



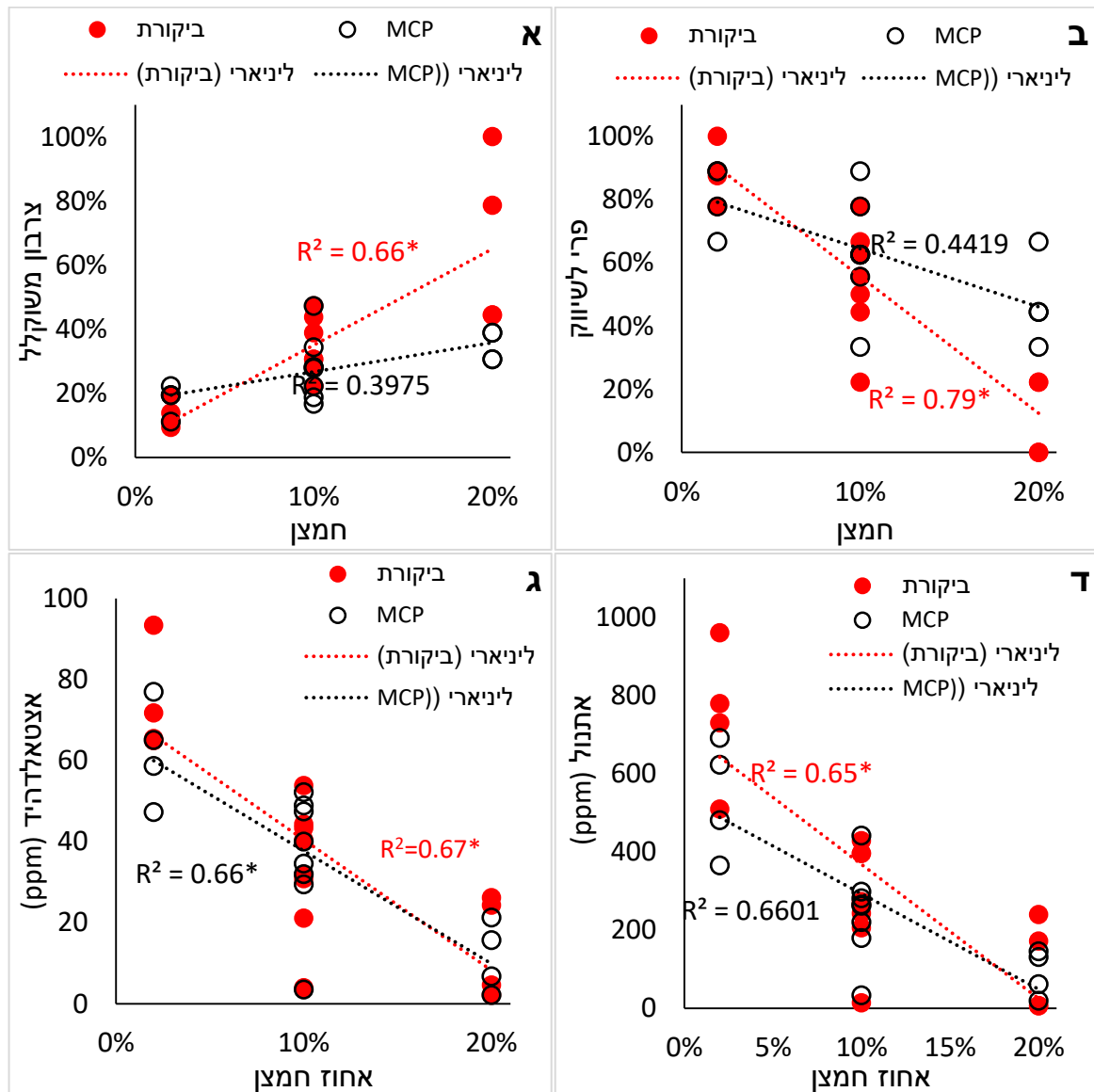
איור 11: א. אצטאלדהיד (ppm) ב. אתנול (ppm) במיץ מרימונים עם (m) או ללא טיפול ב-1-MCP שאוחסנו בתנאים שונים בהוצאה מאחסון + 7 ימים חיי מדף ב- $20^{\circ}C$.
A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).
 $CA-2\%O_2, 5\%CO_2$; $CA1-10\%O_2, 5\%CO_2$; $CA2-10\%O_2, 2\%CO_2$; $RA-20.9\%O_2, 0.04\%CO_2$

מתאמים בין אתנול ואצטאלדהיד במיץ לתכונות הרימונים-

במטרה לבחון את השפעת ריכוז החמצן והטיפול ב-1-MCP על תכונות הפרי אוחדו נתונים של הרימונים שאוחסנו ב-10% חמצן ($CA1, CA2$), ובנפרד עבור פרי בקורת ומטופל ב-1-MCP (איור 12).

צרבון משוקלל ופרי לשיווק- בפירות הבקורת ניתן היה מתאם חיובי וגבוה בין ריכוז החמצן באחסון להתפתחות הצרבון (% משוקלל) אך לא בפירות שטופלו ב-1-MCP (איור 12א). כלומר, הצרבון בפרי גבר ככל שריכוז החמצן באחסון היה גבוה, אולם בטיפול ב-1-MCP, לא נמצאה התאמה זו כיוון שהטיפול עיכב נזק זה גם בריכוזי חמצן גבוהים (איור 1). בהתאמה דומה לכך היו מתאמי אחוזי הפרי לשיווק שהושפעו מנזקי הצרבון (איור 12ב).

אתנול ואצטאלדהיד- כצפוי, נמצא מתאם שלילי בין ריכוזי החמצן באחסון לבין ריכוזי האתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי (איור 12ג, ד). כלומר, ככל שריכוזי החמצן היו נמוכים כך תנאי האחסון היו יותר אנארוביים והובילו ליצירה של יותר אתנול ואצטאלדהיד שעלולים לגרום לטעמי לוואי ופגיעה באיכות הפרי והטיפול ב-MCP-1 לא השפיע על כך.



איור 12: א. צרבון משוקלל (%), ב. פרי לשיווק (%), ג. אצטאלדהיד (ppm), ד. אתנול (ppm) בהתאמה לאחוזי החמצן באחסון עבור רימוני בקורת ואלו המטופלים ב-MCP-1 בנפרד. * מציינת רגרסייה מובהקת ($p < 0.05$)

ניתוח PCA-

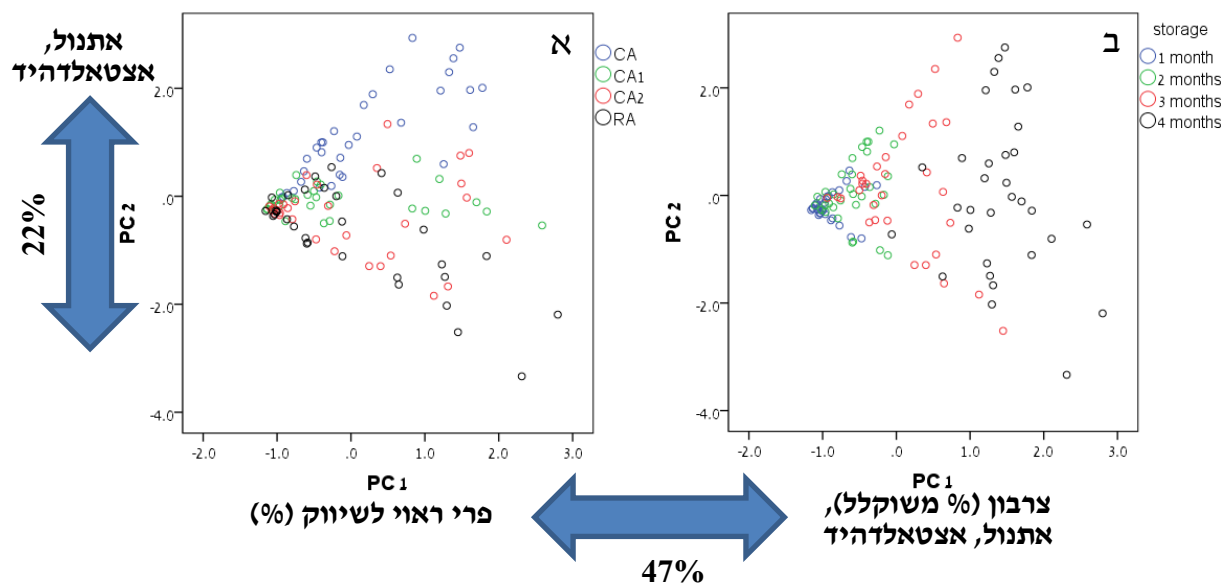
בהוצאה מאחסון- השינוי בציר X שהסביר 47% מהשונות הושפע בכיוון החיובי בעיקר מהגורמים צרבון (%) (משוקלל) אתנול ואצטאלדהיד ובכיוון השלילי מאחוזי הפרי הראוי לשיווק. ההפרדה בציר Y הסבירה 22% מהשונות והושפעה בעיקר בכיוון החיובי מאתנול ואצטאלדהיד (איור 13א). על פי ניתוח זה ההפרדה הטובה יותר היתה בין משכי האחסון שנראתה בציר X כמעט ללא הבדל בין מדגמי הפרי בשני חודשי האחסון הראשונים אך מדגמי החודש השלישי והרביעי נפרדו מהם בדירוג עם הארכת האחסון. בין תנאי האחסון נראתה הפרדה דווקא בציר Y בו מדגמי רימונים שאוחסנו באוויר רגיל RA הופרדו לכיוון השלילי

מיתר המדגמים ואלו שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA) הופרדו לכיוון החיובי. כצפוי, מדגמי הרימונים שאוחסנו בתנאי אוויר מבוקר פחות מחמירים, $2\%CO_2$, $10\%O_2$ CA2, הופרדו בדומה לתנאי RA יחסית לתנאים המחמירים מכך $5\%CO_2$, $10\%O_2$ CA1 ומכאן שלריכוז ה- CO_2 באחסון תתכן השפעה על איכות הרימון כאשר ריכוזי החמצן 10%.

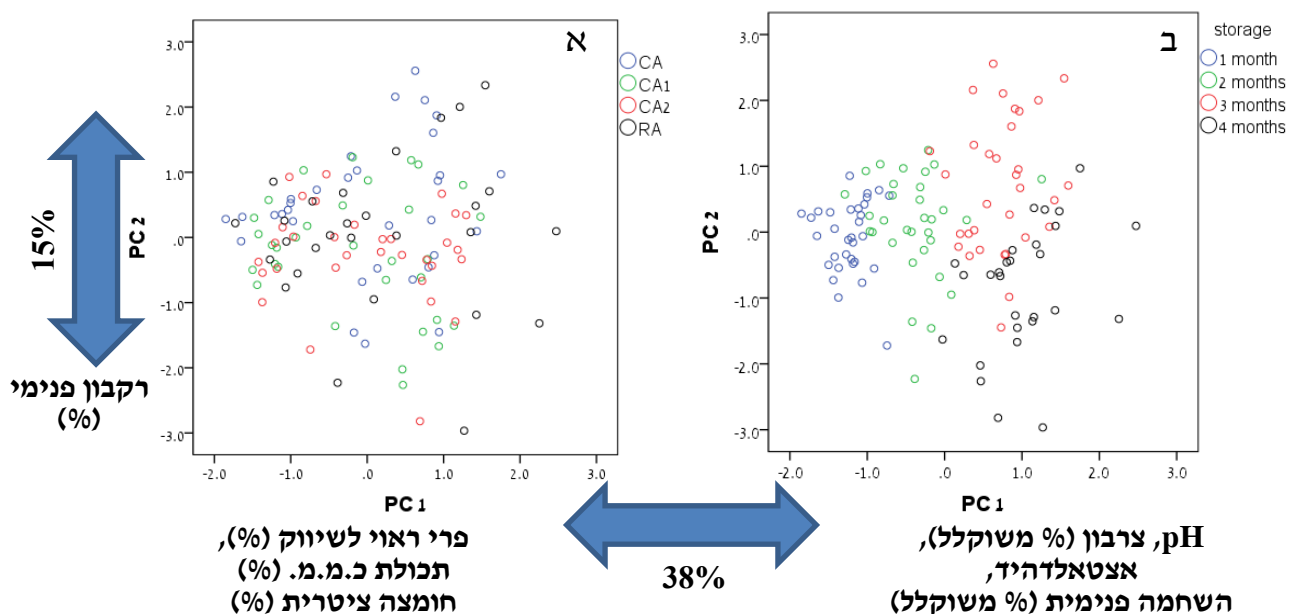
בחיי מדף- השינוי בציר X שהסביר 38% מהשונות הושפע בעיקר בכיוון החיובי מהגורמים pH, צרבו (%) (משוקלל), אצטאלדהיד, השחמה פנימית (%) (משוקלל), ובכיוון השלילי מהגורמים פרי ראוי לשיווק (%), תכולת כ.מ.מ. וחומצה ציטרית (איור 14). ציר Y הסביר 15% מהשונות הושפע רק בכיוון השלילי מהגורם רקבון פנימי (%). הפרדה בחיי מדף נמצאה בהשפעת משך האחסון בציר X, בעיקר וככל שהאחסון התארך כך ההפרדה היתה לכיוון החיובי כמעט ללא הבדל לאחר 3 חודשי אחסון, בעוד שהפרדה בין 3 ל-4 חודשי אחסון נמצאה בעיקר בציר Y כך שלאחר 4 חודשי אחסון נמצאו יותר מדגמי פרי עם רקבון פנימי. אולם, לא נראתה הפרדה ברורה בין המדגמים בהשפעת תנאי האחסון, בשונה מאשר נמצא בהוצאה מאחסון, ומכאן שההבדלים הטשטשו בשלב זה. ממצא זה חוזר על עצמו במשך שתי עונות ניסוי לפחות.

לסיכום תוצאות הניתוח ב-PCA עולה שניתן היה להבדיל בין הרימונים מתנאי האחסון השונים בהוצאה מאחסון אך הבדלים אלו הטשטשו בחיי מדף. נראה שלא נתגלו ולאצטאלדהיד השפעה בעיקר באחסון ופחות בחיי מדף. זו שנה שניה לפיה אחסון רימונים בטווח ריכוזי חמצן של 2-10% אינם גורמים להבדלים משמעותיים על איכות הרימונים ובמיוחד בחיי מדף.

בהוצאה מאחסון:



איור 13: המשתנים העיקריים על פי ניתוח PCA שהבדילו בין פירות בהוצאה מאחסון א. מתנאי אחסון שונים ב. ממשכי אחסון שונים. כל נקודה באיור מתארת את אחת הדגימות מהניסוי (תיבת פרי). בסמון לצירים מצוינים אחוזי השונות המוסברת על ידי הציר.



איור 14: המשתנים העיקריים על פי ניתוח PCA שהבדילו בין פירות בהוצאה מאחסון א. מתנאי אחסון שונים ב. ממשכי אחסון שונים. כל נקודה באיור מתארת את אחת הדגימות מהניסוי (תיבת פרי). בסמוך לצירים מצוינים אחוזי השונות המוסברת על ידי הציר.

סיכום ומסקנות

בעונה הקודמת (2015) הממצאים העיקריים היו שרימונים שאוחסנו בריכוזי חמצן בין 2% ל-10% לא נבדלו באיכותם החיצונית והפנימית, על אף שהיו הבדלים בנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי. כלומר, יתכן שניתן לאחסן את הרימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל, מבלי לפגוע באיכותם, הודות להפחתת הסיכויים לתנאים אנארוביים והצטברות נדיפים.

מטרת הניסוי בעונה זו, 2016, היתה לחזור ולבחון את השפעת האחסון בריכוזי חמצן של 10% בשילוב עם ריכוזי CO_2 שונים (2% או 5%) על איכות הפרי. היו שתי ביקורות: האחת רימונים שאוחסנו בתנאי אוויר רגיל (RA) והשניה כאלו שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA) (חומרים ושיטות). בנוסף לכך, נבחן שילוב עם טיפול ב-1-MCP כדי לפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון בהם צרבו בקליפה וגרגרים חומים.

להלן סיכום הממצאים העיקריים:

איכות חיצונית - עם התארכות האחסון ובמיוחד בחודש הרביעי, גברו נזקי קליפה מצרבו ובמיוחד ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל (RA) כשבמקביל פחתו אחוזי הפרי הראוי לשיווק. לקבלת אחוזים גבוהים של פרי הראוי לשיווק פרי רצוי לאחסן בחמצן בטווח של 2%-10% עם CO_2 בטווחים של 2%-5% ובשילוב עם 1-MCP ניתן אף לשפר זאת הודות לעיכוב הצרבו. השפעה מובהקת של ה-1-MCP נמצאה ברימונים שאוחסנו באוויר רגיל (RA) ועל כן נראה שטיפול זה יתרום לאיכות הפרי שמאוחסן בריכוזי חמצן גבוהים.

איכות פנימית - השחמת המחיצות החמירה ככל שהאחסון התארך ובמיוחד בין החודש השני לשלישי בפירות שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA) אך ללא הבדל מובהק מיתר תנאי האחסון. אולם, כשהפרי

אוחסן באוויר מבוקר עם 10% CO_2 (CA1, CA2) נמצא יותר פרי עם איכות פנימית הראויה לשיווק במובהק מאלו שאוחסנו כמקובל ב-CA (CO_2 2% (איור 5). ממצא זה בהתאמה לממצאי השנה הקודמת ויתכן שהפגיעה באיכות הפנימית היא תוצאה מנזק צינה שמושפע מאתנול ואצטאלדהיד שנוצרים במהלך הנשימה האנארובית בריכוזי חמצן נמוכים. ככלל, לטיפול ב-1-MCP לא היתה השפעה מובהקת על נזקי השחמה פנימית ועל אחוזי הפרי עם ציפה הראויה לשיווק.

השפעות נוספות מגמתיות של תנאי האחסון או 1-MCP :

צבע הקליפה- נראה שבפרי שטופל ב-1-MCP היה עיכוב באיבוד הפיגמנט האדום בקליפה, אולם הבדל זה לא בא לידי ביטוי בהערכת הצבע האדום של הקליפה באמצעות ה-Amilon (איור 4).

גרגר חום- שיעורים גבוהים של פרי עם גרגרים חומים נמצא בפרי שאוחסן באוויר רגיל (RA) וזאת בהתאמה למגמה שנראתה בשנים קודמות, אולם בניסוי זה אלו נמצאו גם בפרי מ-CA1 בו התנאים האנארוביים היו הפחות מחמירים (איור 6).

$O.D.520nm$ (אנטוציאנינים)- ההבדל הניכר ביותר נמצא ב- $O.D.520nm$ בין פרי שאוחסן באוויר רגיל (RA) לפרי שאוחסן באוויר מבוקר המקובל (CA) בעוד שבאחסון באוויר מבוקר עם 10% חמצן אין פגיעה משמעותית באלו ועל כן צפויה פגיעה פחותה באיכותו הוויזואלית של גרגר הפרי והמיץ (איור 6).

הערכה אורגנולפטית- ככלל, לא נמצאו השפעות מובהקות של תנאי האחסון או הטיפול ב-1-MCP על איכותו האורגנולפטית של הגרגר ומראהו. מעניין שעל אף שנמצאו אתנול ואצטאלדהיד בגרגר הפרי הטועמים לא נתנו הערכה גבוהה לטעמי לוואי ויתכן שלריכוזים אלו אין פגיעה בטעם הפרי (איור 8).
הצטברות של אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי- הצטברות הנדיפים הרבה ביותר היתה ברימונים שאוחסנו בריכוזי החמצן הנמוכים ביותר ו- CO_2 גבוה ($\text{CA}-2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$) שהיו הקרובים ביותר לאנארוביים יחסית ליתר תנאי האחסון (איור 10), ואילו טיפול ב-1-MCP כמעט ולא השפיע על הצטברות הנדיפים ביחס לפרי הבקורת מאותם תנאי אחסון. בחיי מדף נמצא שברימונים מתנאים $\text{CA2}-10\%\text{O}_2$, $2\%\text{CO}_2$ היתה הצטברות איטית יחסית של הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד בפרי יחסית ליתר התנאים ובעיקר בין השבוע ה-8 ל-12 באחסון (איור 11).

השפעת ריכוז החמצן על איכות הפרי :

גרגרסיה בין ריכוז החמצן באחסון לאיכות הפרי ולריכוזי הנדיפים, עבור פרי ביקורת ומטופל ב-1-MCP, העלתה שבפרי הבקורת יש קשר חיובי בין ריכוז החמצן לצרבון ושלילי לאחוזי הפרי הראוי לשיווק. לעומת זאת, עוצמת קשר זה פחותה עבור פרי שטופל ב-1-MCP ומכאן שטיפול בפרי יכול להפחית את השפעת החמצן על הצרבון ועל אחוזי הפרי הראוי לשיווק. מאידך, מתאם גבוה ושלילי בין ריכוז החמצן לנדיפים אתנול ואצטאלדהיד לא הושפע מהטיפול ב-1-MCP.

לסיכום, סך ההשפעות של אחסון רימונים בריכוזי חמצן של כ-10% היטיב עם איכויותיהם החיצוניות והפנימיות מאלו שאוחסנו באוויר רגיל (RA , $20.9\%\text{O}_2$) או באוויר מבוקר (CA , $2\%\text{O}_2$). מניסוי זה לא ניתן ליחס השפעה מיטיבה או מזיקה על איכות הפרי לריכוז ה- CO_2 באווירת האחסון על אף שנמצאו הבדלים בהצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי. השפעת הטיפול ב-1-MCP בתנאים אלו לא פגעה באיכות הפרי ולעיתים אף היטיבה. ממצאי שנה זו מחזקים את הנחתנו שניתן לאחסן רימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל, מבלי לפגוע באיכותם, הודות להפחתת הסיכויים לתנאים אנארוביים

והצטברות נדיפים. עדיין באחסון הרימונים למשך ארבעה חודשים באוויר מבוקר האיכות אינה מספקת גם מבחינת טעם הפרי.

הצעות להמשך המחקר-

1. לבחון את האחסון של הרימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל בערכי ביניים בין 2% ל-10%. זאת בשילוב עם CO_2 שונים בכדי לבחון את השפעתם על איכות הפרי.
2. לשלב טיפול ב-1-MCP כדי לפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון בהם צרבון.
3. לבחון את השפעת איקלום הפרי לתנאי אוויר רגיל מאוויר מבוקר כשבוע טרם הוצאתו מאחסון במטרה לצמצם את "הטראומה" שחוהה הפרי.
4. לבחון אחסון בשקיות אווירה מתואמת שיאפשרו תנאים דומים לאלו שמוצעים לעיל.

<u>מראה פנימי</u>		<u>מראה חיצוני</u>		
<u>1-MCP</u>	<u>Control</u>	<u>1-MCP</u>	<u>Control</u>	
				CA $2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$
				CA1 $10\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$
				CA2 $10\%\text{O}_2$, $2\%\text{CO}_2$
				RA $20.9\%\text{O}_2$, $0.04\%\text{CO}_2$

תמונה 1: מראה חיצוני ופנימי של רימוני וונדרפול ממשטרי אחסון שונים בתום 3 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף ב- 20°C .

2. מניעת סדקים ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס מטע בסופרלון.

בשיתוף חברת מרחב אגרו בע"מ

בניסוי ראשוני בשנת 2013 נצפתה מגמה לפיה ריסוס בתכשיר סופרלון בשני מינונים ובשלושה מועדים (החל משבועיים לאחר גלי הפריחה) צמצם את הסדקים בקליפה. נראה שהריסוס השפיע במידה מסוימת על חספוס הקליפה, אך ללא השפעה מובהקת על הפחתת חומרתו. אמנם לא נמצאה השפעה מובהקת של התכשיר על חספוס קליפת הפרי, אך כיוון שביישום חומרי צמיחה קיימת חשיבות רבה לעיתוי היישום מבחינה פיזיולוגית ולמינון התכשיר הוחלט לבחון בשנה שניה (2014) את השפעת ריסוס הסופרלון בשלושה ריכוזים, בתדירות דו שבועית החל מגל הפריחה הראשון עד ראשית יולי, ולאחר מכן בתדירות חודשית בארבעה אזורי גידול שונים. תוצאותיו העיקריות של ניסוי זה היו בהפחתת הפירות הסדוקים והרקובים ביום הקטיפה ללא פגיעה בכמות היבול ובאיכותו. בנוסף לכך בפרי שנדגם ואוחסן נמצאה השפעה מסוימת על הגברת הרגישות לצרבון בחלק מהריכוזים אך לא בפרי שרוסס ב-0.1%. השפעה קלה היתה גם על האדמת צבע הגרגר בפרי המטופל. חסרון של הריסוס היה בגרימת נזק פיטוטוקסי לקליפת הפרי והאטת צבירת הצבע האדום במיוחד בנקודה בה התנקז התכשיר כפי הנראה עקב ריסוס התכשיר עד לנגירה. בעונת 2015 הוחלט לחזור ולבחון את השפעתו של התכשיר במינון יחיד של 0.1% בו הפגיעה בקליפה היתה מועטה ביותר ולערוך 1-3 ריסוסים במספר עיתויים במהלך התפתחות הפרי וכן לבחון את השפעת התכשיר על כושר השתמרות הפרי. הממצאים העיקריים היו שריסוס בסופרלון היטיב עם איכותו של הפרי ביום הקטיפה בהפחתת אחוזי הפירות הסדוקים והרקובים והודות לכך גדל חלקו של הפרי הראוי לשיווק ואיכותו באחסון היתה גבוהה. אולם, התכשיר עיכב במידה מסוימת את האדמת הקליפה ואף נמצאה פגיעה פיטוטוקסית גם בריסוס יחיד ב-0.1%. לכן, בשנת הניסויים הזו נבחן האם יתרונותיו של התכשיר יושגו גם בהפחתת הריכוז של התכשיר ל-0.05% ללא עיכוב בהתפתחות הצבע האדום של הקליפה. כמו כן נבחן אם תמנע פגיעה פיטוטוקסית בקליפת הפרי באמצעות מרסס מפוח ע"י כיסוי דק של הפרי בתכשיר ללא נגירה.

מטרת הניסוי

מניעת סדקים ורקבונות ברימוני וונדרפול באמצעות משטרים וריכוזים שונים של ריסוס סופרלון במטע.

מניעת פיטוטוקסיות לקליפת הפרי בריסוס התכשיר באמצעות מרסס מפוח.

חומרים ושיטות

הריסוס - אנשי חברת "מרחב אגרו" ריססו עצי רימוני 'וונדרפול' בתכשיר סופרלון במשטרי ריסוס שונים במטעי איילת השחר ובעין עירון (טבלה 1) במטעי רימונים מהזן 'וונדרפול' ניסוי בבלוקים באקראי וב-6 חזרות לכל אחד מהטיפולים הבאים:

1. **ביקורת** - ללא ריסוס.
 2. **4w, -0.05%** ריסוס 0.05% (10 ח"מ ח.פ.) כחודש לפני קטיף.
 3. **2w, -0.05%** ריסוס י 0.05% (10 ח"מ ח.פ.) שבועיים לפני קטיף.
 4. **4w&-2w, -0.05%** טיפולים 2+3 (ריסוס 0.05% כחודש + כשבועיים לפני קטיף).
 5. **4w, -0.1%** ריסוס יחיד 0.1% (20 ח"מ ח.פ.) כחודש לפני קטיף.
- הריסוס נערך בעין עירון (איציק שור ואלון ממרחב אגרו) באמצעות מרסס מפוח ליצירת טיפה קטנה במטרה לכסות את הפרי תוך הימנעות מנגירה (תמונה 1). במטע איילת השחר הריסוס נערך באמצעות מרסס רובים תוך צמצום פתח הדיזה לקבלת טיפה בנפח הקטן ביותר שניתן (עופר לוי ממרחב אגרו). מועדי הריסוסים וקטיף הפרי נערכו על פי טבלה א' ובתוספת המשטח טריטון X-100 בריכוז 0.025%.

טבלה 1: מועדי ריסוס בסופרלון

הטיפול	מטע איילת השחר	מטע עין עירון
ריסוס כחודש לפני קטיף	15.9.16	15.9.16
ריסוס כשבועיים טרם קטיף	1.10.16	1.10.16
קטיף	16.10.2016	18.10.2016

קטיף הפרי - בכל מטע נקטפה תיבת פרי מכל עץ ובה 12 פירות (6 מכל מפנה) ו-4 פירות נוספים נדגמו לבדיקות קטיף (2 מכל מפנה). נקטפו פירות תקינים שאינם רקובים. לא נעשתה סלקציה על פי ההסתדקות. במטע הוערכה ויזואלית מידת הפיטוטוקסיות של התכשיר בטיפולים השונים ע"י נציג המעבדה ונציגי חברת מרחב אגרו (תמונה 2).

בדיקות הפרי בקטיף - איכותם החיצונית של כל הפירות נבדקה והוערכה בהם חומרת הסדקים על פי המפתח הבא: 0 - ללא סדקים, 1 - סדק קטן מאוד, 2 - סדק בינוני, 3 - סדק גדול ואם יש יותר מסדק אחד, 4 - סדק עמוק שניתן לראות דרכו את הגרגרים. בדיקות הבשלה כללו הערכה של אחוז הכיסוי האדום בקליפה, הפירות נחצו והוערך בהם צבע הגרגר בסקלה בין 1 - גרגר לבן ועד 5 - גרגר אדום כהה, ובתערובת מיץ שנשחטה מארבעת הפירות נבדקו תכולת הכ.מ.מ. (%) באמצעות רפרקטומטר, תכולת החומצה הציטרית (%) ו-pH באמצעות טיטור אוטומטי.

אחסון הפרי - תיבות הפרי קוררו בתא ל-7°C ולאחר 48 שעות נעטף בשקית LDPE בעובי 40 מיקרון ובה חורי מאקרו לשמירה על לחות הפרי במהלך האחסון. הפרי לא נטבל בקוטלי פטריות במטרה לבחון האם לטיפולים יש השפעה על התפתחות או מניעת רקבונות בפרי. הפרי אוחסן למשך 3 חודשים בתנאי אוויר רגיל ב-7°C.

אחסון הפרי ובדיקות איכות - בהוצאה מאחסון נערך מיון של כל הפרי לאיכותו החיצונית בדומה למיון בקטיף: סדקים דורגו, רקבונות נרשמו בנפרד במידה והתפתחו על סדקים ואופיין הגורם לרקבון. לאחר

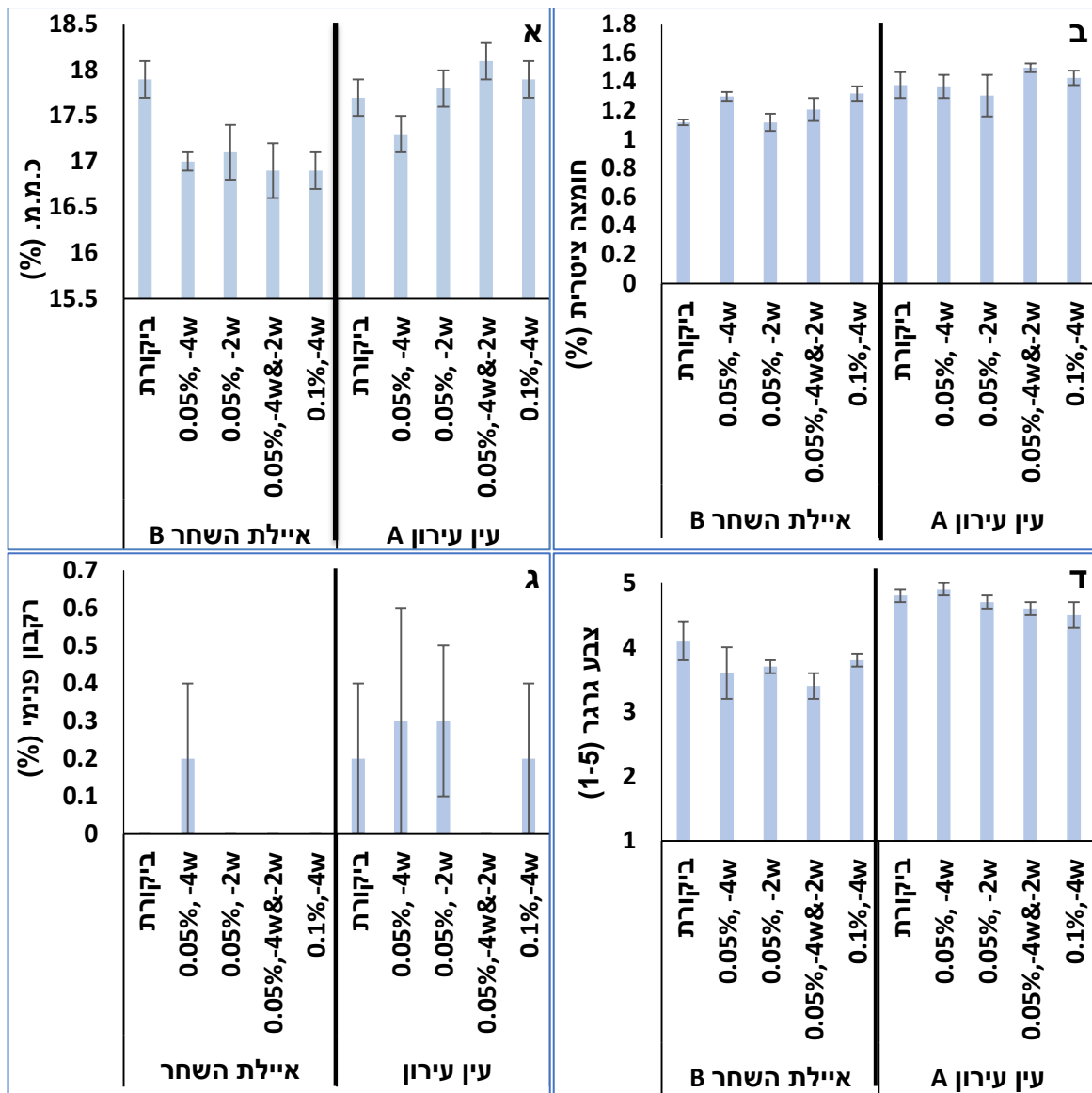
שבוע חיי מדף נערך מיון בשנית. לאחר המיון הפירות נחצו ונרשמו מקרי רקבון פנימי. בפירות תקינים הוערך צבע הגרגר ונבדקו תכונות המיץ שנשחט מ-5 פירות מכל חזרה בדומה לבדיקה בקטיפ. סטטיסטיקה- השפעת טיפולי הריסוס נבדקה במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנקן). ההבדלים בין המטעים נבדקו במבחני t.

תוצאות ודיון:

מצב הפרי בקטיפ: תכונות הפרי מוצגות בנפרד עבור כל מטע כיוון שנמצאו הבדלים ביניהם.

מצבו החיצוני של הפרי בקטיפ-

- סדקים בקליפה- ביום הקטיפ נמצאו יותר פירות סדוקים (% משוקלל) במטע עין עירון יחסית לאלו מאיילת השחר (איור 1). כל ריסוסי הסופרלון עיכבו במובהק את סידוק הפרי במטע עין עירון ומגמה דומה נראתה במרבית הטיפולים בפרי מאיילת השחר (לא מובהק).
- אחוז כיסוי אדום- נראה שריסוס בסופרלון עיכב את התפתחות הגוון האדום בפירות מאיילת השחר ובמיוחד בריסוס במינון הכפול (0.1%, -4w) או בעת שניתנו 2 ריסוסים (0.05%, -4w&-2w) (איור 1b). מאידך, בפרי מעין עירון היה אחוז כיסוי גבוה במובהק בפרי שרוסס שבועיים מקטיפ בסופרלון 0.05% (-2w, 0.05%). כלומר, לא נמצאה מגמה אחידה בהשפעת הסופרלון על צבע הקליפה אך ריסוס בריכוז גבוה (0.1%, -4w) עיכב את התפתחותו.
- פרי לשיווק בקטיפ- אחוזי הפרי הראוי לשיווק ביום הקטיפ היו גבוהים במובהק במטע איילת השחר (מעל ל-90%) מאשר במטע עין עירון (מעל ל-85%) (איור 1g) בו היו בבקורת אחוזי פרי לשיווק נמוכים מ-70% וזאת עקב אחוזים גבוהים של פרי סדוק.



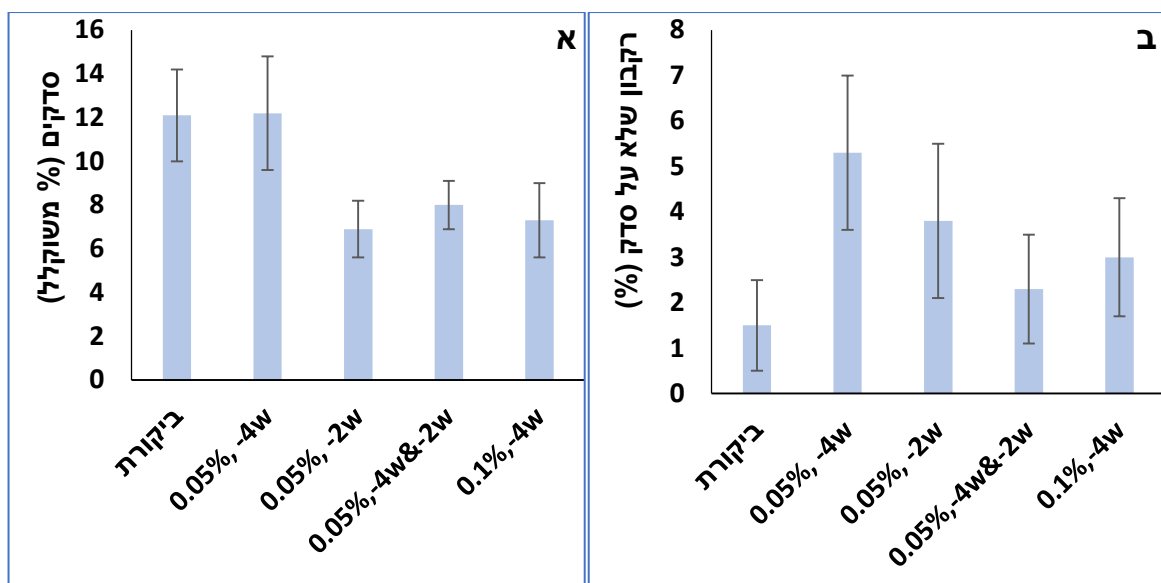
איור 2: א. אחוז הכ.מ.מ., ב. אחוז החומצה הצטרית, ג. אחוז הפרי עם רקבון פנימי, ד. מדד לצבע הגרגר (1-5) (ממוצעים $\pm$ ש.ת.) ביום הקטיף בהשפעת משטרי ריסוס של סופרלון ברימוני וונדרפול במטעים שונים (A-B, $n=6$). - להבדלים מובהקים בין מטעים ($p < 0.05$).

איכותו של הפרי בתום האחסון:

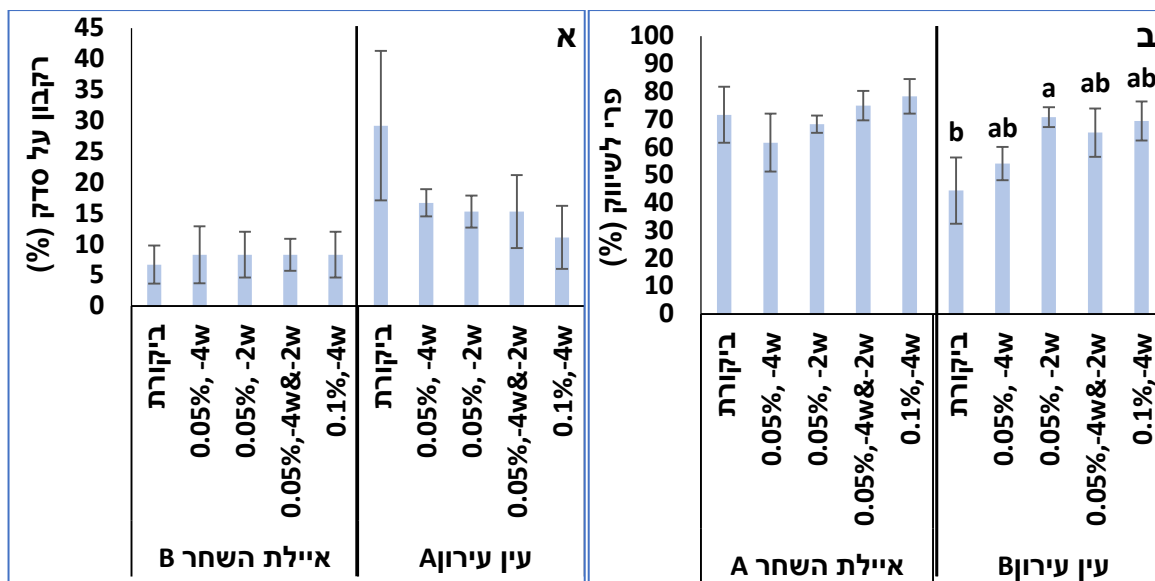
תוצאות שני המטעים אוחדו כאשר לרסוסי הסופרלון נמצאה השפעה דומה על איכויות הפרי המאוחסן בשני המטעים וללא השפעות גומלין בין הטיפול למטע (איורים 3א, 3ב). אחוז הסדקים (משוקלל) לא נבדל באורח מובהק בהשפעת הטיפולים בתום האחסון, אולם נראתה מגמה לפיה היו פחות סדקים בפרי שרוסס שבועיים טרם הקטיפ (0.05%, -2w) או בטיפולים בהם הפרי נחשף לכמות כפולה של התכשיר (0.1%, -4w וכן 0.05%, -4w & -2w) (איור 3א).

רקבונות חיצוניים (שלא על סדקים) נמצאו בשיעורים נמוכים וללא הבדל בין הטיפולים (איור 3ב), אולם בפירות ממטע עין עירון נמצאו יותר רקבונות על הפרי הסדוק בתום האחסון מאשר בפרי מאיילת השחר ללא הבדל מובהק בין הטיפולים (איור 3ג). ממצא זה הינו בהתאמה לשיעור הסדקים בקטיפ שהיה גבוה יותר בפרי מעין עירון (איור 1א) ומצביע על כך שיש חשיבות למניעת סדקים בקטיפ בכדי להפחית רקבונות בפרי המאוחסן. חיזוק לכך נראה בפרי הבקורת שלא רוסס כלל בו שיעור הסדקים הממוצע היה גבוה בקטיפ ובהתאמה לכך שיעור הרקבונות הממוצע על סדקים בתום האחסון.

פרי לשיווק- אחוז הפרי לשיווק בתום האחסון במטע איילת השחר היה גבוה יותר (איור 3ד) וזאת כיוון שבפרי זה היו פחות סדקים ורקבונות על סדקים יחסית לפרי מעין עירון (איור 1ד).



איור 3: א. אחוז הסדקים (משוקלל), ב. ואחוז הפירות הרקובים (רקבונות שלא על סדק) (ממוצעים $\pm$ ש.ת.) בהוצאה משלושה חודשי אחסון באוויר רגיל בהשפעת משטר ריסוסי סופרלון ברימוני וונדרפול באיחוד מדגמי המטעים ($n=12$). לא היו הבדלים מובהקים ($p<0.05$).



איור 4: א. % הפירות עם רקבונות על סדקים ב. % הפרי לשיווק (ממוצעים $\pm$ ש.ת.). בהוצאה משלושה חודשי אחסון באוויר רגיל בהשפעת משטרי ריסוס סופרלון ברימוני וונדרפול בכל מטע בנפרד ($n=6$).
 a-b - להבדל מובהק במדד הנבדק בין טיפולים ($p<0.05$).
 A-B - להבדלים מובהקים בין מטעים ($p<0.05$).

פיטוטוקסיות- הריסוס נערך בשני מטעים באופן מעט שונה והשפיע על הפיטוטוקסיות בפרי:

במטע עין עירון הריסוס נערך במפוח גב לקבלת עירפול עם טיפה קטנה במטרה למנוע פיטוטוקסיות (תמונה 1) וכמעט שלא נראו בפרי ממטע זה פגיעות כאלו אלא רק מקרים מועטים מאוד ובעיקר בפרי שרוסס ב-0.1% ובריסוס הכפול (תמונות 2 ו-3). בריסוס זה התקבל כיסוי של הפרי בתכשיר ללא נגירה. במטע איילת השחר נערך ריסוס עם מרסס רובים בו צומצם פתח הדיוזה לקבלת טיפות קטנות ככל האפשר, אולם לא התקבל תרסיס דק והריסוס היה עד לנגירה על הפרי ונמצאה מעט פיטוטוקסיות בטיפולים (תמונות 2 ו-3). מעט מאוד פיטוטוקסיות נמצאה בפרי שרוסס בסופרלון 0.05% שבועיים טרם הקטיף, קצת יותר מכך נמצא בפרי שרוסס כחודש טרם הקטיף וללא הבדל מהפרי שרוסס פעמיים (חודש ושבעיים טרם הקטיף). הכי הרבה פיטוטוקסיות נמצאה בפרי שרוסס חודש טרם הקטיף בסופרלון בריכוז 0.1% וכצפוי פרי הבקורת היה נקי.

ממצאים אלו מדגישים את הצורך להמנע מנגירת התכשיר על הפרי. כמו כן, נראה שבריסוס שבועיים טרם הקטיף הפרי עמיד יותר לנזקי קליפה ויתכן שהסיבה לכך היא צבירת האנטוציאנינים בקליפה שמגנים כנגד הצריבה.



תמונה 1: ריסוס במפוח גב במטע עין עירון.

איילת השחר			עין עירון			טיפול
						בקורת
						0.05%, -4w
						0.05%, -2w
						0.05%, -4w & -2w
						0.1%, -4w

תמונה 2: מראה הפרי משני המטעים ומכל טיפול לאחר 3 חודשי אחסון באוויר רגיל ושבוע חיי מדף ב-20°C.

סיכום ודיון

בשנים קודמות מצאנו שהודות לריסוס הסופרלון נמצאו פחות סדקים בקליפת הפרי וכמו כן התפתחו פחות רקבונות. כמו כן, הריסוס בתכשיר לא פגם בכושר השתמרותו ובאיכותו של הפרי המאוחסן.

בעונה זו בחנו יישום של סופרלון בריכוז נמוך (0.05%) מאשר נמדד בעבר (0.1%) ובמועד אחד או שניים כך שתתקבל השפעתו המיטיבה של התכשיר על הפרי בקטיף ובאחסון. כמו כן נבדקה אם ניתן להמנע מפגיעה פיטוטוקסית ע"י ריסוס עם מרסס מפוח שיוצר טיפה קטנה תוך הימנעות מנגירה. להלן ממצאים הממצאים העיקריים מניסוי זה:

הסתדקות הקליפה- בבדיקה ביום הקטיף נמצא שכל ריסוס הסופרלון עיכבו במובהק את הסידוק בפרי משני המטעים ובמטע עין עירון אף במובהק (איור 1א). כלומר, הפחתת ריכוז התכשיר לחצי (0.05%) וריסוסו שבועיים טרם הקטיף הפחית את סידוקו הפרי וללא פגיעה בהתפתחות הצבע האדום של הקליפה (איור 1ב).

רקבונות באחסון- בפרי שרוסס בסופרלון היתה הפחתה במקרי הרקבון על גבי סדקים בקליפה בתום האחסון, אם כי השפעה זו לא היתה מובהקת (איור 4א). שיעור הרקבונות על סדקים בפרי מעין עירון היה גבוה מאשר בפרי מאיילת השחר זאת בהתאמה לשיעור הסדקים בקטיף שהיה גבוה יותר בפרי מעין עירון (איור 1א). כלומר, בצמצום סדקי קליפה בקטיף עשויים לצמצם את התפתחות הרקבונות באחסון ולכך חשיבות רבה בשמירה על אחוזים גבוהים של פרי לשיווק (איור 1ג, 4ב). יש לציין שעונת 2016 אופיינה בשיעור סדקים נמוך יחסית ועל כן השפעת הטיפול בסופרלון היתה קטנה יחסית.

פיטוטוקסיות לפרי- בניסוי זה הומחשה החשיבות של ריסוס עם מפוח שיוצר טיפה זעירה (כמו ערפל) ואשר מאפשר כיסוי של הפרי בתכשיר ללא נגירה. בפרי ממטע עין עירון שרוסס בתכשיר בשיטה זו כמעט ולא נמצאו מקרים של פיטוטוקסיות אלא בריכוזים גבוהים יותר (0.1%) ואף אלו היו מועטים. כלומר, היישום של תכשיר זה צריך להתבצע באמצעות מפוח וללא נגירה על פני הפרי.

לסיכום, ריסוס בסופרלון 0.05% כשבועיים לפני הקטיף באמצעות מפוח יכול לצמצם את סידוק הפרי ולהפחית רקבונות על פני סדקים בפרי המאוחסן תוך שמירה על איכותו וללא פגמים פיטוטוקסיים לקליפה. ממצא זה בהתאמה לממצאי שנים קודמות לפיהן ריסוס סופרלון הפחית את הסתדקות הפרי ואת שיעורי הרקבונות. לריסוס בריכוז זה (0.05%) ישנה משמעות כלכלית כיוון שעלות התכשיר גבוהה יחסית ושימוש בריכוז זה עשוי להיות השקעה משתלמת מבחינת מגדל הפרי.

הצעות להמשך מחקר:

- לבחון את השפעת הריסוס בסופרלון בריכוז נמוך (0.05%) כשבועיים טרם הקטיף באמצעות מרסס מפוח ובקנה מידה גדול על עיכוב סדקים בקליפה והתפתחות רקבונות בפירות שיקטפו למיכלים ויאוחסנו מסחרית בבית הקירור. את הריסוס מומלץ לבצע במטעים רגישים לנזק ובשני איזורים בארץ.
- כבקורת, לבחון ריסוס בנזיל אדנין שמהווה אחד המרכיבים בתכשיר (ללא תוספת גייברלין).

הטיפול	עין עירון	איילת השחר
בקורת		
-0.05%, -4w		
-0.05%, -2w		
-0.05%, -4w & -2w		
-0.1%, -4w		

תמונה 3: פיטוטוקסיות בפרי בהשפעת משטרי ריסוס שונים בסופרלון במטעי הפרי.

3. מניעת רקבונות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוסי מטע

(בשיתוף עם חברת 'לידור')

מבוא

התפתחות של רקבונות באחוזים גדולים ברימונים שאוחסנו בקירור מהווה בעיה מרכזית לענף. מבדיקות בבסיס הכתר ברימון ע"י דר' רון פורת בזני רימון מוקדמים (עכו, שני- יונאי ו-116) בעונת 2009 זוהו נבגי בוטריטיס טרם הקטיפ שכיפה הנראה מתפתחים לרקבונות במהלך האחסון. כפי הנראה, על פני הרימון מצויים נבגי פתוגנים נוספים, אשר מתפתחים לרקבונות במהלך האחסון, שהעיקריים שבהם הינם: פניציליום, אספרגילוס וקוניאלה. כיום מקובל לטבול או לקלח את הרימונים בתכשיר 'סקולר' (חברת כ.צ.ט. אגריקה) המורשה לשימוש ובו החומר הפעיל פלודיאוקסוניל. אולם, טבילת הפרי הינה מסורבלת וגורמת הן לעיכוב בהכנסת הפרי לקירור והן להצטברות של נוזלים בכתר הפרי שעלולים לעודד את התפתחות הפטריות במהלך האחסון ולעיפוש האבקנים. בעבודה זו מוצעת אסטרטגיה חלופית למניעת התפתחותם של רקבונות במהלך האחסון באמצעות ריסוס קוטלי פטריות במטע. הריסוס בקוטלי הפטריות במטע עוד בטרם הקטיפ עשוי לצמצם את העומס המיקרוביאלי על פני הפרי שמגיע מהמטע. יתכן ובשיטה זו ניתן יהיה להימנע מהצורך בטבילת הפרי הקטוף והחסרונות הנלווים לכך.

בשנת הניסויים הראשונה נמצא שריסוסים במטע בתכשירים לונה אקספיריינס ולונה טרנקיליטי עיכבו התפתחות הרקבונות במובהק יחסית לפרי בקורת שלא רוסס כלל, ובדומה לטבילה המסחרית במהלך האחסון, אך לא במהלך חיי מדף. הניסוי הצביע על הפוטנציאל הקיים בריסוסי המטע למניעת הרקבונות וכתחליף לטבילה. בעונת 2016 חזרנו על הניסוי כדי לאשש את התוצאות ועם שינויים קלים בהם אלטרנציה בין חומרים ועריכת הריסוסים בעיתויים שקרובים ככל שאפשר ליום הקטיפ.

מטרת הניסוי

לעכב את התפתחות הרקבונות באחסון רימוני וונדרפול באמצעות ריסוסי מטע בקוטלי פטריות.

חומרים ושיטות

במטע קיבוץ מצובה, הנטוע צפון-דרום, הוצב ע"י ליאור מחברת 'לידור' ניסוי בבלוקים באקראי. הריסוסים היו עד לנגירה וכל הטיפולים (טיפול בעץ) נערכו בכל בלוק כשעץ חיץ הפריד בין הטיפולים ובסה"כ רוססו 5 בלוקים (בלוק = חזרה) (תמונה 1). הניסוי כלל את הטיפולים הבאים:

1. בקורת יבשה- ללא ריסוס.
2. לונה אקספיריינס (לידור) שבועיים (5.10.16) וכשבוע לפני קטיפ (13.10.16), (LunaEX*2).
3. לונה טרנקיליטי (לידור) שבועיים (5.10.16) וכשבוע לפני קטיפ (13.10.16), (LunaTR*2).
4. סקולר (0.2%, כ.צ.ט) יום לפני קטיפ (19.10.16), (Scholar).
5. לונה אקספיריינס (לידור) שבועיים מקטיפ (5.10.16) + סקולר (0.2%, כ.צ.ט) יום לפני הקטיפ (19.10.16), (LunaEX&Scholar).
6. בקורת מסחרית- טבילה 20 שניות בסקולר, (0.2%, כ.צ.ט).

קטיף- ב-20.10.16 בשעות הבוקר (16°C - 18°C) נקטפו 12 פירות לתיבה מכל חזרה מכל מפנה של עץ. מעצי הבקורת בלבד נקטפו 2 תיבות מכל מפנה כך שתיבה אחת שימשה כבקורת יבשה (טיפול 1) והתיבה השנייה נטבלה בקוטל הפטריות סקולר 0.2% (ח.פ. פלודיאקסוניל) במשך 20 שניות (טיפול 6).

בדיקות קטיף- בסה"כ נקטפו 60 תיבות פרי שהועברו למעבדה לאחסון ובדיקות קטיף נערכו ב-3 חזרות (A-C) מכל טיפול ומפנה כלהלן: חזרה A- פרי מחזרה 1+2, חזרה B- פרי מחזרה 3+4, חזרה C- 2 פירות מחזרה 5. בכל פרי הוערך הכיסוי האדום בקליפה (%); הפירות נחצו והוערך בהם צבע הגרגר בסקלה בין 1- גרגר לבן ועד 5- גרגר אדום כהה; בתערובת מיץ שנשחטה מכל חזרה (2 פירות) נבדקו תכולת הכ.מ.מ. (%) באמצעות רפרקטומטר, תכולת החומצה הציטרית (%) ו-pH באמצעות טיטור אוטומטי.

אריזה ואחסון- כל הפרי הועבר לתא ב- 7°C לקירור למשך לילה ולמחרת הפרי נעטף בשקית LDPE בעובי 40 מיקרון ובה 4 חורי מאקרו לשמירה על לחות הפרי במהלך האחסון.

אחסון הפרי ובדיקות איכות- הפרי אוחסן למשך כ-3.5 חודשים בתנאי אוויר רגיל ב- 7°C ובהוצאה מאחסון (24.1.17) נערך מיון של כל הפרי לאיכותו החיצונית בדגש על רקבונות. בפירות רקובים אופיין ונרשם הגורם לרקבון. פירות בהם ניתן היה לחוש ברקבון פנימי נרשמו ונזרקו. יתר הפרי עבר לחיי מדף ב- 20°C עטוף במטרה לעודד את התפתחות הרקבונות. לאחר שבוע ושבועיים חיי מדף נערך המיון באופן דומה. בתום שבועיים חיי מדף נחצו הפירות לזיהוי של רקבון פנימי.

ניתוח סטטיסטי- השפעות הטיפולים נבדקו במבחני שונות One-way ANOVA ובמבחני פוסט-הוק (Duncan). השפעת המפנה נבדקה במבחני t.



תמונה 1: קטיף הפרי מהעצים המסומנים במטע מצובה

תוצאות

השפעת הריסוסים על מצב הבשלת הפרי בקטיף- ריסוסי המטע לא השפיעו על הבשלת הפרי על פי תכולת הכ.מ.מ. שמהווה המדד העיקרי בקביעת מצב ההבשלה של הרימונים (טבלה 1). תכולת החומצה היתה נמוכה בפרי שרוסס בלונה טרנקיליטי פעמיים יחסית לפרי מרוב הטיפולים ולכך היתה השפעה על יחס ההבשלה (כ.מ.מ./ חומצה) שהיה גבוה בפרי זה והעיד על מצב הבשלה מתקדם במעט של הפרי מטיפול זה לעומת פירות הבקורת ומאלו שרוססו פעמיים בלונה אקספיריינס. צבע הגרגר היה אדום בכל הטיפולים (הערכה 3.9-4.75 בסקלה של 1-5) והציון הגבוה ביותר ניתן לגרגרי הרימונים שרוססו בלונה אקספיריינס ובסקולר שהיה האדום ביותר במובהק מאלו שרוססו פעמיים בלונה אקספיריינס (טבלה 1).

למפנה העץ תתכן השפעה על מצב הבשלת הפרי כיוון שיש הבדל במשך החשיפה ובעוצמת השמש בין המפנים. השפעה מובהקת של המפנה היתה על תכולת הכ.מ.מ. ואחוז הכיסוי האדום שהיו גבוהים יותר בפרי מהמפנה המזרחי. כלומר, יתכן ופרי זה התקדם בהבשלתו יחסית לפרי מהמפנה המערבי.

לסיכום, לריסוסי המטע נמצאו השפעות קלות ושאינן מגמתיות על מצב הבשלת הפרי בקטיף ופרי מהמפנה המזרחי התקדם במעט בהבשלתו יחסית לפרי מהמפנה המערבי על פי תכולת הכ.מ.מ. ואחוז הכיסוי האדום.

טבלה 1: מדדי הבשלה של רימוני וונדרפול ביום הקטיף בהשפעת ריסוסי המטע (n=5).

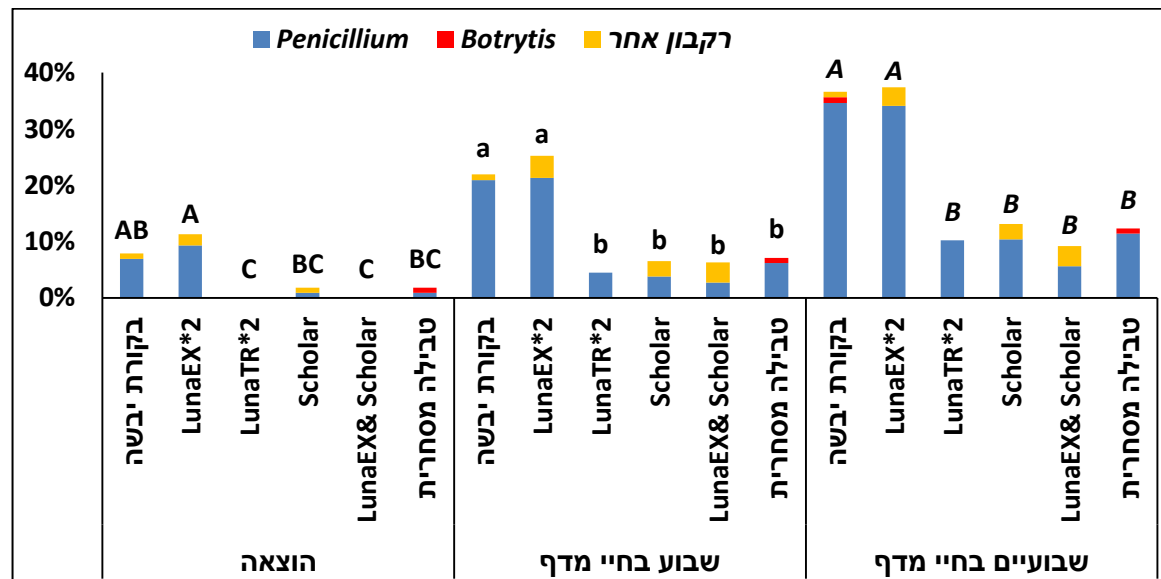
ממוצע	LunaEX & Scholar	Scholar	LunaTR *2	LunaEX *2	בקורת יבשה	מפנה	
88.33 *	84.2	93.3 *	88.3	88.3	87.5	מזרח	כיסוי אדום
81.33	83.3 ab	73.3 b	90.8 a	83.3 ab	75.8 b	מערב	
84.83	83.7	83.3	89.6	85.8	81.7	ממוצע	
4.5	4.8	4.8	4.3	3.8	4.7	מזרח	צבע גרגר
4.2	4.7	4.2	4.5	4	3.7	מערב	
4.35	4.75 A	4.5 AB	4.4 AB	3.9 B	4.2 AB	ממוצע	
17.04 *	17.6	17.1 *	17.1 *	16.5	16.9	מזרח	כ.מ.מ. (%)
16.33	16.6	16.1	16.1	16.4	16.4	מערב	
16.68	17.1	16.6	16.6	16.5	16.6	ממוצע	
1.57	1.69 a	1.49 b	1.46 b*	1.56 ab	1.64 a	מזרח	חומצה (%)
1.51	1.48 ab	1.54 ab	1.32 b	1.67 a	1.54 ab	מערב	
1.54	1.585 A	1.515 AB	1.39 B	1.615 A	1.59 A	ממוצע	
3.41	3.38	3.42 *	3.48 *	3.38	3.39	מזרח	pH
3.46	3.8	3.24	3.26	3.64	3.37	מערב	
3.44	3.59	3.33	3.37	3.51	3.38	ממוצע	
10.9	10.4 b	11.5 ab	11.8 a	10.6 ab	10.3 b	מזרח	יחס הבשלה
10.94	11.4 ab	10.5 ab	12.3 a	9.8 b	10.7 ab	מערב	
10.92	10.9 AB	11.0 AB	12.0 A	10.2 B	10.5 B	ממוצע	

* להבדל מובהק בין רימונים ממפנה שונה בכל טיפול ($p < 0.05$).

a-b - להבדל מובהק בין הטיפולים ברימונים מאותו המפנה ($p < 0.05$).

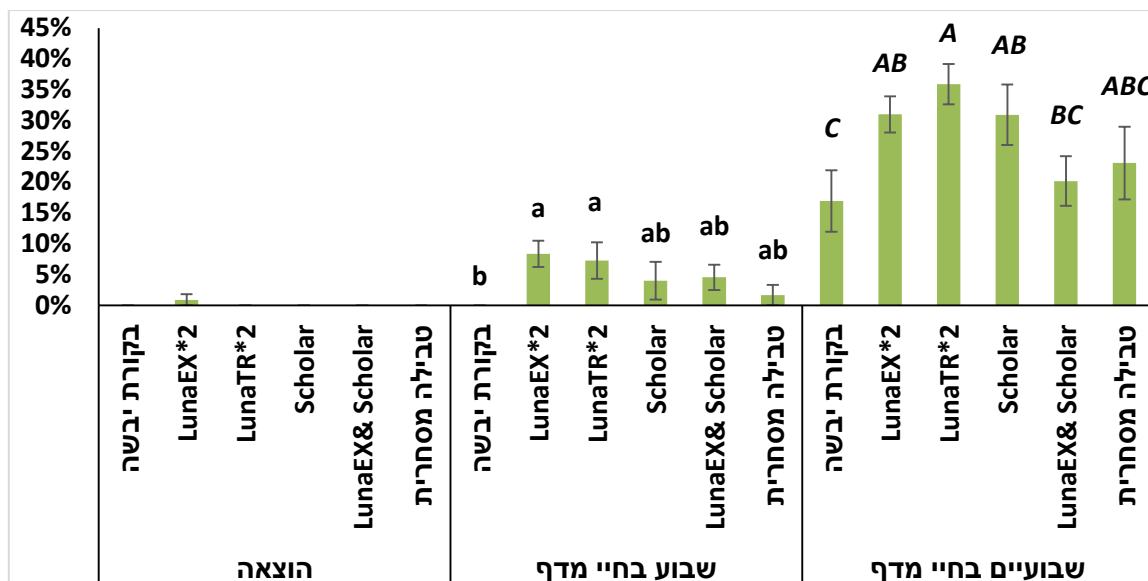
A-B - להבדל מובהק בין הטיפולים בממוצעי המפנים ($p < 0.05$).

רקבונות לאחר האחסון - בתום כ-3.5 חודשי אחסון רוב הפרי היה בריא וללא רקבונות ואלו נמצאו רק בפרי הבקורת היבשה ובפרי שרוסס פעמים בלונה אקספיריינס (כ-7% וכ-10% בהתאמה) (איור 1). מגמה זו נשמרה לאחר שבוע ושבעיים חיי מדף במהלכם התפתחו רקבונות בעיקר מפניציליום שבד"כ מתפתח על פרי בשל מאוד וחלש בעוד שרקבונות מבוטריטיס נמצאו בשיעורים נמוכים מאוד. שיעור הרקבונות ברימונים מטיפולי הריסוס בלונה טרנקיליטי*2, בסקולר*2 ובטיפול המשולב של לונה אקספיריינס וסקולר לא נבדלו מאלו שנטבלו בסקולר כמקובל במסחר. יתכן ובריסוס של לונה אקספיריינס וסקולר ההשפעה המרכזית בעיכוב הרקבונות היתה דווקא של הסקולר כיוון שבריסוס הכפול בלונה אקספיריינס לא נמצאה השפעה מעכבת לתכשיר.



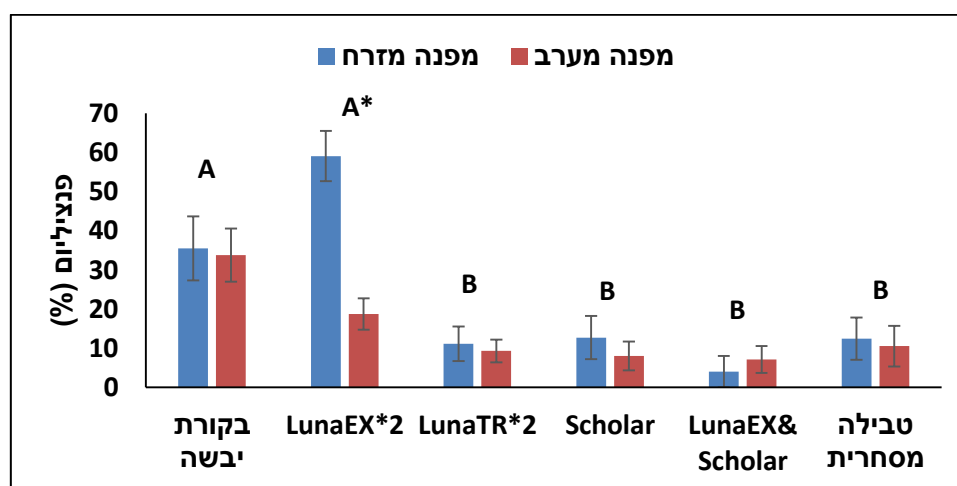
איור 1: שיעור הרקבונות ברימוני וונדרפול בתום 3.5 חודשי אחסון בקירור ובשני מועדי חיי מדף בהשפעת טיפולים למניעת רקבונות במטע או בטבילה מסחרית. A - C, a-b, A-B - להבדלים מובהקים באחוז הרקבונות הכולל בין טיפולים באותו מועד בדיקה (p<0.05).

רקבון פנימי - שיעור הפירות שנפגעו כתוצאה מרקבון פנימי, שלרוב נגרם מאלטרנריה, גבר במהלך שבוע ושבעיים חיי מדף (איור 2). רקבון פנימי בשיעורים הגבוהים ביותר נמצא בפרי שרוסס בלונה טרנקיליטי והנמוכים ביותר היו בפירות הבקורת היבשה כיוון שבאלו נמצא בעיקר רקבון חיצוני. למעשה, לריסוס המטע שנערכו בשלבים מאוחרים בהתפתחות הפרי לא אמורה להיות השפעה מעכבת על רקבונות אלו.



איור 2: שיעור הרקבונות הפנימיים ברימוני וונדרפול בתום 3.5 חודשי אחסון בקירור ובשני מועדי חיי מדף בהשפעת טיפולים למניעת רקבונות במטע או בטבילה מסחרית.
 a-b, A-C - להבדלים מובהקים בין טיפולים באותו מועד בדיקה ($p < 0.05$).

השפעת מפנה העץ על רקבונות - יותר רקבונות כתוצאה מפניציליום נמצאו בפרי מהמפנה המזרחי שרוסס פעמיים בלונה אקספיריינס (איור 3). במרבית הטיפולים נראית מגמה לפיה הפרי מהמפנה המזרחי רגיש לרקבונות מפניציליום אם כי לא במובהק. יתכן שהסיבה לכך היא שפרי ממפנה זה בשל יחסית לפרי מהמפנה המערבי כפי שנמצא על פי תכולת הכ.מ.מ. ואחוז הכיסוי האדום (טבלה 1).



איור 3: שיעור הרקבונות מפניציליום ברימוני וונדרפול בתום 3.5 חודשי אחסון + שבועיים חיי מדף בהשפעת טיפולים למניעת רקבונות במטע או בטבילה מסחרית.
 A-B - להבדל מובהק בין הטיפולים ($p < 0.05$).
 * להבדל מובהק בין מפני העץ ($p < 0.05$).

דיון וסיכום

זו שנה שנייה בה נבחנת השפעת הריסוס במטע בקוטלי פטריות במטרה להימנע מטבילת הפרי בקוטלי הפטריות כמקובל במסחר. ליישום קוטלי הפטריות בריסוס במטע יש מספר יתרונות בהשוואה לטבילת הפרי: קליטה מהירה של הפרי הקטוף לאחסון בקירור וכן הימנעות מהצטברות נוזלי הטבילה בכתר הפרי שעלולים לעודד את התפתחות רקבונות כתר באחסון ועיפוש אבקנים.

בפירות הבקורת היבשה התפתחו רקבונות בשיעורים גבוהים בעוד שבפרי שנטבל בתכשיר סקולר (בו החומר הפעיל פלודיאוקסוניל) עוכבו רקבונות האחסון במובהק (איור 1, איור 4). כלומר, טבילת הפרי המיועד לאחסון באמצעות קוטלי פטריות חשובה לעיכוב הרקבונות באחסון. תוצאה דומה לכך וללא טבילה הושגה באמצעות ריסוס בקוטלי פטריות במטע: בלונה טרנקיליטי, בסקולר ובשילוב של סקולר ולונה אקספיריינס. כלומר, מטרת ניסוי זה הושגה כיוון שניתן לעכב התפתחות של רקבונות אחסון ללא טבילת הפרי לאחר הקטיף.

בניסוי הנוכחי בעונה זו נמצא שריסוסי המטע עיכבו את הרקבונות גם במהלך חיי מדף בדומה לטבילה המסחרית בסקולר וזהו שיפור בהשפעת התכשירים לעומת העונה הקודמת בה העיכוב היה במהלך האחסון בלבד. יתכן שהסיבה לכך היא שהריסוסים ניתנו במועדים קרובים יותר לקטיף (שבוע לפני קטיף) בהשוואה לעונה קודמת (שבועיים מקטיף).

יש לציין ממצא שאינו בהתאמה לממצאי שנת הניסויים הראשונה (עונה 2015) ולפיו ריסוס כפול בלונה אקספיריינס לא מנע את התפתחות הרקבונות באחסון ואלו היו בשיעורים גבוהים בדומה לבקורת היבשה. בשנה הראשונה עוכבו רקבונות האחסון ביעילות באמצעות תכשיר זה.

לסיכום, ריסוס בקוטלי פטריות עיכב את התפתחות הרקבונות באחסון ובמהלך חיי מדף בדומה לטבילה המסחרית המקובלת בסקולר ובמובהק מהבקורת היבשה. זו שנת ניסויים שנייה שלפי תוצאותיה הריסוס בקוטלי פטריות במטע עשוי לשמש תחליף ראוי לטבילת הפרי.

הצעות להמשך מחקר:

- לחזור ולבחון את הטיפולים המצטיינים בעיכוב הרקבונות בריסוס יחיד.
- לבחון את השפעת הריסוס בשלבים מוקדמים בהתפתחות הפרי (כפרח או כחנט צעיר) במטרה להפחית את העומס המיקרוביאלי וההדבקות הלטנטיות וכך להמנע משאריות התכשיר בקטיף.
- בהמשך, במידה ויהיו תוצאות חיוביות, לבדוק את התכונות השיטה בקנה מידה גדול יותר (מיכלים)

4. השפעת יישום התכשיר סמרטרש על איכות רימוני וונדרפול מאוחסנים.

מבוא

זו שנה שלישית בתכנית מדען לבחינת השפעת התכשיר סמרטרש על רימוני וונדרפול. במסגרת המחקר נבחנה השפעת יישומו של התכשיר על איכות הרימון המאוחסן בשילוב של קירור הדרגתי ל- 12°C במשך שבוע בטרם האחסון, לצמצום נזקי צינה. האחסון של רימונים בתנאי אוויר מבוקר מאפשרים את הארכת משך האחסון של הפרי לארבעה ואף חמישה חודשים, אולם בשלב זה נפגמים מראה הגרגר וטעמו. מטרתו הראשונית של הניסוי היתה לבחון את השפעתו של יישום התכשיר 1-MCP בקנה מידה מסחרי, אולם עקב בעיות של שאריות חומרי הדברה בפרי בעונה זו מגדלי הפרי נמנעו מלטפל בתכשיר באופן מסחרי ולכן נאלצנו לבחון את השפעת התכשיר בטיפול בקנ"מ מעבדתי.

מטרת הניסוי

לבחון את השפעת הטיפול ב-1-MCP על רימוני וונדרפול שאוחסנו באוויר מבוקר ובמשטרי קירור שונים.

חומרים ושיטות

קטיפי וטיפולים: רימונים מהזן וונדרפול שנקטפו בתאריך 18.10.16 במטעי מצובה נטבלו בתכשיר סקולר 0.2% בבית אריזה 'הר קור' ולאחר מכן קוררו במשך לילה ל- 7°C . למחרת (19.10.16) נאספו 12 פירות לכל אחת מ-16 תיבות הפרי ואלו הועברו למעבדה לאחסון למסדרון בכ- $18-20^{\circ}\text{C}$ מע"צ. בדיקות קטיפי נערכו בשש חזרות בנות חמישה פירות (טבלה 1). למחרת נערך הטיפול ב-1-MCP 0.9 ח"מ ב-Bin trail בכ- 20°C למשך כ-24 שעות. פרי הבקורת נשמר במסדרון במקביל לטיפול בתכשיר ובסיום הטיפול (21.10.16) כל הפרי קורר במסדרון ל- 7°C . לאחר 48 שעות (23.10.16) נעטף הפרי בשקית LDPE מחוררת בארבעה חורי מאקרו לשמירה על תנאי לחות גבוהים והפרי אוחסן באוויר מבוקר מסחרי ($2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$).

הטיפולים בניסוי זה היו כלהלן:

1. קירור ל- 7°C .
2. קירור ל- 12°C ולאחר שבוע קירור ל- 7°C .
3. טיפול ב-1-MCP + קירור ל- 7°C .
4. טיפול ב-1-MCP + קירור ל- 12°C ולאחר שבוע קירור ל- 7°C .

בדיקות בתום אחסון ובחיי מדף: בתום כארבעה חודשי אחסון נבדקה איכותו החיצונית של הפרי. פירות רקובים נרשמו והפרי נזרק. בנוסף נרשמו פירות עם צרבון שדורג לפי חומרתו (ללא צרבון-0; עד 25% משטח הקליפה-1; 25-50% משטח הקליפה-2; $>50\%$ משטח הקליפה-4). הפרי הועבר עטוף לשמירה על תנאי לחות גבוהים במהלך שבוע חיי מדף ב- 20°C ובשנית נבחנה איכותו החיצונית. כל הפירות נחצו לבחינת איכותם הפנימית שכללה: הערכה של צבע הגרגר (סקלה 1-גרגר לבן....5-גרגר אדום מאוד), מידת השחמת המחיצות הלבנות שדורגה חומרתן (באותה הסקלה כמו לצרבון). תערובת מיץ הוכנה בכל חזרה באמצעות סחיטה ידנית של מחצית מכל אחד מהפירות ובמיץ הסחוט נבחנו: תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית וה-pH. כמו כן, נדגמו חמישה מ"ל מיץ לבדיקת תכולת אתנול ואצטאלדהיד באמצעות גז כרומטוגרף FID. לבדיקה של איבוד משקל נשקלו עשרה פירות מסומנים ביום הקטיפי, בהוצאה מאחסון ולאחר שבוע חיי מדף.

אנליזה סטטיסטית- השפעת שני הגורמים: טיפול ב-1-MCP (עם או ללא) ואופן הקירור (מידי או הדרגתי) על האיכות החיצונית והפנימית של הפרי, על תכולת הכ.מ.מ., חומצה ו- pH ועל ריכוזי אתנול ואצטאלדהיד במיץ נבדקה במבחן שונויות דו-גורמי (two-way ANOVA). ההבדלים באיבוד המשקל בין ארבעת תנאי הניסוי נבדקו במבחן שונויות חד-גורמי (one-way ANOVA) ומבחן פוסט-הוק (דנקן).

תוצאות

מצב הבשלה בקטיפ: ביום הקטיפ נמצאה ברימונים תכולת הכ.מ.מ. של כ- 17% ותכולת החומצה הציטרית היתה כ-1.11%. הקליפה היתה אדומה ברובה (כ-84% כיסוי אדום) וכן הגרגר שצבר אנטוציאנינים וקיבל ציון של 4.6 (בסקלה של 1- גרגר לבן....5- גרגר אדום כהה). ממצאים אלו מצביעים על כך שהרימונים נקטפו כשהבשלתם הגיעה לשלב הראוי לכך.

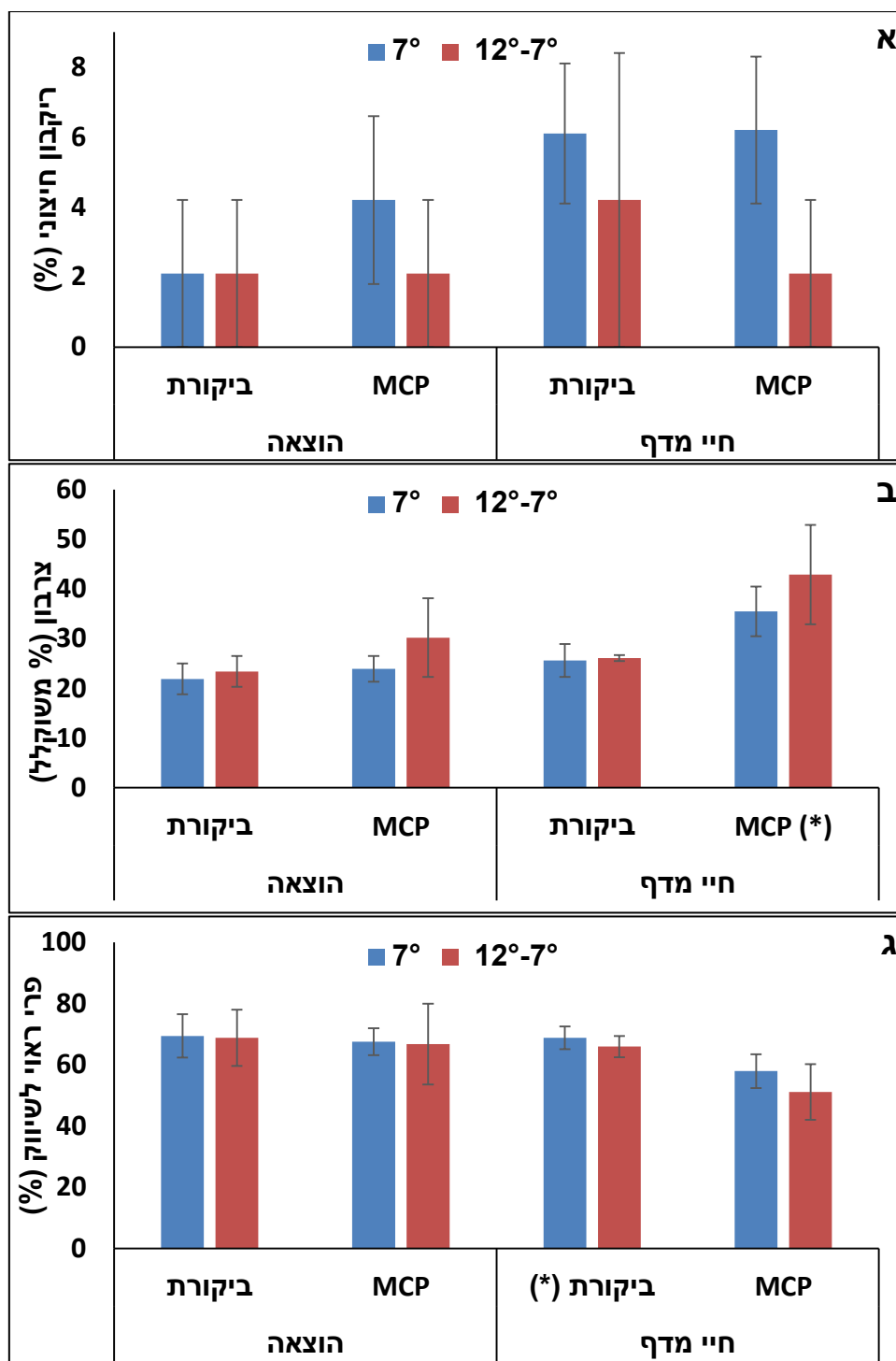
בבחינת ההשפעות המרכזיות של הגורמים שנבדקו בניסוי, הטיפול ב-1-MCP (עם או ללא טיפול) ואופן הקירור (קירור מידי ל-7°C או השהייה למשך שבוע ב-12°C לפני הקירור ל-7°C) נמצא שאופן הקירור הוא הגורם בעל ההשפעה הרבה יותר. לפיכך הניתוח הסטטיסטי והצגת הנתונים נערכה תוך שמירה על אופן הקירור כגורם המרכזי והטיפול ב-1-MCP כגורם משני.

איכותו החיצונית של הפרי:

רקבונות- אחוזי הפרי הרקוב היו נמוכים בתום האחסון (כ-2%-4%) ופירות נוספים נרקבו בשיעורים נמוכים במהלך שבוע חיי מדף ב-20°C. (איור 1א). נראתה מגמה לא מובהקת לפיה יש עיכוב מסוים ברקבון הפרי שקורר הדרגתית (7°C-12°C).

צרבון (% משוקלל)- ברימונים שטופלו ב-1-MCP החמיר הצרבון במהלך חיי מדף במובהק יחסית לפרי הבקורת (ללא 1-MCP), ואילו אופן הקירור לא השפיע על חומרת נזק זה (איור 1ב).

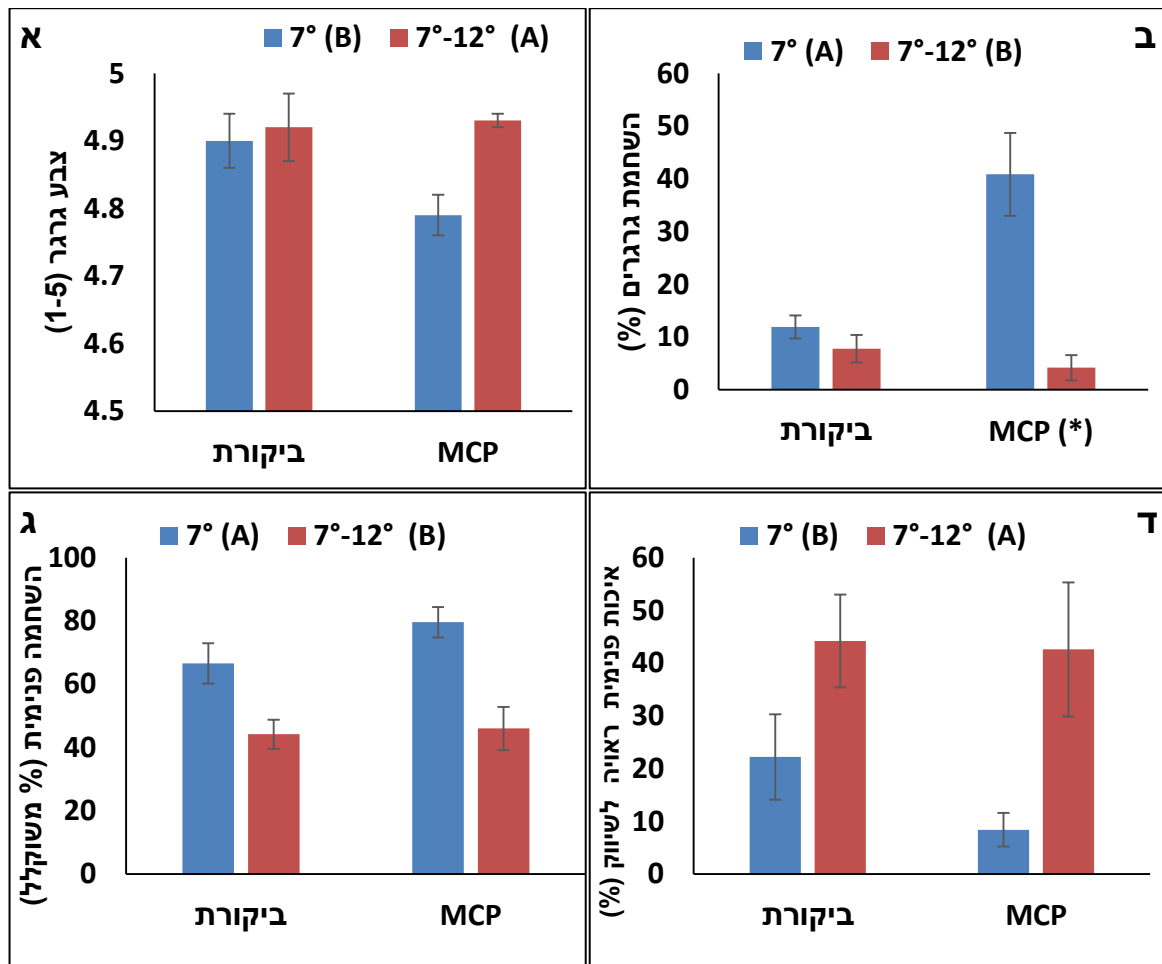
הפרי הראוי לשיווק (%)- בחישוב של הפרי הראוי לשיווק נכללו פירות שנפגעו מצרבון בחומרה קלה ושיעוריו עמדו על כ-70% בתום האחסון ללא השפעה מובהקת לאחד מהגורמים הנבדקים (איור 1ג). לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C אחוז הפרי הראוי לשיווק, בפרי הבקורת (שלא טופל ב-1-MCP), נמצא בשיעורים גבוהים במובהק מהפרי המטופל וללא השפעה של אופן הקירור. הסיבה לכך היא אחוזים גבוהים של צרבון שפגעו במסחריותו של הפרי שטופל ב-1-MCP וראוי לציין שתוצאה זו מנוגדת להשפעות מיטיבות של ה-1-MCP במניעת הצרבון שהתקבלו בניסויים שנערכו בשנים קודמות, אם כי ההשפעה המשמעותית ביותר היתה בפרי שאוחסן בתנאי אוויר רגיל ולא באווירה מבוקרת כמו בניסוי זה.



איור 1: א. אחוז הפירות הרקובים, ב. אחוז הפרי הנגוע בצרבון (משוקלל), ג. אחוזי הפרי הראוי לשיווק בהשפעת אופן הקירור (מיידי ל-7°C או הדרגתי עם השהייה לשבוע ב-12°C) ברימוני וונדרפול עם או ללא טיפול ב-1-MCP בתום אחסון בקירור ולאחר שבוע נוסף ב-20°C. כל עמודה מייצגת ממוצע $\pm$ ש.ת. של 4 חזרות.

* ערך גבוה באופן מובהק (בקורת מול 1-MCP) באותו מועד בדיקה ($p < 0.05$).

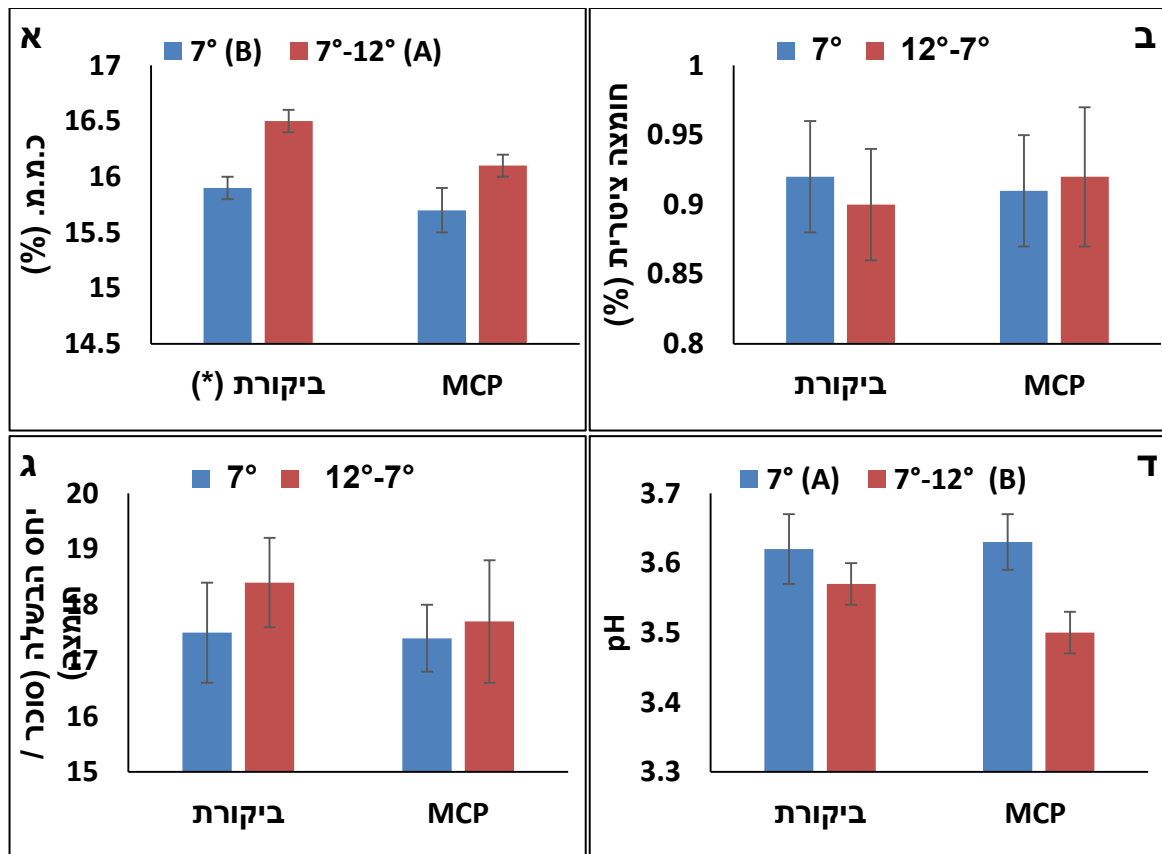
איכותו הפנימית של הפרי: לקירור ההדרגתי נמצאה השפעה מובהקת מיטיבה על איכותו הפנימית של הפרי שהתבטאה במספר פרמטרים: הגרגר של פרי זה נשמר עם גוון אדום במובהק (איור 2א) ובו היו פחות גרגרים שהשחימו יחסית לפרי שקורר מיידית ובמובהק בפרי שטופל ב-MCP-1 (איור 2ב). השחמת המחיצות הבהירות עוכבה משמעותית בקירור ההדרגתי (איור 2ג) ולכך היתה השפעה מובהקת על אחוזי הפרי עם איכות פנימית הראויה לשיווק (איור 2ד). על פי ממצאים אלו לקירור ההדרגתי היתה השפעה מובהקת ומיטיבה על איכותו הפנימית של הפרי, הן מבחינת הגרגר והן מבחינת המחיצות הבהירות.



איור 2: א. צבע הגרגר (1-5), ב. אחוזי הפרי עם השחמת גרגרים ג. אחוז הפרי עם השחמה פנימית (משוקלל) ד. אחוזי הפרי עם הציפה הראויה לשיווק, בהשפעת אופן הקירור (מיידית ל-7°C או הדרגתי עם השהייה לשבוע ב-12°C) ברימוני וונדרפול עם או ללא טיפול ב-MCP-1 לאחר שבוע ב-20°C שלאחר האחסון בקירור. כל עמודה מייצגת ממוצע $\pm$ ש.ת. של 4 חזרות.

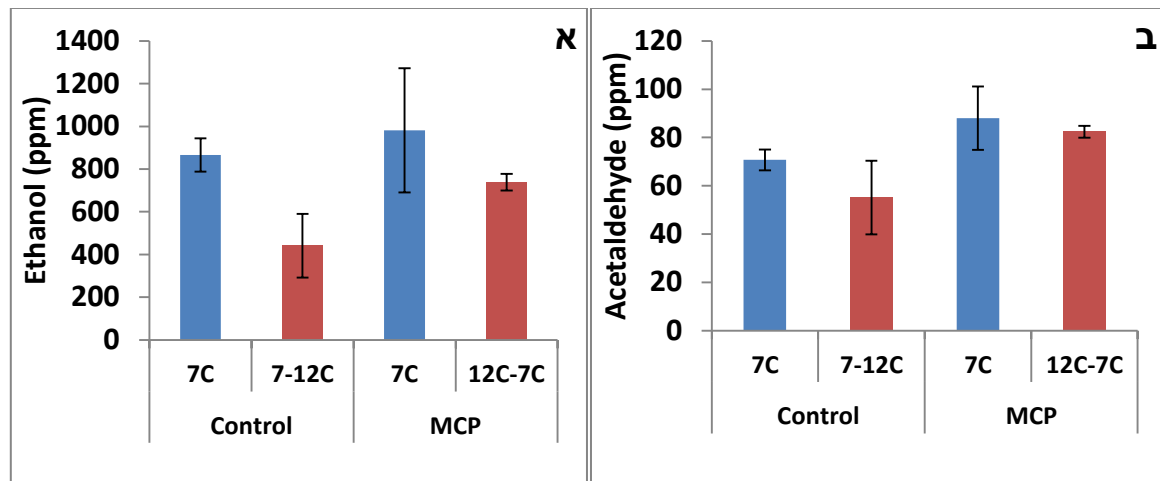
A-B- הבדל מובהק בין פרי שקורר מיידית ל-7°C או הדרגתית עם השהייה לשבוע ב-12°C ($p < 0.05$). * ערך גבוה באופן מובהק (בקורת מול MCP-1) באותו מועד בדיקה ($p < 0.05$).

תכונות המיץ הסחוט: לקירור ההדרגתי נמצאה השפעה מובהקת על תכולת הכ.מ.מ. שהיתה גבוהה במובהק יחסית לפרי שקורר מיידית וזו היתה גבוהה במובהק בפרי הבקורת (איור 3א). לא נמצאו השפעות מובהקות או מגמתיות של אופן הקירור או הטיפול ב-MCP-1 על תכולת החומצה הציטרית (איור 3ב) או על יחס ההבשלה (איור 3ג), מלבד רמת ה-pH שהיתה נמוכה במובהק בפרי שקורר הדרגתית (איור 3ד).



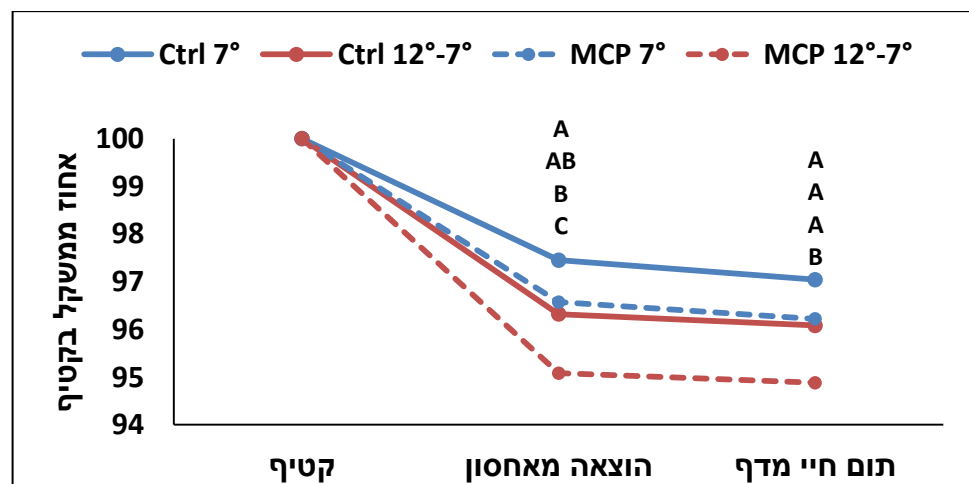
איור 3: א. תכולת הכ.מ.מ. (%), ב. החומצה הציטרית (%), ג. יחס ההבשלה (כ.מ.מ. / חומצה ציטרית) ד. pH שפעת אופן הקירור (מיידית ל-7°C או הדרגתי עם השהייה לשבוע ב-12°C) ברימוני וונדרפול עם או ללא טיפול ב-MCP-1 לאחר שבוע ב-20°C שלאחר האחסון בקירור. A-B - הבדל מובהק בין פרי שקורר מיידית ל-7°C או הדרגתית עם השהייה לשבוע ב-12°C ($p < 0.05$). * להבדל מובהק בין פרי הבקורת למטופל ב-MCP-1 ($p < 0.05$).

נדיפים במיץ הפרי- במהלך שהייתו של הפרי באחסון באוויר מבוקר הצטברו האתנול והאצטאלדהיד כתוצאה מהתנאים האנארוביים שזוהו גם לאחר שבוע חיי מדף וללא הבדלים מובהקים בהשפעת הטיפולים או משטר הקירור (איור 4). אולם, ניתן להבחין במגמה לפיה ריכוז נדיפים אלו גבוה במעט בפרי שקורר מיידית ל-7°C (איור 4א, 4ב), ואילו בפרי שטופל ב-1-MCP היתה רמה גבוה במעט של אצטאלדהיד (איור 4ב).



איור 4: ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד במיץ שנשחט מהרימונים בתום האחסון בקירור ושבוע נוסף בחיי מדף ב-20°C. כל עמודה מייצגת ממוצע $\pm$ ש.ת. של 4 חזרות. לא נמצאו הבדלים מובהקים ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

איבוד המשקל- הרימונים שקוררו מיידית ל-7°C איבדו פחות ממשקלם לעומת אלו שקוררו הדרגתית ונראה שהטיפול ב-1-MCP עודד את איבוד המשקל ובמובהק ברימונים שקוררו הדרגתית (איור 5).



איור 5: האחוז המשקלי של רימוני וונדרפול בתום האחסון וכן לאחר שבוע ב-20°C ממשקלם בקטיף בהשפעת אופן הקירור (מיידית ל-7°C או הדרגתית עם השהייה לשבוע ב-12°C) עם או ללא טיפול ב-1-MCP.

A-C - להבדל מובהק בין שילובי משטרי הקירור והטיפול ב-1-MCP ($p < 0.05$).

דיון וסיכום

היתרונות של אחסון רימונים באוויר מבוקר הוא האטת הזדקנות הפרי ובמיוחד צמצום נזק צרבון הקליפה שפוגם במראה הפרי ואלו מאפשרים את הארכת משך השיווק של הפרי עד ל-5 חודשים בהשוואה לפרי מאוויר אטמוספרי שמאוחסן לחודשיים בלבד. אולם, באוויר מבוקר איכותו של הגרגר נפגמת, הן במראה והן בטעם, עקב התנאים של החמצן הנמוך והפחמן דו חמצני הגבוה ולכן בניסוי זה נבחנה השפעת הטיפול ב-1-MCP בשילוב של משטרי קירור שונים, קירור מיידי או הדרגתי, על איכותם של רימוני וונדרפול שאוחסנו בתנאי אוויר מבוקר.

הגורם המרכזי בהשפעתו על איכות הפרי היה הקירור ההדרגתי ובמיוחד על איכותו הפנימית. השפעה זו התבטאה במספר פרמטרים בהם שמירה על גרגר עם גוון אדום, עיכוב בהשחמת הגרגרים, הפחתה בהשחמת המחיצות הבהירות וכתוצאה מכך נמצאו אחוזי פרי עם איכות פנימית הראויה לשיווק. לעומת זאת, לטיפול ב-1-MCP כמעט ולא נמצאה ולעיתים אף פגם באיכות הפרי כגון: הגברת צרבון, השחמת הגרגר ואיבוד המשקל.

בניסוי הנוכחי נמצאה השפעה דומה של הטיפול ב-1-MCP לזו שנמצאה בניסוי שנערך בשנה שעברה לפיה בפרי המטופל ב-1-MCP שאוחסן באוויר מבוקר גברה הרגישות לצרבון ובהתאמה היתה הפחתה של אחוזי הפרי הראוי לשיווק. מאידך, לא נמצאה התאמה בין השנים בהגברת הרגישות לפגמי איכות פנימית. בניסויים שנערכו בשנים קודמות בתנאי אוויר רגיל ולא בתנאי אוויר מבוקר כבניסוי זה, הטיפול ב-1-MCP דווקא היטיב עם איכות הרימונים באופן שבא לידי ביטוי בעיכוב הצרבון והפחתת הרגישות לרקבנות.

השנה, הושגה התקדמות בכך שקירור הדרגתי הצליח לשפר את איכותו הפנימית של הפרי, אף אם הפרי טופל ב-1-MCP.

לסיכום, באמצעות קירור הדרגתי ניתן לשפר את איכותו של הרימון שמאוחסן בתנאי אוויר מבוקר וללא השפעה מיטיבה של הטיפול ב-1-MCP (שלעיתים אף הזיקה) וזאת בשונה מאשר באחסון באוויר רגיל.

5. עיכוב רקבונות בחשיפה לתערובת אתנול וחומץ במשטרי יישום שונים ובשילוב שקיות אווירה מתואמת ברימונים מאולחים מהזן 'וונדרפול'

מבוא

בשתי שנות ניסוי (2014,2015) נבחן עיכוב רקבונות באמצעות אדי שמן אתרי מציפורן. בשנה ראשונה הטיפול עיכב את הרקבונות בדומה לטיפול המסחרי המקובל (סקולר) אך לא בשנת הניסויים השנייה בה נערך אילוח מכוון. אנו מעוניינים לחזור על הניסוי תוך שימוש באדי אתנול + חומץ שנחשבים ידידותיים ודווח בספרות המדעית שאלו מנעו רקבונות בפירות (Sholberg and Gaunce 1995; Chervin et al., 2005). באפשרותנו לבחון גם את משטר הנידוף של החומרים ולבצע חשיפה קצרה בריכוז גבוהה או חשיפה ממושכת בריכוז נמוך של החומרים הודות למכשיר נידוף אוטומטי שנמצא ברשות המעבדה. אמצעי ידידותי נוסף שנבחן הינו אריזה הפרי בשקיות אווירה מתואמת מתוצרת חברת 'סטפק' שמאפשרות הצטברות CO₂ עקב נשימת הפרי ועשוי לעכב את התפתחות הפטריה. נבחנה השפעה משולבת של טיפולים ידידותיים אלו על איכות הפרי ועל עיכוב הרקבונות בפירות מאולחים.

מטרות הניסוי

מניעת רקבונות אחסון ברימוני וונדרפול באמצעים ידידותיים: חשיפה לאדי אתנול וחומץ בשילוב עם אריזה בשקיות אווירה מתואמת.

חומרים ושיטות

רימונים מהזן וונדרפול שנקטפו ב-26.10.16 ממטע איילת השחר נאספו ממיכלים ונשמרו עד למחרת במעבדה לאחסון ב-20°C. הפירות שיועדו לאילוח נוקו למחרת עם אלכוהול 70% להסרת מנגב קודם קוררו ונשמרו עטופים ב-7°C עד לאילוח. בתאריך 6.12.16 אולחו רימונים ע"י פציעת קליפת הפרי עם מסמר בקוטר 2 מ"מ בשתי נקודות בהיקפו של הפרי לעומק של חמישה מ"מ. לאחר הפציעה הונחה טיפה בנפח 10 מיקרוליטר מתרחיף נבגים טרי (ריכוז הנבגים 7.3×10^5 spores/mL). הפרי הועבר ללילה ב-20°C להתבססות הפטריה עטוף בשקית לשמירת לחות.

- למחרת חולקו הרימונים המאולחים לשלוש קבוצות של שלוש תיבות עם 10 רימונים בכל אחת עבור טיפולי חשיפה לאתנול + חומץ הבאים:
 1. בקורת- ללא חשיפה לאתנול וחומץ.
 2. חשיפה יומית ממושכת לאתנול+חומץ בריכוז נמוך (נידוף של 55 מ"ל ליום בתא בנפח 5.5 קוב). הנידוף נערך באמצעות מכשור ייעודי Xedavap (תוצרת Xeda) לקבלת ריכוז של 10 ח"מ בתא.
 3. חשיפה חד פעמית לאתנול+חומץ בריכוז גבוה 1000 ח"מ למשך 24 שעות- 200 מ"ל תערובת חומץ+אתנול הוספגו בנייר ווטמן סביב תיבות הפרי בחבית 200 ליטר לקבלת ריכוז של 1,000 ח"מ למשך 24 שעות. למחרת, ב-8.12.17, נמדד ריכוז של 510 ח"ב אתילן בחבית טרם פתיחתה.
- טיפולי אריזה- תיבה עם 10 פירות מאולחים משלושת טיפולי החשיפה הנ"ל נארוזו כלהלן:
 1. בקורת- ללא עטיפה.
 2. שקית LDPE 40 מיקרון- לשמירה על תנאי לחות גבוהים.
 3. שקית Stepac – ליצירת אווירה מתואמת.

הפירות מכל הטיפולים אוחסנו ב-7°C, אולם אלו שנחשפו בכל יום לתערובת אתנול+חומץ בתא נפרד מיתר הטיפולים.

כמות זהה של תיבות פרי ללא אילוח עברו את אותם הטיפולים ואוחסנו באופן זהה לפירות המאולחים וזאת במטרה לבחון אם יש פגיעה כלשהי של הטיפולים באיכות הפרי. לא נערך מבחן טעימה כיוון שהאתנול שבשימוש הינו מעבדתי ואינו מורשה למאכל.

בדיקות הפרי המאוחסן- מעקב אחר קוטר הרקבונות ונביגה בנקודת ההדבקה נערך בפרי מאולח 20 ימים באחסון לאחר אילוח (ב-28.12.16) ופעם נוספת כ-40 ימים לאחר מכן (ב-10.1.17).

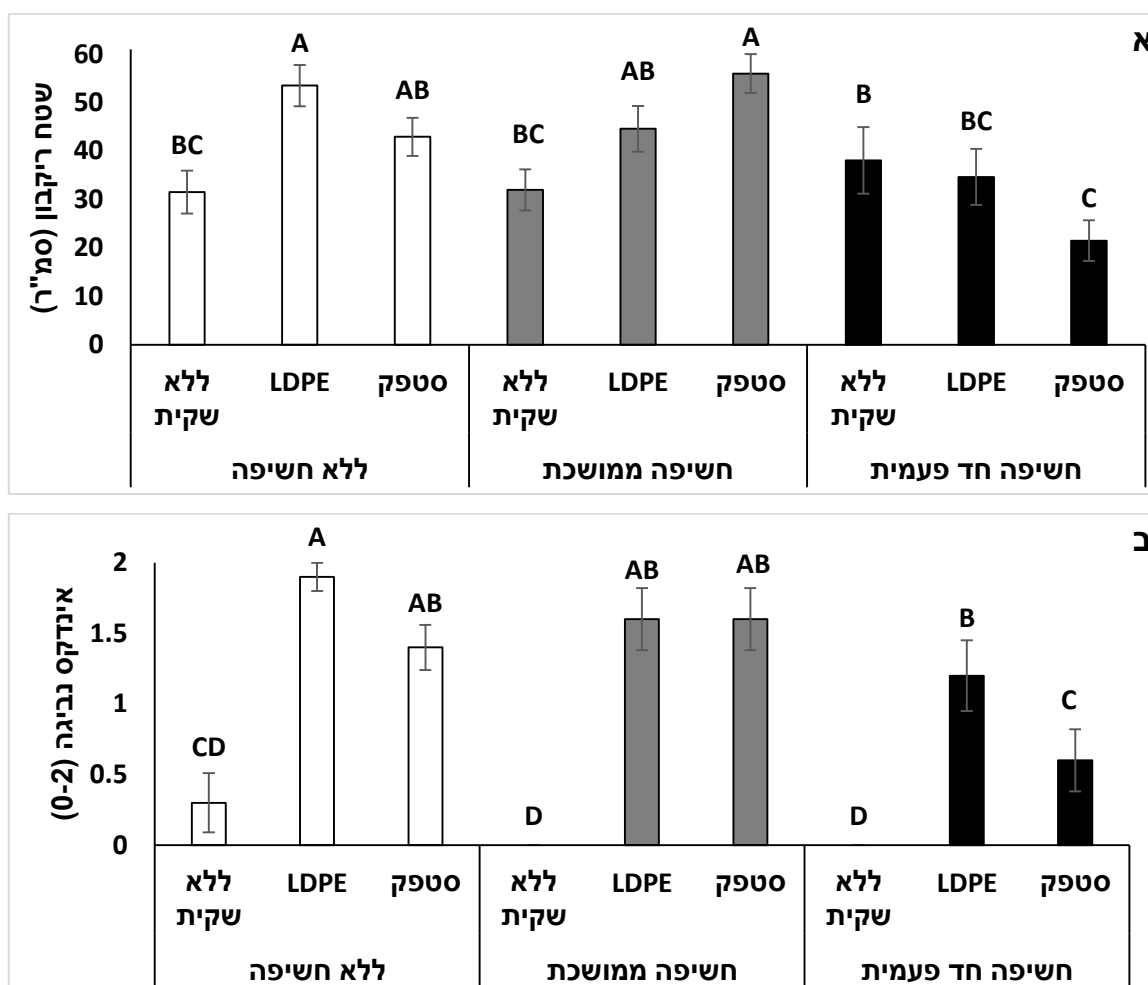
נערכה בדיקה להצטברות פחמן דו חמצני וחמצן בשקיות באמצעות מד נשימה נייד (Oxybaby) דרך ספטום שהודבק לשקיות. השפעת הטיפולים על איכותו החיצונית של הפרי נבדקה בפירות לא מאולחים לאחר 16 ימים נוספים באחסון, ב-26.1.17 וכן לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C אולם איכות הפרי היתה ירודה בשלב זה ולכן תוצאות חיי מדף לא יוצגו. מדדי האיכות שנרשמו היו: רקבונות, נזקי צריבה שיתכן ונגרמו מהטיפול באתנול+חומץ, ובנוסף לכך דורגו מקרים של הצטמקות וצרבון לפי חומרתם (ללא, קל, בינוני וקשה).

השפעת האריזות ותנאי החשיפה השונים נבדקה סטטיסטית במבחני שונויות One-way ANOVA ופוסט-הוק (Duncan).

תוצאות ומסקנות

מדדי הבשלה- תכולת הכ.מ.מ. בפרי היתה 17.4% ומכאן שהפרי נקטף בשל ומתאים לאחסון (מומלץ החל מ-16% כ.מ.מ.). ריכוז החומצה הציטרית היה 0.83% וזוהי אינדיקציה נוספת לכך שהפרי מתקדם בהבשלתו. כלומר, פרי זה התאים לניסוי הנוכחי בו נבדקה עמידותו לרקבונות.

עיכוב רקבונות- לאחר כ-40 ימים באחסון נמדדה התפתחות הרקבונות על פני שטח הנגיעות ונראה שהטיפול המצטיין היה מחשיפה חד פעמית של הרימונים לאדי אתנול+חומץ, בהם עוכבו הרקבונות במידה הרבה ביותר ובמיוחד באלו שנארזו לאחר מכן בשקית סטפק (איור 1א). כמו כן, בטיפול זה היה עיכוב מסויים של התפתחות נבגים (איור 1ב). על אף עיכוב בהתפתחות הרקבונות והנביגה ברימונים ללא שקית במרבית הטיפולים לא ניתן להציע זאת כטיפול לפרי כיוון שכולו היה מצומק עקב לחות נמוכה שגרמה להצטמקות הפרי (100%).

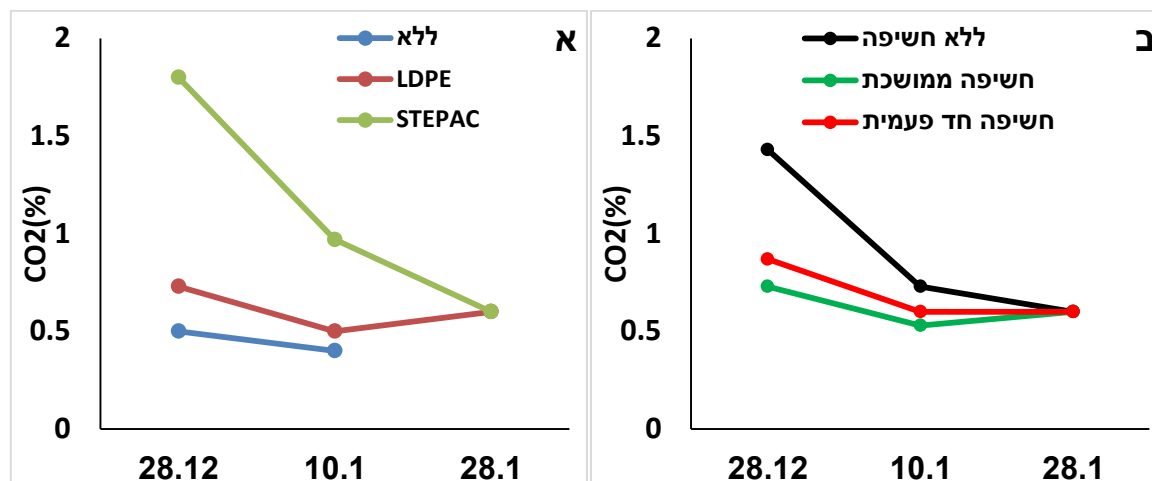


איור 1: א. שטח הרקבון ב. אינדקס הנביגה ברימונים מאולחים בנבגי בוטריטיס ממשטרי חשיפה שונים לאדי אתנול+חומץ, בשילוב אריזות שונות במהלך 40 ימי אחסון (ממוצעים $\pm$ ש.ת., עבור כל עמודה $n=10$).
A-D – להבדלים מובהקים בין עמודות ($p<0.05$).

איכות הפרי-

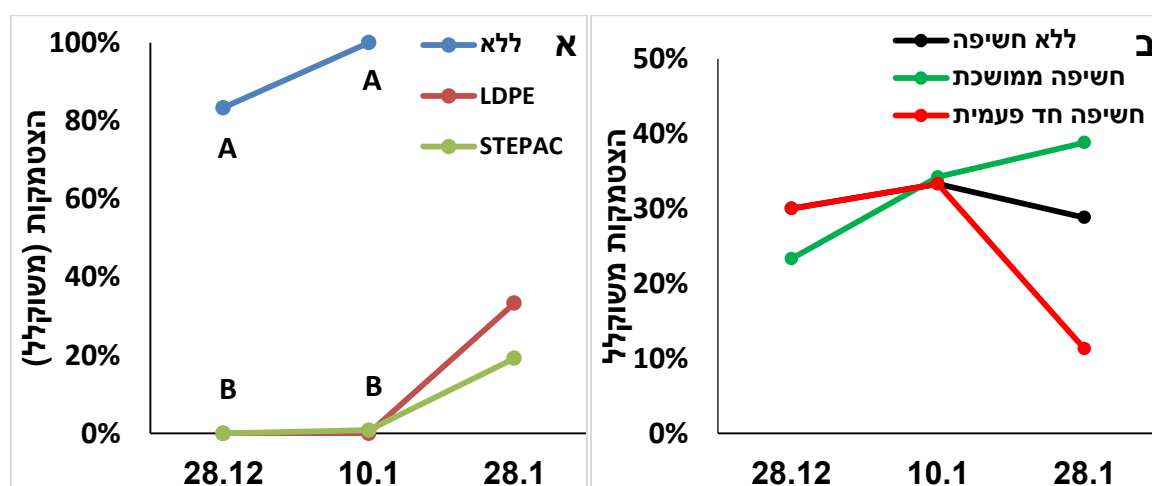
בכדי שניתן יהיה להתרשם מהשפעת הגורמים הנבחנים בניסוי זה, הוערכה בנפרד השפעתם של משטר יישום האתנול+חומץ והשפעת האריזה על הפרי בעבור כל אחד ממדדי האיכות.

נשימת הפרי - בתחילה הצטברו ריכוזי CO_2 גבוהים בשקית סטפק יחסית ליתר התנאים, אולם הצפי היה לריכוזים גבוהים מכך על פי נסיון העבר (איור 2א). יתכן ונוצרו חורים בשקית שמנעו את התפתחות האווירה, על אף שלא הבחנו בכך. לא היו הבדלים בהשפעת משטר החשיפה לאדי אתנול+חומץ (איור 2ב) על ריכוזי CO_2 בסביבת הפרי.



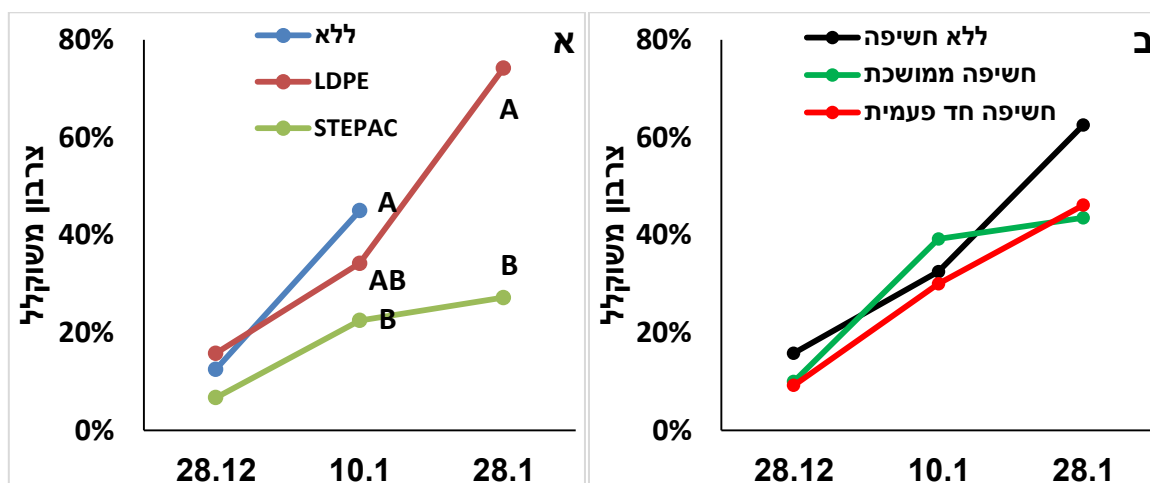
איור 2: ריכוזי CO_2 בסביבת הפרי בהשפעת א. האריזה ב. משטר חשיפה לאדי אתנול+חומץ. עבור כל נקודה $n=3$. לא נמצאו הבדלים מובהקים ($p < 0.05$) בין תנאי החשיפה או בין האריזות השונות.

הצטמקות - פרי ללא אריזה הצטמק במידה רבה במובהק מאשר הרימונים שנארו בשקיות שעיקבו תהליך זה (איור 3א). כל הפרי הערום היה מצומק בחומרה רבה בתום 20 ימים מתחילת האחסון. למשטר החשיפה לאדי אתנול+חומץ לא נמצאה השפעה מובהקת ומגמתית על הצטמקות הפרי (איור 3ב).



איור 3: הצטמקות הפרי בהשפעת א. האריזה ב. משטר חשיפה לאדי אתנול+חומץ. עבור כל נקודה $n=3$. A-B - להבדל מובהק בין אריזות ($p < 0.05$). לא נמצאו הבדלים בין תנאי החשיפה.

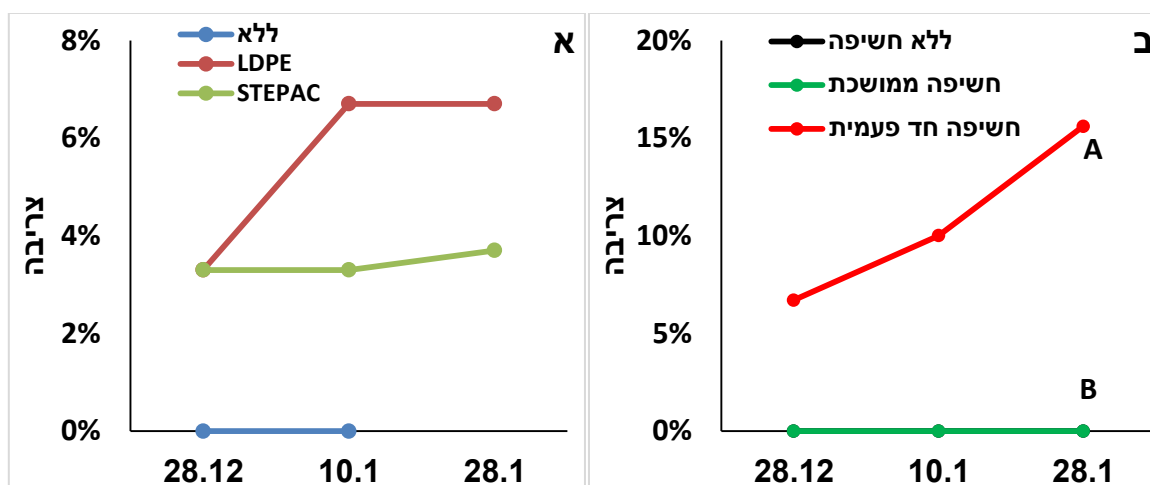
צרבון (% משוקלל) - אריזה בשקיות סטפק עוכב הצרבון במובהק מיתר הטיפולים ובמיוחד יחסית לשקית LDPE (איור 4א). יתכן והצטברות ה- CO_2 עיכבה את התפתחות הנזק בשקית זו. למשטר החשיפה לאדי אתנול+חומץ לא נמצאה השפעה מובהקת ומגמתית על הצרבון בפרי (איור 4ב).



איור 4: אחוז הצרבון (משוקלל) בהשפעת א. האריזה ב. משטר חשיפה לאדי אתנול+חומץ. עבור כל נקודה $n=3$.

A-B - להבדל מובהק בין אריזות ($p < 0.05$). לא נמצאו הבדלים בין תנאי החשיפה.

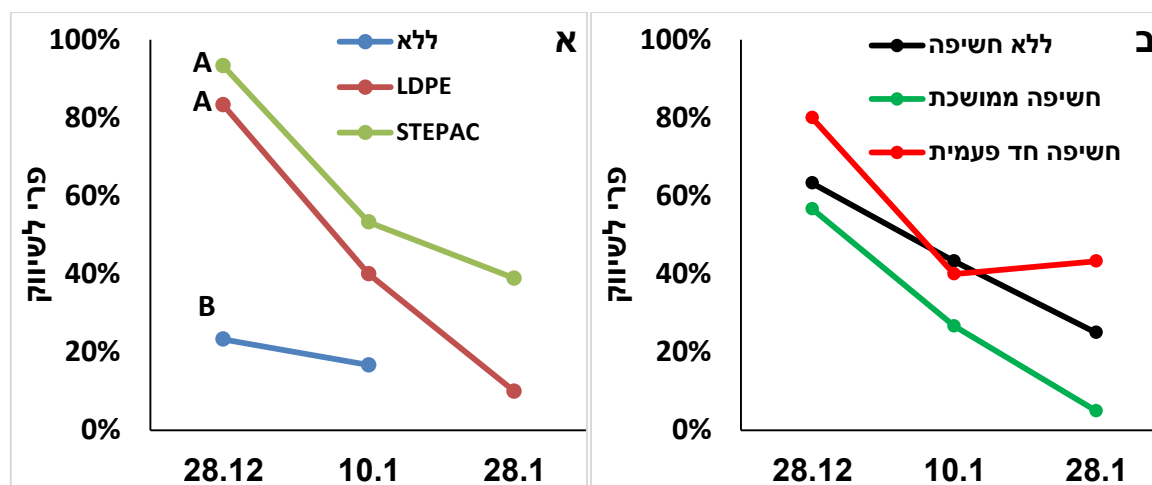
צריכה - בפרי שנחשף באופן חד פעמי לאדי אתנול+חומץ בריכוז גבוה נמצאו יותר נזקי צריכה במובהק מיתר הטיפולים בהם לא זוהה פגם זה כלל (איור 5). לאריזת הפרי היתה השפעה מסוימת שאינה מובהקת על שכיחות פגם זה ובמיוחד ברימונים שנארוזו בשקית LDPE (איור 5).



איור 5: אחוז הפירות עם צריכה בהשפעת א. האריזה ב. משטר חשיפה לאדי אתנול+חומץ. עבור כל נקודה $n=3$.

A-B - להבדל מובהק בין משטרי החשיפה ($p < 0.05$). לא נמצאו הבדלים בין האריזות.

אחוז פרי ראוי לשיווק - אחוזים גבוהים יותר של פרי לשיווק נמצא בשקיות עם יתרון לאלו שנארוזו בשקיות סטפק אשר נשמר עד לסיום האחסון. בפירות שנחשפו באופן ממושך לאדי אתנול+חומץ היה פחות פרי לשיווק מיתר הטיפולים אם כי לא במובהק (איור 6).



איור 6: אחוז הפרי הראוי לשיווק בהשפעת א. האריזה ב. משטר חשיפה לאדי אתנול+חומץ. עבור כל נקודה $n=3$. A-B - להבדל מובהק בין אריזות ($p<0.05$). לא נמצאו הבדלים בין תנאי החשיפה.

דיון וסיכום

בעבודה זו נבדקה האפשרות לעכב את התפתחות הרקבונות מבוטריטיס ברימונים במהלך האחסון באמצעות שילוב של שתי שיטות: האחת שימוש בתערובת של אדי אתנול+חומץ שדווח בעבר על עיכוב רקבונות בפרי באמצעות כל אחד מהם בנפרד (Sholberg and Gaunce 1995; Chervin et al., 2005), והשנייה אריזה בשקיות אווירה מתואמת בהן מעוכבת התפתחות הפטריה הודות להצטברות CO_2 עקב נשימת הפרי. הפרי המתין בקירור לתחילת הניסוי במשך כחודש וחצי עקב מחסור בנבגי הפטריה בוטריטיס וכפי הנראה נחלש ואיכותו פחתה. כלומר, הניסוי החל עם פרי שאינו טרי, חזק ואיכותי כמו בקטיף. להלן הממצאים העיקריים:

במרבית המקרים ההשפעה העיקרית על תכונות הפרי היתה של האריזה עם יתרון לזו של סטפק על פני פרי חשוף או פרי שנארז בשקית LDPE ששמרה על לחות. פרי שנארז בשקית סטפק היה יותר איכותי עקב פחות צרבון ואחוזים גבוהים יותר פרי ראוי לשיווק.

השפעה מובהקת של משטר החשיפה לאדי אתנול+חומץ היתה בגרימת נזקי צריבה בשיעורים גבוהים במובהק כשהחשיפה היתה חד פעמית ובריכוז גבוה. יתכן וריכוז זה גבוה מדי וראוי לבחון מינון נמוך מכך או חשיפה קצרה מ-24 שעות.

לסיכום, לאריזה בשקית אווירה מתואמת של סטפק היה יתרון בשמירת איכות הפרי. אולם, עיכוב הרקבונות היה יעיל בשקית זו רק בשילוב עם חשיפה חד פעמית ובריכוז גבוה שעלולה לפגוע באיכות הפרי.

הצעות להמשך מחקר

1. לבחון שקיות אווירה מתואמת נוספות שייצרו מגוון של תנאי אווירה ויתכן ויעכבו טוב יותר את התפתחות הרקבונות.
2. לבחון חשיפה חד פעמית קצרה יותר או בריכוז נמוך מ-1000 ח"מ של תערובת החומרים.
3. לבחון חשיפה לחומרים "ידידותיים" נוספים להם פוטנציאל לעיכוב רקבונות.

ספרות

- Sholberg, P.L. and Gaunce, A.P., 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. *HortScience*, 30(6), pp.1271-1275.
- Chervin, C., Westercamp, P. and Monteils, G., 2005. Ethanol vapours limit Botrytis development over the postharvest life of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 36(3), pp.319-322.

6. עיכוב רקבונות והסרת חומרי הדברה מרימוני 'וונדרפול' באמצעות טבילה באמבט אולטראסוני

מבוא

בשנים האחרונות מחפשים שיטות חלופיות וידידותיות לקוטלי הפטריות הסינטטיים. אחת האפשרויות היא שימוש בגלים אולטראסוניים בתדירות גבוהה ושידורם בתוך נוזל. תנועת הגלים בנוזל מייצרת בועות זעירות המתפוצצות ומכות במשטחי הפנים של גופים הטבולים בו והכח המכני הנוצר בתהליך זה מאופיין על ידי זרמים סילוניים המגרדים שכבות מיקרוניות משטח הפנים, שכבה אחר שכבה. תוצאות הגרוד של מיליארדי הבועות היא ניקוי השכבות החיצוניות של הגוף המוטבל לעומק המותנה בזמן ההשריה, כאשר תוצרי הגרוד נשארים בנוזל, מתפרקים או מתמוססים. בנוסף, אנרגיית הגלים מסוגלת להסיר נבגי פתוגנים, ואף שאריות של חומרי הדברה. שיטה ידידותית זו עשויה לעכב רקבונות בפרי ללא הצורך בשימוש בחומרי הדברה.

מטרות העבודה

למעבדה יש אמבט אולטראסוני גדול (320 ליטר) באמצעותו ניתן לבחון את שתי המטרות ברימונים מהזן 'וונדרפול':

1. לבחון את השפעת משכי חשיפה שונים לגלים אולטראסוניים על עיכוב רקבונות אחסון בפרי.
2. לבחון את הסרת חומרי ההדברה מפני הפרי המאוחסן טרם שיווקו.

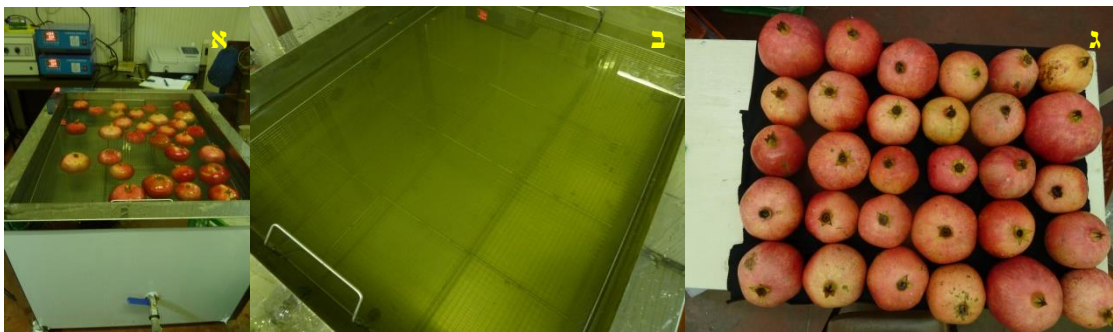
חומרים ושיטות

רימוני וונדרפול שנקטפו ממצובה בתאריך 18.10.16 נטבלו כמקובל מסחרית בבית אריזה הרקור בתכשיר סקולר 0.2% (בו החומר הפעיל פלודיאוקסוניל) ולאחר מכן קוררו ל-7°C במשך לילה. למחרת נאספו מ-4 מיכלים 150 פירות שחולקו ל-5 קבוצות בנות 30 פירות עבור כל טיפול אולטראסוני שנערך באמבט עם 320 ליטר מים (תמונה 1) כלהלן:

טבלה 1: משך הטיפול האולטראסוני וטמפרטורת מי הטבילה בתחילה ובסיום כל שלב.

הערות	טמפרטורת המים בשלבי הטיפול (°C)			משך הטיפול האולטראסוני (דקות)
	הפרש	סיום	התחלה	
טבילה למשך דקה במים	-0.1	22.5	22.6	0- בקורת.
	+0.1	22.6	22.5	1
	+0.5	23.1	22.6	5
	-	-	23.1	10
	-	25.7	-	15

לאחר כל טיפול אולטראסוני נשטף הפרי באמצעות מים זורמים למשך מספר שניות. הפרי מכל טיפול חולק ל-5 חזרות בנות 6 פירות, קורר במשך לילה ב-7°C ולאחר נעטף בשקיות LDPE לשמירה על תנאי לחות גבוהים באחסון.



תמונה 1: טיפול אולטראסוני ברימוני 'וונדרפול': א. הטיפול, ב. מי האמבט לאחר הטיפול, הפרי לאחר הטיפול.

בדיקות הפרי באחסון ובחיי מדף- איכות הפרי נבדקה בתום 3 חודשי אחסון (ב-26.1.2017) ונרשמו רקבונות ואופיינו גורמי הרקבון, צרבון על פי דרגות (בריא, קל, בינוני או קשה), עיפוש באבקנים. פרי רקוב נזרק ויתר הפירות נשמרו למשך שבוע בחיי מדף ב-20°C והוערכה איכותם באופן דומה. בדיקה כזו נערכה בשנית לאחר שבועיים וחצי מהוצאה מאחסון (15.2.17).

בדיקת שאריות פלודיאוקסוניל- במעבדה המוסמכת של חברת יתרולאב נבדקו שאריות חומרי הדברה בתוצרת חקלאית באמצעות GC/MS בשיטה המקובלת לכך. הבדיקה נערכה בפרי מהטיפולים הבאים: בקורת ללא טיפול- 3 מדגמים, לאחר חמש דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים - 5 מדגמים, לאחר 15 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים- 5 מדגמים. כל מדגם הכיל 3 פירות.

תוצאות ודיון

השפעת הטיפולים האולטראסוניים על רקבונות-

לאחר 3 חודשי אחסון נמצאו מעט רקבונות בפרי הבקורת ובפרי שנחשף לגלים אולטראסוניים במשך 15 דקות וביתר הטיפולים לא התפתח כלל רקבון (איור 1א). לאחר שבוע חיי מדף גברו הרקבונות בעיקר בפרי הבקורת ורק מעט היו ברימונים מיתר הטיפולים, אולם, בתום כשבועיים חיי מדף שיעור הרקבונות הגבוה ביותר נמצא בפרי שנחשף 15 דקות לגלים אולטראסוניים והנמוך ביותר ובמובהק בפרי שנחשף לאלו במשך 5 או 10 דקות.

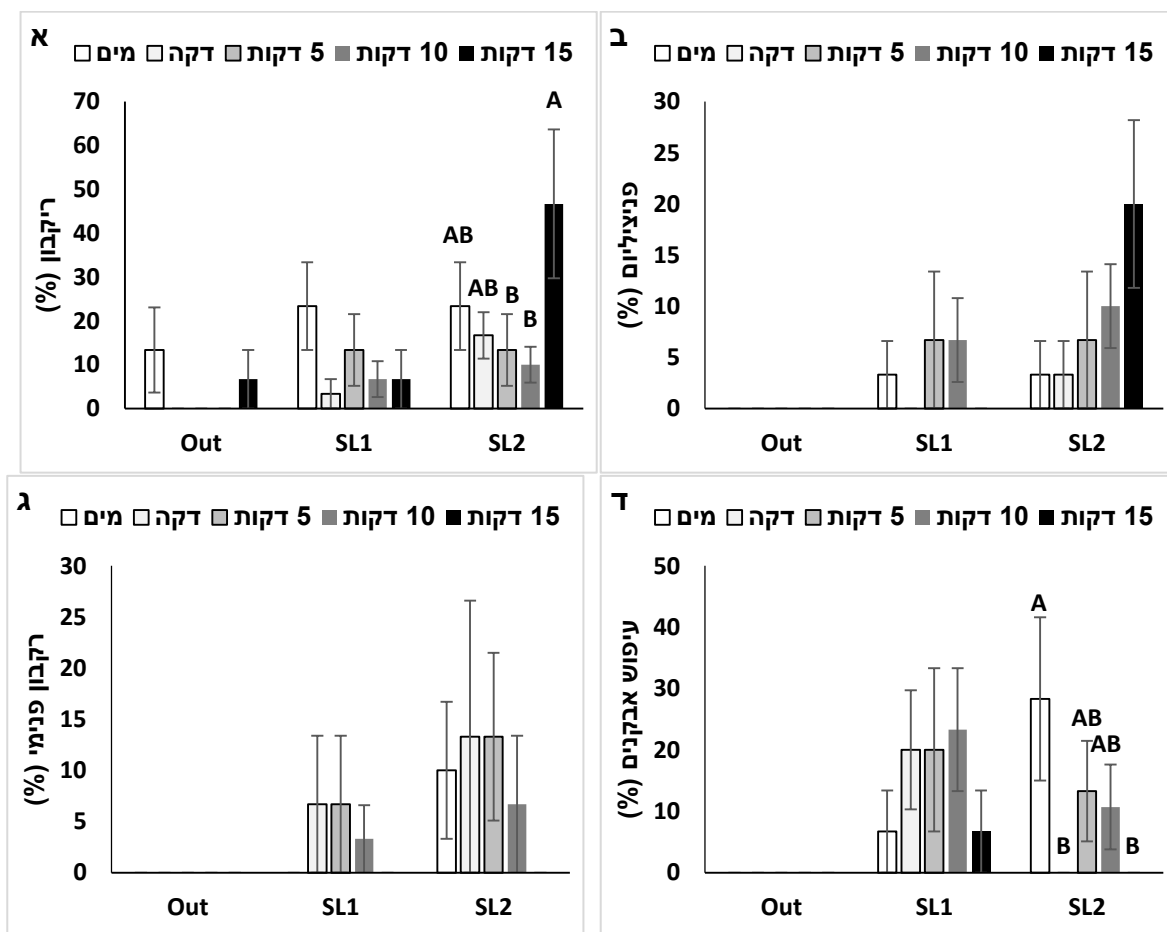
רקבונות מפניציליום נמצאו על פני הפרי ואלו גברו במהלך חיי מדף ונראתה מגמה של עליה בשיעוריו ככל שהחשיפה לגלים האולטראסוניים התארכה (איור 1ב).

רקבון פנימי נמצא בפרי ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל מועדי הבדיקה. יתכן שלא נמצאו רקבונות פנימיים בפרי שנחשף 15 דקות לגלים האולטראסוניים כיוון שתחילה נערך מיון למצבו החיצוני של הפרי אשר נזרק ללא פתיחה (איור 1ג עיפוש אבקנים בפירות הבריא לא נמצא בתום האחסון כלל ושיעוריו גברו בתום שבוע חיי מדף ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 1ד). לאחר כשבועיים חיי מדף עיפוש האבקנים היה בשיעורים הגבוהים ביותר בפרי הבקורת, אולם סך הפירות הבריא היה יחסית קטן בשלב זה ויתכן שתוצאות אלו מטעות ולכן לא יוסקו מסקנות מכך, בשלב זה.

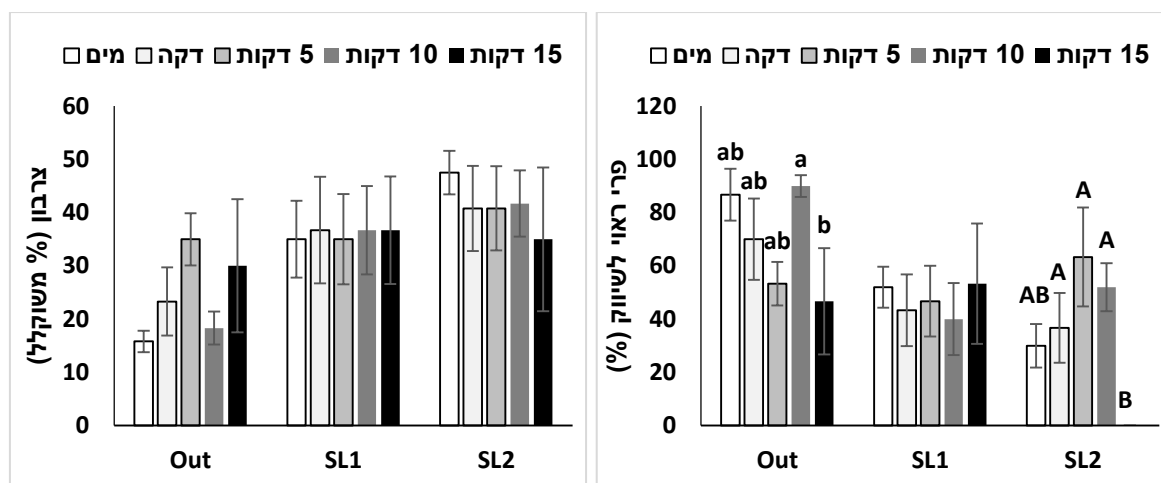
איכותו החיצונית של הפרי-

בפרי שאוחסן בתנאי אוויר אטמוספריים התפתח צרבון במהלך האחסון וללא השפעה של החשיפה לגלים אולטראסוניים על כך (איור 2א). השיעורים הגבוהים ביותר של פרי ראוי לשיווק נמצאו בתום 3 חודשי אחסון בהשפעת 10 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים ובמובהק מאשר פרי שנחשף ל-15 דקות, וזאת בעיקר עקב מקרי הרקבון (איור 2ב). נראתה מגמה לפיה עד ל-5 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים היתה ירידה בשעורי הפרי הראוי לשיווק ויתכן שהסיבה לכך היא התגברות מקרי הצרבון בפירות אלו (איור 2א). בתום שבוע חיי מדף לא נמצאו הבדלים בהשפעת הטיפול האולטראסוני על הפרי הראוי לשיווק, אך לאחר כשבועיים בחיי מדף לא נמצא פרי ראוי לשיווק באלו שנחשפו לגלים אולטראסוניים במשך 15 דקות, ובאלו שנחשפו ל-5 דקות היו שעורי הפרי הגבוהים ביותר, אך ללא הבדל מפרי הבקורת (איור 2ב).

הסרת פלודיאוקסוניל באמצעות גלים אולטראסוניים - הרימונים נטבלו בתכשיר סקולר 0.2% בבית האריזה מיד לאחר הקטיפה וזאת בהתאם להמלצות. ממצאי הבדיקה האנליטית העלו שרק במדגם אחד מפירות הבקורת נמצא פלודיאוקסוניל בריכוז של 1ppm ובכל יתר המדגמים לא נמצאו כלל שאריות ממנו (תוצאות לא מוצגות). ממצא זה מפתיע כיוון שציפינו לזיהוי של פלודיאוקסוניל בפירות הבקורת. על פי ממצא זה לא ניתן לקבוע אם ניתן להסיר את הפלודיאוקסוניל מהפרי בשיטה זו. כמו כן, בדיקת שאריות נערכה לאחר כחודש באחסון ויתכן שהיתה דעיכה מסוימת של החומר על אף שההנחה המקובלת היא שבמהלך האחסון בקירור דעיכה זו מעוכבת.



איור 1: השפעת משכי חשיפה שונים לגלים אולטראסוניים על: א. אחוז הרקבון, ב. אחוז הפרי עם רקבון מפניציליום, ג. אחוז הפרי עם רקבון פנימי, ד. אחוז הפרי עם עיפוש אבקנים, בתום שלושה חודשי אחסון ב-7°C ובחיי מדף ב-20°C. A-B - להבדל מובהק בין משכי האחסון במועד בדיקה ($p < 0.05$).



איור 2: השפעת משכי חשיפה שונים לגלים אולטראסוניים על: א. צרבון (%) משוקלל), ב. אחוז הפרי הראוי לשיווק, בתום שלושה חודשי אחסון ב-7°C ובחיי מדף ב-20°C. -A-B, a-b. להבדל מובהק בין משכי האחסון במועד בדיקה ($p < 0.05$).

סיכום ומסקנות

בניסוי ראשוני זה נבחנו שתי השפעות אפשריות של משך החשיפה לגלים אולטראסוניים: האחת, עיכוב התפתחות רקבונות במהלך אחסון של רימוני וונדרפול והשניה הסרת חומר ההדברה פלודיאקסוניל מהפרי.

חשיפת הרימונים לגלים אולטראסוניים למשכי זמן שונים לרוב לא נמצאו מובהקות אחד משמעות יחסית לבקורת אולם יתכן וניתן להצביע על מגמות מסויימות:

טיפול אולטראסוני למשך 5-10 דקות עיכב את התפתחות הרקבונות בתום כשבועיים חיי מדף לאחר האחסון, בעוד שבחשיפה ל-15 דקות מקרי הרקבון דווקא גברו (איור 1א).

ככל שמשך החשיפה לגלים האולטראסוניים התארך גברו הרקבונות כתוצאה מפניציליום (איור 1ב). פניציליום הוא רקבון שמתפתח על פצעים. מכאן, יתכן שהחשיפה הממושכת לגלים האולטראסוניים החלישה את שכבתו החיצונית של הפרי וכתוצאה מכך נוצרו סדקים, או שהיתה פגיעה בשכבה הקוטיקולרית של הפרי, ולכן היה קל יותר לפניציליום לתקוף ולהתפתח. אפשרות נוספת היא שהטיפול האולטראסוני משפיע על נבגי הפניציליום ובחשיפה ממושכת לגלים אלו הנבגים נובטים ביתר קלות ובשיעורים גבוהים יותר. המסקנה מתוצאות אלו היא שמשך הטיפול המועדף הוא 5-10 דקות ולא מעבר לכך. השפעה של משך הטיפול האולטראסוני תתכן על צרבון הקליפה שגבר עד ל-5 דקות, אך כעבור 10 דקות נצפתה ירידה בצרבון. ראוי להמשיך ולבחון זאת.

תוצאות הסרת הפלודיאקסוניל אינן מספקות כיוון שבפרי הבקורת כמעט שלא נמצא מהחומר והמסקנה העיקרית היא שאת הטבילה בחומר ההדברה הנבדק יש לבצע באופן מבוקר במעבדה ללא הסתמכות על בתי האריזה.

לסיכום, מתוצאותיו של ניסוי ראשוני זה נראה שניתן להשפיע על עיכוב הרקבונות במידה וחושפים את הרימונים למשך 5-10 דקות לגלים אולטראסוניים. להערכה של השפעת הטיפול על איכות הפרי נחוצה עבודה נוספת וכן לגבי הסרת חומרי הדברה מפני הפרי.

הצעות להמשך מחקר :

1. לחזור על ניסוי זה, עד ל-10 דקות חשיפה, עם כמות גדולה יותר של פרי.
2. לבחון הסרה של חומרי הדברה בתום האחסון.
3. לבחון שילוב של טיפולים/חומרים שעשויים להגביר את עמידות הפרי לרקבונות גם במהלך הטיפול האולטראסוני.