

ניסויים באחסון רימון

דוח ניסויים לעונת 2017

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

תודות

אנשי בתי הקירור:

ביא"ר 'הרקור' - רביב ישראלי, עמרי מייסטר, יעקב ממון ודבורה רוניצקי.

ביא"ר 'רפקור' - חביב אהרון, מירון ברניקר וצור קרידי.

מגדלי הפרי:

ג'וני- מטע מצובה.

טל דוד

קבוץ יראון

דקל כהן- מושבי הנגב, רני בר נס- מטע בצרון,

אפרתי יואב- זכרון יעקב, מאיר גיגי- משמר הירדן,

עודד ארמון- להבות הבשן.

שולחן מגדלי רימון-

מועצת הצמחים

על מימון הניסויים.

אנשי החברות:

'לידור' - ליאור הדס, אופיר נאות ורחלי יצחקי,

מרחב אגרו 'גדות' - שלמה גלידאי, חמי לינדנבוים, עופר לוי,

איציק שור, גיא עצמון, איתי רבינוביץ, ניזאר עבד אל-

אהדי, אלון צור.

Perfotec - איזבל ורהולסט.

ToPackIdeas - עמית ירון

עדנאן- Zoepak

עידן שמאי, מורן סיטי- חברת לוכסמבורג.

יסמין שגיב- חברת באייר.

יוסי שטרן ומשה יפה- חברת רימי להגנה"צ.

צחי וחגית- חברת יתרולאב, אגריאור

תודה לכל המעורבים בתיכנון, בעזרה ובביצוע של הניסויים!

נובמבר 2018

תקצירים

1. שיפור כושר השתמרותו ואיכותו של רימון מזן 'וונדרפול' בהשפעת מגוון תנאי אוויר מבוקר ומשטר הקירור.

בניסוי זה נבחנה איכות הפרי בהשפעת ריכוזי חמצן של 10%, הגבוהים מהמקובל באחסון באוויר מבוקר של רימון, בשילוב עם ריכוזי פחמן דו חמצני שונים (5% או 10%) באווירת האחסון וכבוקרת אוחסנו רימונים בתנאי אוויר רגיל (RA) או באוויר מבוקר כמקובל (CA) (כמפורט בחומרים ושיטות). בנוסף לכך, נבחן שילוב של קירור הדרגתי כדי לשפר את איכות הגרגר הודות לאיקלום הפרי לטמפרטורת האחסון. אחסון של רימוני וונדרפול בריכוזי חמצן של 2%-10% בשילוב עם פחמן דו חמצני עד לריכוז של כ-10% שמרו על איכותו החיצונית של הפרי בעוד שהקירור ההדרגתי כמעט ולא השפיע על איכותו של הפרי.

- לשמירה על איכות פנימית טובה של הפרי יש עדיפות לאחסון בתנאי אוויר מבוקר בהם אחוזי החמצן כ-10% ושריכוזי הפחמן דו חמצני לא יעלו על 5%.
- ברימוני וונדרפול שאוחסנו בריכוזי חמצן של 10% עוכבה הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד (ויתכן שגם מתנול) במיץ הפרי יחסית לאלו שאוחסנו ב-2% חמצן המקובל באוויר מבוקר. אולם, בשילוב עם ריכוזי פחמן דו חמצני גבוה (10%) נגרם נזק לפרי עקב הצטברות גבוהה מאוד של אצטאלדהיד באחסון ממושך.
- השפעתו של הקירור ההדרגתי על איכות הפרי החיצונית והפנימית היתה זניחה.
- על אף שמקור הפרי מארבעה מטעים שונים, כולם הושפעו באופן דומה מתנאי האחסון.

2. ריסוסי מטע בקוטלי פטריות בשילוב שקיות אוויר מתואמת למניעת רקבונות אחסון ברימוני 'וונדרפול'.

בניסוי זה נבחנה האפשרות להשתמש בריסוס במטע בחומרי הדברה למניעת רקבונות אחסון כתחליף לטבילה המקובלת בפונגיציד. גורם נוסף שנבחן היה שילוב של אריזת הפרי בשקית אוויר מתואמת (ZOE) שהודות לעליה בריכוז ה- CO_2 מעכבת את התפתחות הרקבונות. עיקרי הממצאים הראו שריסוסי מטע בתכשיר לונה אקספיריינס או בתכשיר סרנייד עיכבו את התפתחות הרקבונות במהלך האחסון בדומה לטבילה המסחרית המקובלת בסקולר. השילוב עם אריזה בשקיות אוויר מתואמת ZOE הפחיתה אף יותר את הרקבונות ותרמה לאיכותם של הפירות. לפי ממצאים אלו ניתן להימנע מטבילה של הרימונים בסקולר כמקובל במסחר ולכך מספר יתרונות בהם: הימנעות מהרטבת הפרי והשארות עודפי נוזל בכתר שעלולים לעודד רקבונות באחסון, קליטה מהירה של הפרי לקירור, הארכת אחסון הפרי בחודש ללא צורך בתנאי אוויר מבוקר. חשוב לציין שזוהי השנה הראשונה בה נבחן שילוב בין ריסוסי מטע לאריזה בשקיות אוויר מתואמת וראוי לחזור על כך לפחות עונה נוספת לפני ההחלטה לבחון זאת בקנה מידה גדול.

3. הפחתת ההסתדקות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס משקי של סופרלון והשפעתם

על התפתחות רקבונות במהלך האחסון.

בניסוי זה נבחנה השפעתו של ריסוס יחיד בסופרלון בריכוז של 0.05% על רימוני וונדרפול כשבועיים לפני קטיף שנמצא מיטבי בניסויים קודמים בצמצום סדקים והפחתת מקרי רקבון. הריסוסים נערכו בחמישה מטעים ברחבי הארץ מהצפון ועד לדרום במטרה לבחון האם טיפול זה מתאים לפירות מאזורי גידול שונים. בדיקת תכונות הרימונים ביום הקטיף הצביעו על שונות בין הפירות מהמטעים השונים במצב הבשלתם. להלן סיכום הממצאים העיקריים:

- הריסוס בסופרלון הפחית את הסדקים במיוחד במטעים בהם רגישות גבוהה לסדקי קליפה (זכרון יעקב ומשקי הנגב). בהתאמה נמצאה הפחתה ברקבונות על סדקים בפירות המאוחסנים.
 - ברימונים שרוססו בסופרלון נמצאו פחות רקבונות במובהק מאשר ברימוני הבקורת בתום האחסון והשפעה זו נשמרה במהלך חיי מדף.
 - הריסוס בסופרלון לא השפיע על רגישות הפרי לצרבון קליפה, אולם נמצאה הגברה מובהקת בפיטוטוקסיות. חשוב לציין שהפיטוטוקסיות היתה בחומרה קלה מאוד שאינה פוגעת במסחריות של הפרי.
 - ריסוס בסופרלון הגביר את שיעור הפרי הראוי לשיווק בתום אחסון ממושך.
- ממצאים אלו מאוששים את ממצאי הניסויים שנערכו בשנים קודמות לפיהם הריסוס בסופרלון מיטיב עם איכות הפרי המאוחסן הודות לצמצום סדקים בקליפה. יתכן שצמצום הסדקים בקליפה מפחית את נקודות החולשה בפרי דרכם יכולה הפטריה לחדור, להתבסס ולגרום לרקבון ובכך תרומתו של הריסוס בסופרלון בהפחתת מקרי הרקבון. ראוי להמליץ על ריסוס זה במיוחד במטעים עם היסטוריה של רגישות לסדקי קליפה. כמו כן, יתכן שריסוס זה יכול לשמש כטיפול מונע להסתדקות הרימונים עקב גשמי החורף הראשונים.

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

אולטראסוני (סיכום טיפולים אולטראסוניים ברימוני וונדרפול עונת 2017).

בשנים האחרונות מחפשים שיטות חלופיות וידידותיות לקוטלי הפטריות הסינטטיים. אחת האפשרויות היא שימוש בגלים אולטראסוניים בתדירות גבוהה ושידורם בתוך נוזל. שיטה זו ידידותית ועשויה לסייע בפתרון מספר בעיות אחסון ללא הצורך בשימוש בחומרי הדברה. באמצעות אמבט אולטראסוני גדול (בנפח של כ-320 ליטר) ניתן לבחון שתי מטרות ברימונים מהזן 'וונדרפול': 1. לבחון את השפעת משכי חשיפה שונים לגלים אולטראסוניים על מניעת רקבונות אחסון בפרי. 2. לבחון את הסרת חומרי ההדברה מפני הפרי המאוחסן טרם שיווקו. בעונת 2017 נערכו מספר ניסיונות לבחינת היתכנות השימוש בגלים אולטראסוניים לפתרון בעיות אלו כלהלן:

4.1 חשיפת רימוני וונדרפול לגלים אולטראסוניים ובשילוב עם טבילה בתכשיר 'דקוקליר' למניעת רקבונות אחסון.

4.2 חשיפת רימוני וונדרפול לגלים אולטראסוניים בטמפרטורות שונות למניעת רקבונות אחסון.

4.3 גלים אולטראסוניים להפחתת שאריות סקולר ברימוני וונדרפול.

הניסויים נערכו במטרה למצוא כיוונים אפשריים לתנאים מוצלחים שיבחנו בעונה הבאה ואת ממצאי הניסויים בגלים אולטראסוניים ניתן לסכם כלהלן:

מניעת רקבונות אחסון באמצעות גלים אולטראסוניים אפשרית בתנאים הבאים:

- חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות.
- ביצוע הטיפול האולטראסוני לרימונים ב-40°C.
- טבילה בדקוקליר לאחר החשיפה לגלים אולטראסוניים.
- להפחתת שאריות חומרי הדברה נחוץ טיפול אולטראסוני במשך יותר מ-2 דקות.

5. השפעת מידת הפרפורציה על איכות רימוני וונדרפול שנארזו בשקיות אווירה מתואמת

מתוצרת פרפוטק.

אחת משיטות האחסון המקובלות של רימונים מהזן 'וונדרפול' היא בשקיות אווירה מתואמת שמאפשרות הארכת האחסון עד לשלושה חודשים. הרכב הגזים שנוצר בשקית במהלך האחסון כתוצאה מנשימת הפרי מושפע מסוג הפולימר, עובי השקית, מידת הפרפורציה ותוספים שניתן להוסיף לשקית. יש מספר חברות בעולם שמייצרות שקיות כאלו שנבדלות בתכונותיהן. חברת Zoepac מישראל מייצרת שקיות שמותאמות באופן ספציפי עבור מגוון פירות וירקות וחברת Perfotec מהולנד שהשקיות שהיא מייצרת עשויות פולימר שהינו biodegradable ואלו נבדלות במידת החירור המיקרוני בהן (מיקרופורציה). בניסוי זה נבדקה השפעת מידת הפרפורציה על איכות רימונים באחסון. כל שקיות האווירה המתואמת שנבדקו הטיבו עם איכות הפרי בהשוואה לפירות הבקורת. הרכב הגזים שהתפתח בשקיות PT7500 וכן PT12500 היה דומה לשקיות Zoepac, שמתאימות לאחסון רימונים, אולם בשקיות PT1500 נוצרו ריכוזי פחמן דו חמצני גבוהים וריכוזי חמצן נמוכים שהלכו ועלו עם התארכות האחסון. בשקית זו לא התפתחו רקבונות כלל ואיכותו החיצונית והפנימית של הפרי היתה טובה מאוד. כמו כן, ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד במיץ מפרי זה היו הנמוכים ביותר ויתכן שבפירות אלו יהיו פחות טעמי לוואי שנובעים מנשימה אנארובית. ניסוי זה איפשר להתמקד בשקיות עם הפרפורציה המתאימה לאחסון רימונים וראוי להמשיך ולבחון את כושר ההשתמרות של הרימונים בשקיות PT1500 ואת השפעתן על מדדים נוספים בהם טעמו של הפרי.

תוכן העניינים

מס"ד	שם הניסוי	עמודים
1	שיפור כושר השתמרותו ואיכותו של רימון מזן 'וונדרפול' בהשפעת מגוון תנאי אוויר מבוקר ומשטר הקירור.	6-31
2	ריסוסי מטע בקוטלי פטריות בשילוב שקיות אווירה מתואמת למניעת רקבונות אחסון ברימוני 'וונדרפול'.	32-41
3	הפחתת ההסתדקות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס משקי של סופרלון והשפעתם על התפתחות רקבונות במהלך האחסון.	42-47
4	עיכוב רקבונות והסרת חומרי הדברה מרימוני 'וונדרפול' באמצעות טבילה באמבט אולטראסוני (סיכום טיפולים אולטראסוניים ברימוני וונדרפול עונת 2017).	48-54
5	השפעת מידת הפרפורציה על איכות רימוני וונדרפול שנארזו בשקיות אווירה מתואמת מתוצרת פרפוטק.	55-61

1. שיפור כושר השתמרותו ואיכותו של רימון מזן 'וונדרפול' בהשפעת מגוון תנאי אוויר מבוקר ומשטר הקירור

תקציר

בניסוי זה נבחנה איכות הפרי בהשפעת ריכוזי חמצן של 10% בשילוב עם ריכוזי פחמן דו חמצני שונים (5% או 10%) באווירת האחסון ובקורת אוחסנו רימונים בתנאי אוויר רגיל (RA) או באוויר מבוקר כמקובל (CA) (כמפורט בחומרים ושיטות). בנוסף לכך, נבחן שילוב של קירור הדרגתי כדי לשפר את איכות הגרגר הודות לאיקלום הפרי לטמפרטורת האחסון. אחסון של רימוני וונדרפול בריכוזי חמצן של 2%-10% בשילוב עם פחמן דו חמצני עד לריכוז של כ-10% שמרו על איכותו החיצונית של הפרי בעוד שהקירור ההדרגתי כמעט ולא השפיע על איכותו של הפרי.

- לשמירה על איכות פנימית טובה של הפרי יש עדיפות לאחסון בתנאי אוויר מבוקר בהם אחוזי החמצן כ-10% ושריכוזי הפחמן דו חמצני לא יעלו על 5%.
- ברימוני וונדרפול שאוחסנו בריכוזי חמצן של 10% עוכבה הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד (ויתכן שגם מתנול) במיץ הפרי יחסית לאלו שאוחסנו ב-2% חמצן המקובל באוויר מבוקר. אולם, בשילוב עם ריכוזי פחמן דו חמצני גבוה (10%) נגרם נזק לפרי עקב הצטברות גבוהה מאוד של אצטאלדהיד באחסון ממושך.
- השפעתו של הקירור ההדרגתי על איכות הפרי החיצונית והפנימית היתה זניחה.
- על אף שמקור הפרי מארבעה מטעים שונים, כולם הושפעו באופן דומה מתנאי האחסון.

מבוא

בעונות 2013, 2014 נבחנה השפעת האחסון בריכוזי 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 לריכוזי החמצן המקובל (2% חמצן). בעונה 2015 נבחנה השפעה של אחסון רימונים בריכוזי חמצן של 10% וכן בהעלאה הדרגתית של ריכוזי החמצן מ-2% ועד לכ-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 2016, חזרנו ובחנו את השפעת האחסון בתנאים בהם החמצן הוא 10% ובשילוב עם ריכוזי CO₂ שונים (2% או 5%) וזאת בהשוואה לשתי ביקורות: האחת רימונים שאוחסנו בתנאי אוויר רגיל (RA) והשנייה כאלו שאוחסנו באוויר מבוקר כמקובל (CA). כמו כן, נבחנה השפעת הטיפול ב-1-MCP כדי להפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון כגון צרבון בקליפה. נמצא שאחסון רימונים בריכוזי חמצן של כ-10% היטיב עם איכויותיהם החיצוניות והפנימיות מאלו שאוחסנו באוויר רגיל (RA, 20.9%O₂) או באוויר מבוקר (CA, 2% O₂) ולא ניתן ליחס השפעה מיטיבה או מזיקה על איכות הפרי לריכוזי ה-CO₂ 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 עימו. בעונה זו, 2017, נבחנו השפעות ריכוזי הפחמן דו חמצני (5% או 10%) עם 10% חמצן וכל הפרי טופל ב-MCP-1.

מטרת הניסוי

1. שמירת איכות רימוני וונדרפול בהשפעת תנאי האחסון ומשטר הקירור תוך מעקב אחר הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי,
2. בחינת משטר הקירור לשמירת איכות הפרי.

חומרים ושיטות

קטיף הפרי וטיפולים בבית האריזה- רימונים מהזן וונדרפול שנקטפו בתאריך 22.10.17 נטבלו בתכשיר ספורטק 0.2% בבית אריזה 'הר קור' (טל דוד, מצובה ויראון) נשמרו בכ-20°C עד למחרת והועברו למעבדה לאחסון. למחרת הגיע מ'רפקור' פרי מלהבות הבשן שנטבל יום קודם לכן בסקולר 0.1% למשך 30 שניות.

טיפול ב-MCP-1- בצהרי ה-23.10.17 טופל הפרי ב-MCP-1 0.9 ח"מ ב-Bin trail בכ-20°C עד למחרת (כ-24 שעות).

דיגום הפרי -מכל מטע (חזרה) נאספו 32 תיבות עם כ-12 פירות, שנעטפו בשקית LDPE מחוררת לאחר הקירור לשמירה על תנאי לחות גבוהים ואלו חולקו ל-2 קבוצות בנות 16 תיבות עבור שני משטרי קירור כלהלן :

א. קירור מהיר ל-7°C (במהלך לילה).

ב. קירור הדרגתי (GC-Gradual Cooling) - קירור מהיר ל-12°C ולאחר שבוע ל-10°C ולאחר שבוע נוסף ל-7°C. בהגעת הפרי ל-7°C (ב-8.11.17) חולקו תיבות הפרי מכל משטר קירור ל-4 קבוצות עבור תנאי אחסון שונים שהופעלו רק ב-16.11.17 (עקב החלפת אנלייזר) :

1. CA- אוויר מבוקר מסחרי (2%O₂, 5%CO₂). בפועל נמדד (2.7%O₂, 4.4%CO₂).
2. CA1- אוויר מבוקר חמצן גבוה (10%O₂, 10%CO₂). בפועל נמדד (9.7%O₂, 7.9%CO₂).
3. CA2- אוויר מבוקר חמצן גבוה (10%O₂, 2%CO₂). בפועל נמדד (9.4%O₂, 1.9%CO₂).
4. RA- אוויר רגיל- (20.6%O₂, 0.1%CO₂).

בדיקות הפרי:

בדיקות קטיף- נערכו ב-4 חזרות בנות חמישה פירות מכל מטע ביום הקטיף (טבלה 1).

בדיקות איכות בתום אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C- בכל מועד בדיקה (9, 13, 17, 21 שבועות מקטיף) הוצאו מכל אחד מתנאי האחסון 8 תיבות : 4 שקוררו הדרגתית ו-4 מקירור מהיר (תיבה מכל מטע=חזרה) והבדיקות נערכו על פי טבלה 1. בהוצאה מאחסון הוערכה איכותו החיצונית של הפרי בדגש על רקבונות והגדרת הגורם לריקבון, נוכחות צרבון וחומרתו (0-ללא, 1- צרבון קל, עד 25% מהפרי, 2-בינוני, 50%-26% מהפרי, קשה-100%-51 מהפרי). פרי בריא (שאינו רקוב) אוחסן עטוף 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), כשבנוסף נרשמה נוכחות של גרגרים חומים שמעידים על הזדקנותו. 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. תכולת אנטוציאנינים (520nm) והשחמה של מיץ הפרי (430nm/520nm) הוערכה במיץ שנמהל פי 4 באמצעות קריאה בספקטרופוטומטר. מבחן למראה וטעם גרגרי רימון נערך להשוואה בין תנאי האחסון בפרי שקורר הדרגתית ממטע טל דוד (4 מדגמי פרי בכל מבחן טעימה).

יצור הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד (וכן מתנול) נבדקו כל שבועיים במדגם של ארבעה פירות (חזרות) מכל טיפול (קירור מהיר או הדרגתי) מכל אחד מתנאי האחסון. מכל פרי נסחט מיץ (ארבע חזרות) שסורכו ולאחר הוקפאו 5 מ"ל במבחנת 50 מ"ל. למחרת נערכה בדיקת ייצור הנדיפים (אתנול, אצטאלדהיד). באופן דומה נבדקו הנדיפים בתום חיי מדף (מכל הוצאה) ממיץ שהוכן כמתואר לעיל.

איבוד המשקל- הפירות של מועד הבדיקה האחרון נשקלו בכל חודש וכן לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C במועד הבדיקה האחרון.

אף אלקטרוני- בתום 5 חודשי אחסון ושבוע חיי מדף ב-20°C נדגמו 2 מ"ל מיץ רימון מכל חזרה שנאטמו בויל זכוכית בנפח 20 מ"ל ונשמרו בהקפאה עד לבדיקת פרופיל הנדיפים במכללת תל חי באמצעות אף אלקטרוני. האף מדגם PEN 3 של חברת Airsense שבנוי מסט של 10 חיישני Metal Oxide (MOS). החומרים הנדיפים נקלטים ע"י חיישני המכשיר ומייצרים תגובה של חמצון-חיזור על פני המתכת המוליכה בחיפוש בסיוע של חום גבוה (מעל 300 מע"צ). כל חיישן מגיב מעט שונה בהתאם למבנה המתכת והטמפר' סביב החיישן. לפני ואחרי מדידה החיישנים נשטפים בזרם אוויר מסונן לקבלת רקע נקי מנדיפים. הסיגנל שהתקבל לכל חיישן הוא ערך הקריאה מעל הדוגמא ביחס לערך של הרקע (זרם האוויר שעבר לפני המדידה).

טבלה 1: בדיקות הפרי במועדים השונים:

הבדיקה	קטיף	הוצאה מאחסון	שבוע בחיי מדף
שקילה (להערכת איבוד משקל)	+	+	+
% כיסוי אדום	+	+	+
צבע גרגר (1-5)	+	+	+
*צבע מיץ (קולורימטר)	+	+	+
*% כ.מ.מ.	+	+	+
*%חומצה מטוטרת (ציטרית) ו-pH	+	+	+
אנטוציאנינים והשחמה של המיץ	+	+	+
איכות חיזונית (דגש על רקבונות, צרבון)	+	+	+
איכות פנימית (רקבון, השחמת מחיצות, גרגרים חומים)	+	+	+
*אתנול + אצטאלדהיד	+	+	+
אף אלקטרוני	+	+	+
טעם	+	+	+

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 והפחמן דו חמצני נבדקו ברגרסייה לינארית. בנוסף נערך ניתוח PCA להערכה כללית של השפעת תנאי הניסוי וכן של הנדיפים במיץ הפרי.

תוצאות ודיון

מצב הבשלת הרימונים בקטיף:

צבע הקליפה של הרימונים בקטיף היה אדום ברובו עם מעל ל-70% כיסוי אדום בקליפה ובעיקר בפירות מטל דוד שאף היו עם כ-90% כיסוי אדום (טבלה 2). לגרגרי הרימונים שנקטפו ממצובה היה הצבע הכהה ביותר בעוד שבפרי מיתר המטעים לא מומש מלוא פוטנציאל הצבע של הגרגר (ערך 5). הרימונים מכל המטעים נקטפו עם תכולת כ.מ.מ. גבוהה מ-16% שמהווה סף לקטיף של פרי לאחסון. תכולת החומצה הציטרית בפרי ממצובה היתה כ-1.3% וגבוהה במובהק מאשר ביתר המטעים ובהתאמה לכך, יחס ההבשלה של פרי ממטע זה היה נמוך במובהק. ה-pH של מיץ הפרי מלהבות הבשן היה הגבוה ביותר ולכך תתכן השפעה על צבע המיץ כפי שבא לידי ביטוי בכמה מערצוי הצבע. למשל, גוון המיץ היה פחות אדום בפרי ממצובה על פי ערכי a^* ו- h^o ורווייתו נמוכה על פי ערוץ C. על פי הבליעה באורך גל 520nm, שמייצג את הבליעה של האנטוציאנינים שתורמים לצבע המיץ, נראה שתכולתם בפרי ממצובה היא הגבוהה ביותר, כפי שנמצא גם בהערכת צבע הגרגר, והנמוכה ביותר בפרי ממטעי טל דוד ולהבות הבשן. לסיכום, הפירות מכל המטעים נקטפו במצב הבשלה מתקדם המתאים לאחסון על אף הבדלים בתכונותיהם.

טבלה 2: מדדי הבשלה של רימונים ביום איסוף הפרי (ממוצע $\pm$ ש.ט., $n=4$)

מדד הבשלה	מקור הפרי				ממוצע
	טל דוד	מצובה	יראון	להבות הבשן	
כיסוי אדום	89 $\pm$ 1A	75 $\pm$ 1 C	70 $\pm$ 3 BC	78 $\pm$ 2B	78 $\pm$ 2
צבע גרגר	3.8 $\pm$ 0.2B	4.9 $\pm$ 0.1 A	4.1 $\pm$ 0.2 B	3.8 $\pm$ 0.1B	4.2 $\pm$ 0.1
כ.מ.מ. (%)	18.5 $\pm$ 0.1 A	16.6 $\pm$ 0.1 D	17.2 $\pm$ 0.1 C	18.1 $\pm$ 0.1 B	17.61 $\pm$ 0.19
חומצה ציטרית (%)	0.96 $\pm$ 0.02 B	1.29 $\pm$ 0.08 A	0.99 $\pm$ 0.03 B	0.94 $\pm$ 0.01 B	1.05 $\pm$ 0.04
יחס הבשלה	19.3 $\pm$ 0.5 A	13.1 $\pm$ 0.8 B	17.5 $\pm$ 0.4 A	19.2 $\pm$ 0.3 A	17.2 $\pm$ 0.7
pH	3.28 $\pm$ 0.02 B	3.22 $\pm$ 0.01 B	3.34 $\pm$ 0.05 AB	3.42 $\pm$ 0.06 A	3.31 $\pm$ 0.03
L*	16.16 $\pm$ 0.07 B	16.13 $\pm$ 0.12 B	16.53 $\pm$ 0.17 A	16.1 $\pm$ 0.07 B	16.23 $\pm$ 0.07
a*	2.86 $\pm$ 0.2 A	1.87 $\pm$ 0.11 B	2.77 $\pm$ 0.1 A	2.79 $\pm$ 0.21 A	2.57 $\pm$ 0.13
b*	3.51 $\pm$ 0.09 A	3.16 $\pm$ 0.03 B	3.49 $\pm$ 0.02 A	3.57 $\pm$ 0.14 A	3.43 $\pm$ 0.06
C*	4.53 $\pm$ 0.19 A	3.67 $\pm$ 0.05 B	4.46 $\pm$ 0.06 A	4.53 $\pm$ 0.23 A	4.3 $\pm$ 0.12
h ^o	50.96 $\pm$ 1.51 B	59.48 $\pm$ 1.53A	51.59 $\pm$ 1.01 B	52.12 $\pm$ 1.42 B	53.54 $\pm$ 1.09
520 nm	1.11 $\pm$ 0.1 C	2.41 $\pm$ 0.14 A	1.83 $\pm$ 0.26 B	1.13 $\pm$ 0.1 C	1.62 $\pm$ 0.16

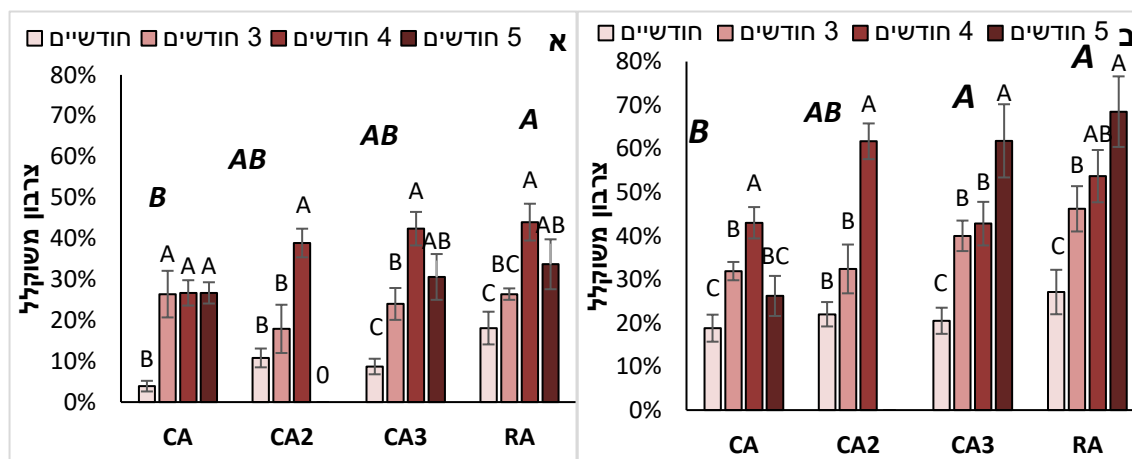
A-C - להבדל מובהק במדד הנבדק בין מטעים ($P < 0.05$).

איכות חיצונית של הרימונים בתום האחסון:

צרבון קליפה-

השפעת תנאי האחסון- נזק מצרבון בקליפה נמצא במיוחד ברימונים שאוחסנו באוויר אטמוספרי RA (איור 1א) שגבר בחיי מדף (איור 1ב) ובמידה הפחותה ביותר באלו שאוחסנו בתנאי אוויר מבוקר המקובלים CA1 (2%O₂, 5%CO₂) (תמונה 1). הצרבון בפירות אלו לא נבדל מיתר תנאי האוויר המבוקר, CA1 (10%O₂, 10%CO₂) ו-CA2 (10%O₂, 2%CO₂), בהם ריכוז החמצן היה 10%, אך ניכר שריכוז גבוה של CO₂ 10% עודד את הנזק בחיי מדף. ההנחה היא שצרבון הוא נזק כימיוני, אך לא נראה הבדל מובהק של השפעת ריכוזי החמצן על כך בפרי שאוחסן באוויר מבוקר בטווח הריכוזים 2%-10%.

השפעת הקירור ההדרגתי- לא היתה השפעה מובהקת של משטר הקירור על הצרבון (תוצאות אינן מוצגות). לסיכום, ניתן לעכב את הצרבון בהפחתת ריכוז החמצן לכ-10% מבלי להעלות את ריכוז ה-CO₂ אל מעבר ל-5% ללא השפעה של משטר הקירור על הפגם.



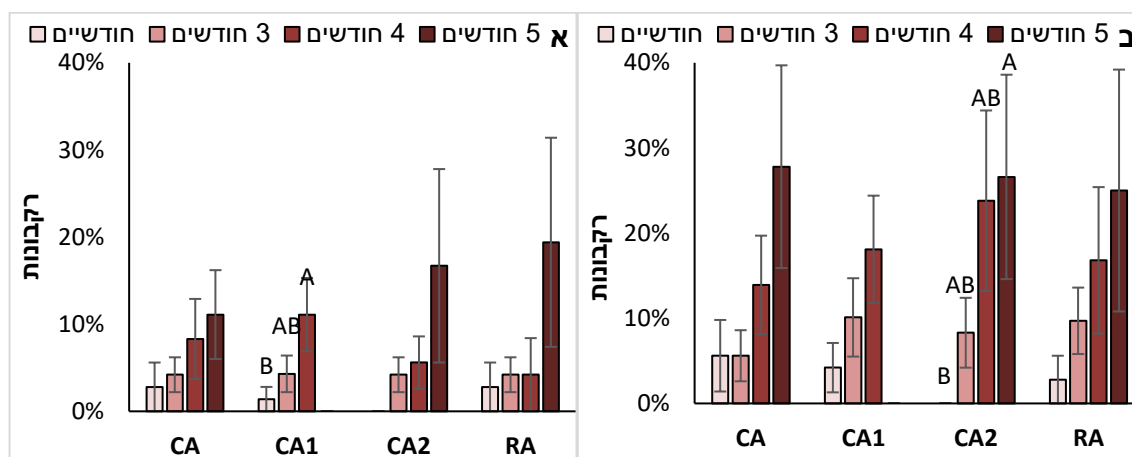
איור 1: אחוז צרבון משוקלל (ממוצע $\pm$ ש.ט, n=8) בקליפת רימונים מתנאי אחסון שונים (א) בהוצאה

מאחסון, (ב) לאחר 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, 10%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

רקבונות- שיעור הרקבונות גבר עם התארכות האחסון (איור 2א) והחמיר במהלך חיי מדף (איור 2ב), ללא הבדל מובהק בין תנאי האחסון. שיעור הרקבונות נשמר נמוך גם לאחר חיי מדף כשהפרי אוחסן בתנאי ה-CA המקובלים 2%O₂, 5%CO₂ ולא עלה על 6% במהלך 3 חודשי אחסון וכפי הנראה בתנאים אלו עיכוב הרקבונות יעיל. לא היתה השפעה של הקירור ההדרגתי על פגם זה (לא מוצג).



איור 2: שיעור הרקבנות (ממוצע $\pm$ ש.ט, $n=8$) של רימוני וונדרפול מתנאי אחסון שונים (א) בהוצאה

מאחסון, (ב) לאחר שבוע חיי מדף ב- 20°C . לא נמצאו הבדלים מובהקים בין תנאי האחסון ($p < 0.05$).

A-B - להבדל מובהק בשיעור הרקבנות בין משכי האחסון באותם התנאים ($p < 0.05$).

CA- $2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$; CA1- $10\%\text{O}_2$, $10\%\text{CO}_2$; CA2- $10\%\text{O}_2$, $2\%\text{CO}_2$; RA- $20.9\%\text{O}_2$, $0.04\%\text{CO}_2$

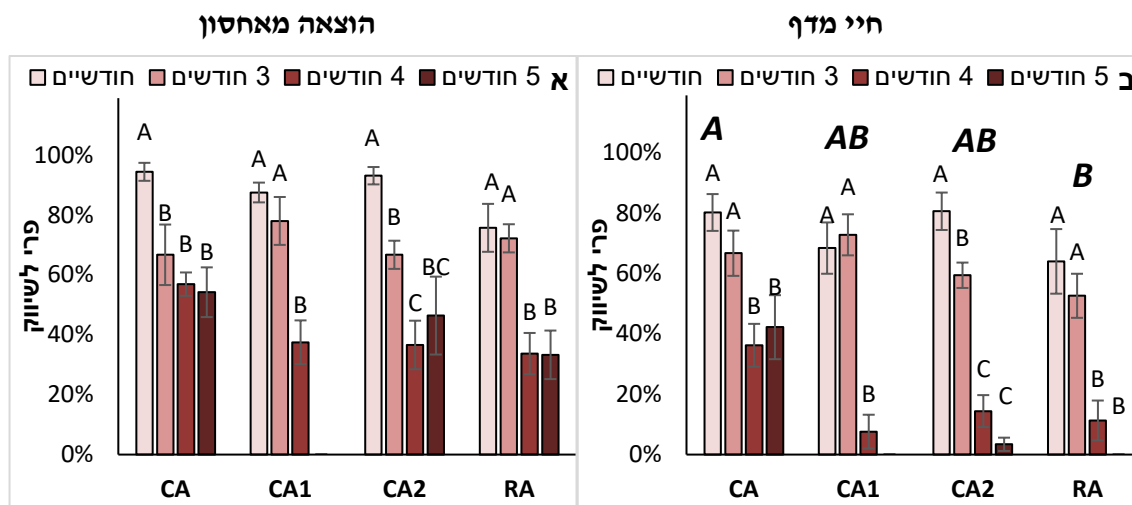
פרי ראוי לשיווק- בקטגוריה זו נכלל פרי בריא או עם פגם של צרבון בחומרה קלה בלבד. אחוזי הפרי לשיווק פחתו ככל שהתארך האחסון ובמיוחד החל מהחודש הרביעי ויותר מכך בחיי מדף (איור 3א, 3ב).

השפעת תנאי האחסון - ברימונים שאוחסנו באוויר מבוקר לא נמצאו הבדלים מובהקים בשיעורי הפרי הראוי לשיווק, אם כי בפרי שאוחסן בתנאי ה-CA המקובלים, $2\%\text{O}_2$, $5\%\text{CO}_2$, נמצאו השיעורים הגבוהים ביותר של פרי הראוי לשיווק בתום חיי מדף ויתכן שבתנאים אלו הירידה באיכות הפרי היא הפחותה ביותר. כשהרימונים אוחסנו בתנאי אוויר רגיל (RA) נמצאו פחות מהם ראויים לשיווק ובמיוחד לאחר חיי מדף.

הערה: לאחר 5 חודשי אחסון שינתה את צבעה קליפת הרימונים שאוחסנו בתנאי CA1 בריכוזי חמצן ופחמן דו-חמצני גבוהים ($10\%\text{O}_2$, $10\%\text{CO}_2$) וכן נדף מהם ריח רע. תופעות אלו פסלו את הפרי לשיווק ובהמשך ננסה להבין את הסיבות לפגם זה.

השפעת הקירור ההדרגתי - קצב הקירור לא השפיע על שיעור הרקבנות או הפרי הראוי לשיווק (לכן ניתוח הנתונים נערך ללא הפרדה של משטר הקירור).

לסיכום, בכדי לקבל שיעור גבוה של פרי ראוי לשיווק רצוי לאחסן את הפרי בתנאי אוויר מבוקר וקירור הדרגתי לא תורם לכך. בתנאים של $10\%\text{O}_2$, $10\%\text{CO}_2$ עלול להופיע נזק למראה הפרי באחסון ממושך.



איור 3: שיעור הפרי הראוי לשיווק (ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=8$) של רימוני וונדרפול מתנאי אחסון שונים (א)

בהוצאה מאחסון, (ב) לאחר שבוע חיי מדף ב- 20°C .

A-B - להבדל מובהק בשיעורי הפרי לשיווק בין תנאי האחסון ($p<0.05$).

A-B - להבדל מובהק בשיעורי הפרי בין משכי האחסון באותם התנאים ($p<0.05$).

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

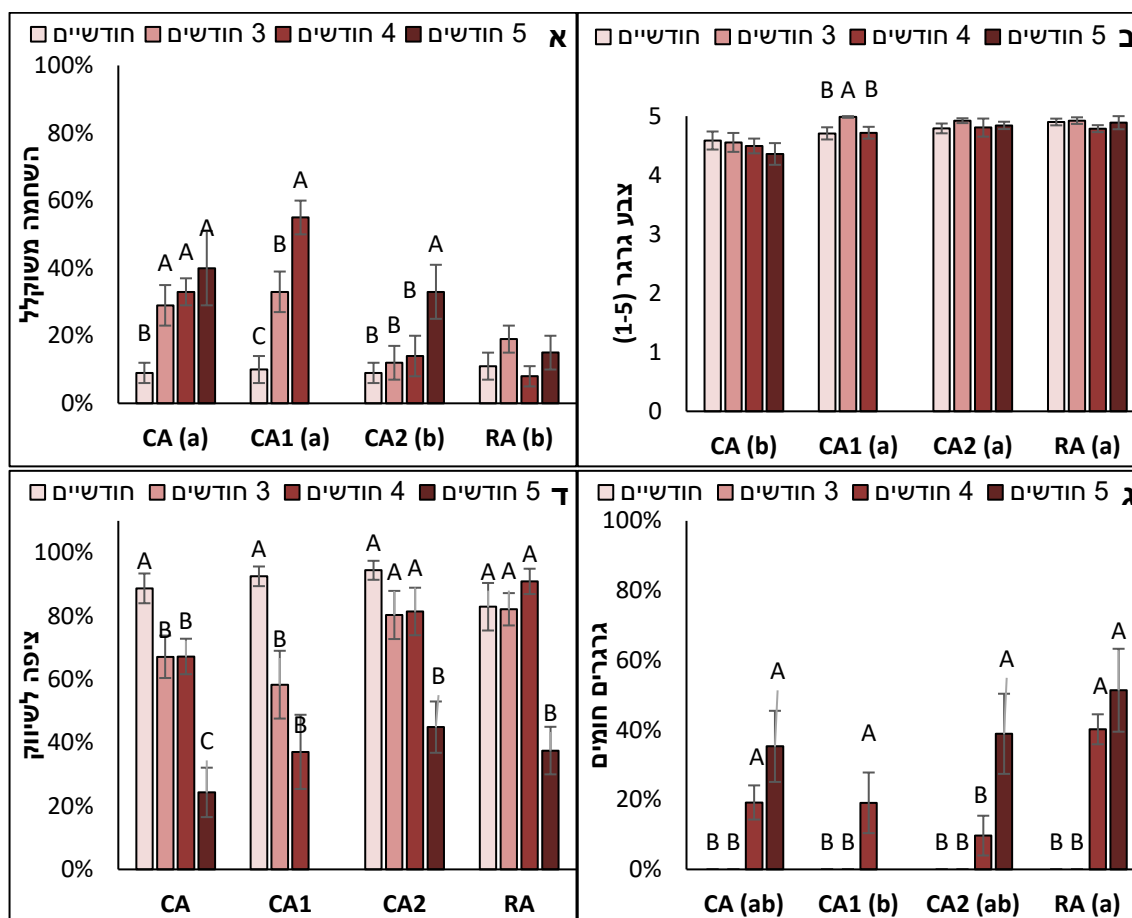
איכות הפנימית של הרימונים -

המחיצות הבהירות שמפרידות בין גרגרי הרימון עלולות להשחים באחסון ובחיי מדף ולפגום באיכות הפנימית של הפרי ובמראה הגרגר. השחמת המחיצות עלתה עם התמשכות האחסון ובמיוחד בין החודש השני לשלישי, ופחות בפרי שאוחסן באוויר רגיל (RA) או בתנאי אוויר מבוקר CA2 (איור 4א, תמונה 1). צבע הגרגר נותר ללא שינוי ניכר במהלך האחסון (איור 4ב) וגרגרים בגוון חום שמעיד על התחמצנות והזדקנותם, הופיעו מ-4 חודשי אחסון ובעיקר בתום 5 חודשים (איור 4ג). כל אלו הפחיתו את שיעורי הפרי עם איכות פנימית תקינה לשיווק באחסון הממושך (איור 4ד).

השפעת תנאי האחסון - כשריכוז החמצן גבוה ופחמן דו חמצני יחסית נמוכים (עד 2%, כמו ב-RA או CA2) חומרת השחמת המחיצות היתה נמוכה במובהק, יחסית ליתר התנאים בהם הפחמן דו חמצני היה 5% או 10% (CA או CA1, בהתאמה). אחסון בתנאי אוויר מבוקר כמקובל (CA) פגם בצבע הגרגר במובהק מיתר תנאי האחסון, אולם בפרי שאוחסן באוויר רגיל (RA) נמצאו יותר פירות עם גרגרים חומים, כפי הנראה כתוצאה מתהליכי חמצון, וזאת בהתאמה לממצאי המחקרים משנים הקודמות. על פי ממצאים אלו נראה שהאיכות הפנימית הטובה ביותר היתה בפרי שאוחסן בתנאי CA2 (2%CO₂, 10%O₂), בהם אחוזי הפרי עם ציפה ראויה לשיווק נשמרו גבוהים גם לאחר 4 חודשי אחסון תוך שמירה על צבע גרגר יפה ומעט גרגרים חומים.

השפעת הקירור ההדרגתי - ככלל, הקירור ההדרגתי לא השפיע במובהק על איכותו הפנימית של הפרי 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% ושריכוזי הפחמן דו חמצני לא יעלו על 5%.



איור 4: מדדים לאיכותם הפנימית של רימוני וונדרפול (ממוצעים $\pm$ ש.ת., $n=8$) בהשפעת תנאי האחסון ולאחר משכי אחסון שונים ושבע נוסף בחיי מדף ב- 20°C . א. דרגת השחמה המחיצות, ב. צבע הגרגר, ג. פירות עם גרגרים חומים, ד. פרי עם איכות פנימית ראויה לשיווק. (ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=8$). A-B להבדל מובהק בשיעורי הפרי בין משכי האחסון באותם התנאים ($p<0.05$). CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 10%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

תכונות מיץ הפרי:

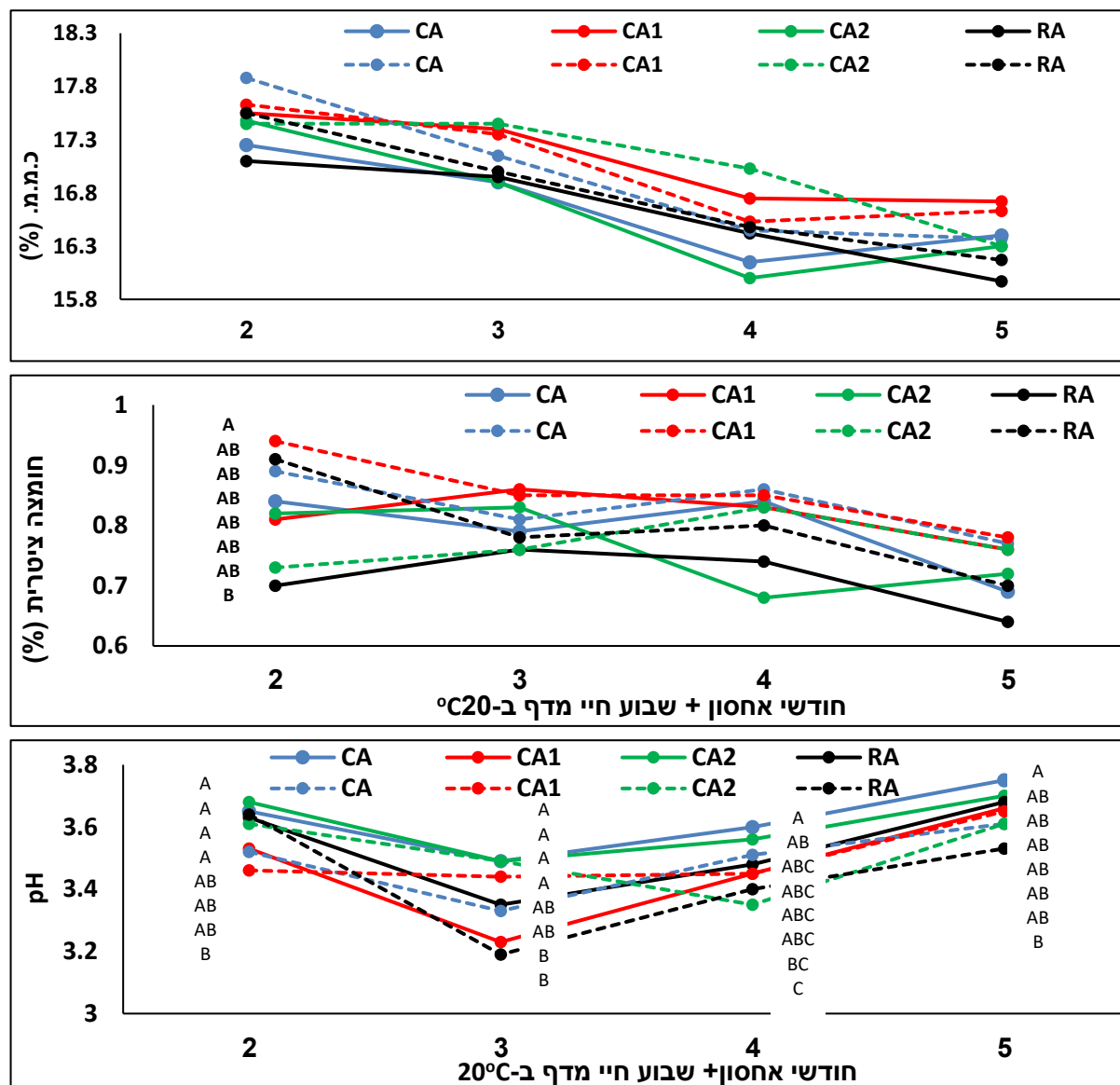
תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית וה-pH במיץ הפרי-

תכולת הכ.מ.מ.- תכולת הכ.מ.מ. פחתה עם התארכות האחסון בכל הטיפולים וללא הבדלים מובהקים ביניהם (איור 5א). ברימונים מאוויר רגיל (RA) פחתו ריכוזי הכ.מ.מ. במידה הרבה ביותר בתום האחסון הממושך והפחותה ביותר באלו שאוחסנו בתנאי CA1 (10%O₂, 10%CO₂). יתכן שהסיבה להבדלים הוא בקצב ניצול הסוכרים כמקור אנרגיה לנשימת הפרי באופן שונה בתנאי האחסון. לקירור ההדרגתי לא היתה השפעה מגמתית על ריכוזי הכ.מ.מ. בתנאי האחסון השונים.

תכולת חומצה ציטרית (%) - תכולת החומצה הציטרית היתה נמוכה מ-1% בתום חודשיים אחסון ופחתה במעט בהמשך ללא הבדלים בין תנאי האחסון (איור 5ב). נראתה מגמה לפיה קירור הדרגתי האט את דעיכת החומצה בחלק מתנאי האחסון.

pH - טווח ערכי ה- pH בין חודשיים ל-5 חודשים באחסון היה 3.2-3.8 ובמיץ מרימונים שאוחסנו ב-CA או ב-CA2 ערכיו היו הגבוהים ביותר (איור 5). נראה שקירור הדרגתי שמר על ערכי pH נמוכים בתנאים האלו וכן בפרי שאוחסן באוויר מבוקר CA1 בו ריכוז הפחמן דו חמצני גבוה (10%). יתכן שנוכחותם של אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי יכולים להשפיע על תוצאות בדיקה זו.

לסיכום, תנאי האחסון והקירור ההדרגתי כמעט ולא השפיעו על תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית, וה- pH של מיץ הפרי.

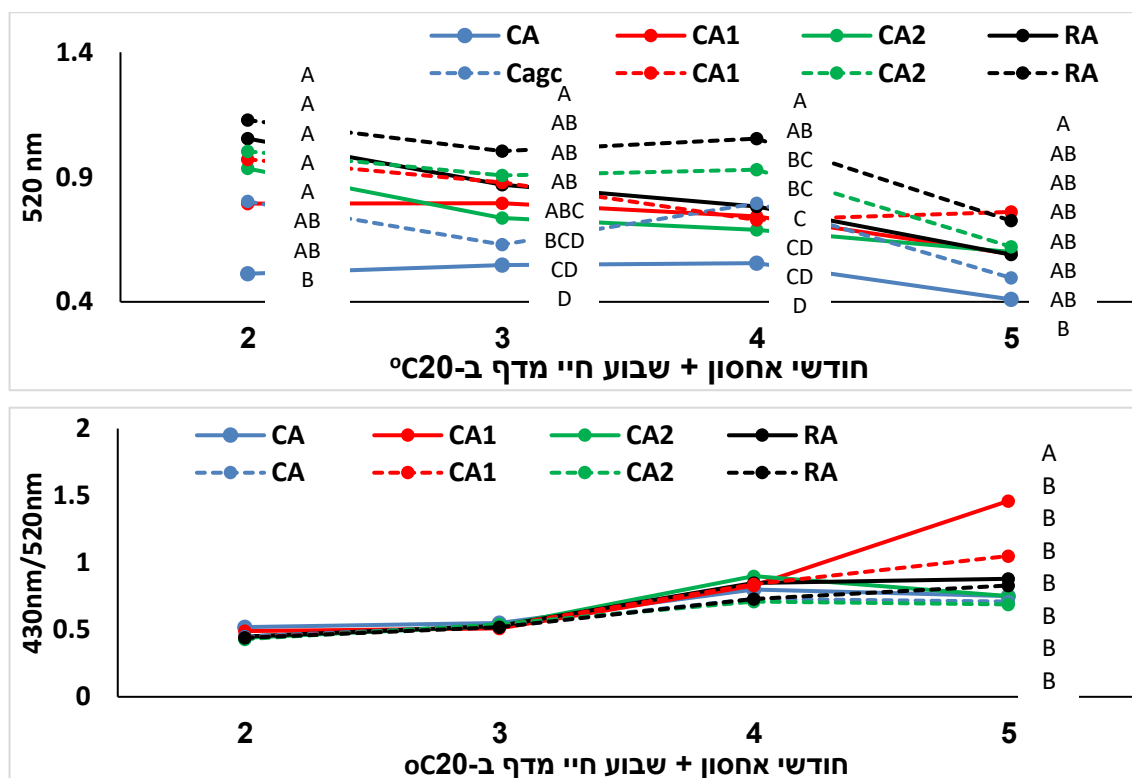


איור 5: א. מדדים במיץ הפרי מרימוני וונדרפול בהשפעת תנאי האחסון ולאחר משכי אחסון שונים ושבו נוסף בחיי מדף ב-20°C. א. תכולת הכ.מ.מ., ב. חומצה ציטרית, ג. pH . קו מרוסק – קירור הדרגתי. A-B - להבדל מובהק בתכונה הנבדקת בין תנאי האחסון באותו מועד בדיקה ($p < 0.05$, $n=4$).
 CA-2%O₂, 5%CO₂; CA1-10%O₂, 10%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

צבע 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 6). בהנחה שבליעה ב- $520nm$ מייצגת את שיעור האנטוציאנינים שמקנים למיץ הרימון את הגוון האופייני, נראה שבתנאי אוויר מבוקר המקובלים $CA-2\%O_2, 5\%CO_2$ יש איבוד משמעותי בתכולתם ואילו באחסון באוויר רגיל (RA) או ביתר תנאי אוויר מבוקר עם 10% חמצן אין פגיעה משמעותית באלו ועל כן תהיה פגיעה פחותה באיכותו הוויזואלית של גרגר הפרי והמיץ.

השפעת הקירור ההדרגתי- במרבית תנאי האחסון נמצאה קריאה גבוהה יותר ב- $O.D. 520nm$ שיכולה להעיד על כך שתכולת האנטוציאנינים נשמרה גבוהה יותר הודות לקירור ההדרגתי ולכך משמעות רבה בשמירה על מראה יפה לגרגר. יתרון נוסף הוא בכך שלאנטוציאנינים יש פעילות אנטיאוקסידנטית שיכולה לתרום לאיכותו התזונתית של הגרגר.

אינדקס השחמה ($O.D. 430nm/O.D. 520nm$) - לא נראו הבדלים מובהקים במידת ההשחמה של מיץ הפרי במהלך 4 חודשי אחסון וזאת בהתאמה לכמות נמוכה, יחסית, של גרגרים חומים ורק בחודש האחסון החמישי אינדקס ההשחמה היה גבוה במובהק בפרי שאוחסן בתנאי חמצן ופחמן דו חמצני גבוהים, אולם קירור הדרגתי מיתן זאת (איור 6).



איור 6: בליעה באורכי גל שונים של מיץ הפרי מרימוני וונדרפול בהשפעת תנאי האחסון ולאחר משכי אחסון שונים ושבו נוסף בחיי מדף ב- $20^{\circ}C$. א. $O.D. 520nm$, ב. $O.D. 430nm/520nm$ (אינדקס השחמה). קו מרוסק – קירור הדרגתי.

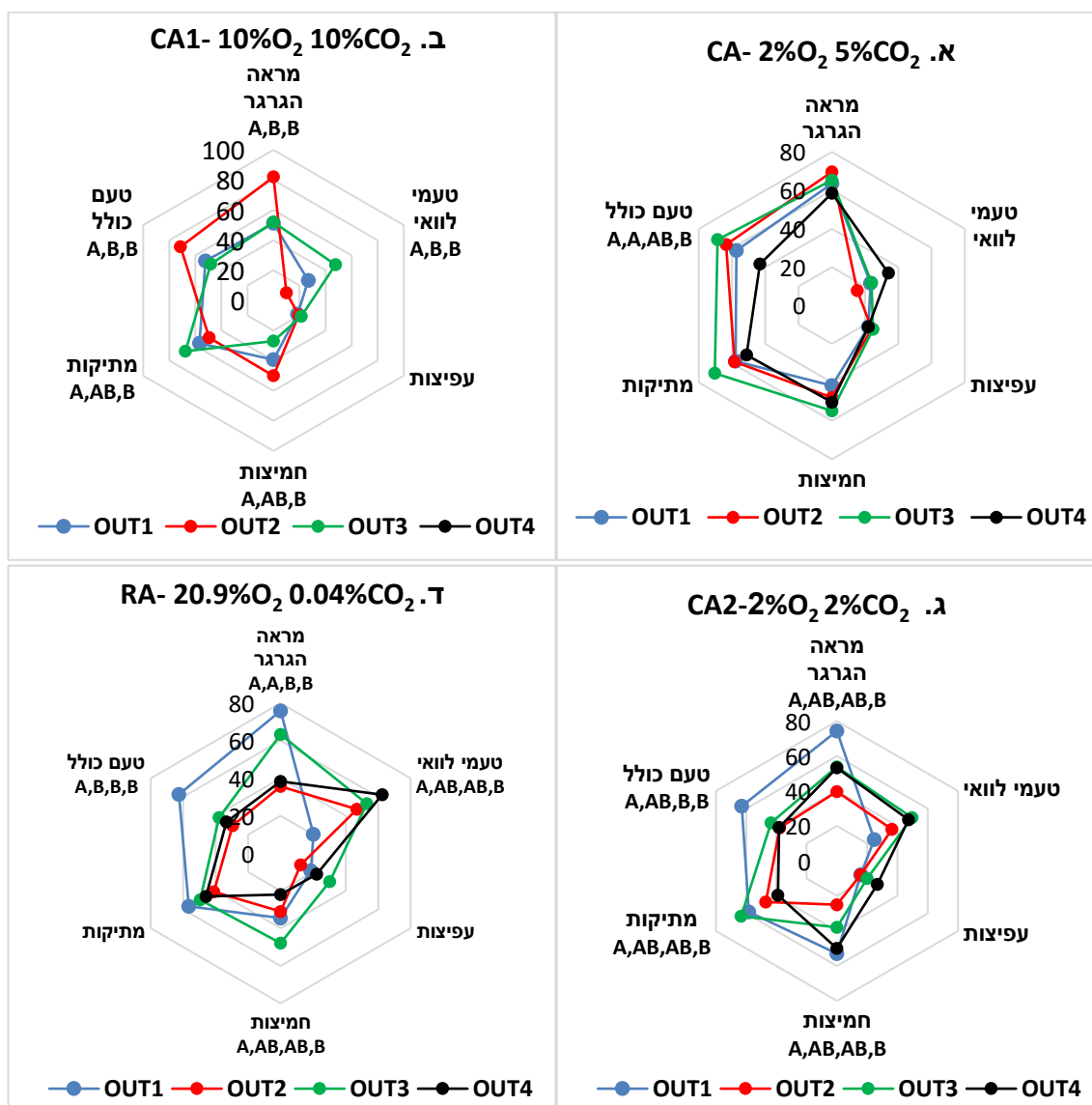
A-D - להבדל מובהק בתכונה הנבדקת בין תנאי האחסון באותו מועד בדיקה ($p < 0.05$, $n=4$).

CA- $2\%O_2, 5\%CO_2$; CA1- $10\%O_2, 10\%CO_2$; CA2- $10\%O_2, 2\%CO_2$; RA- $20.9\%O_2, 0.04\%CO_2$

צבע המיץ- המיץ נסחט ונבדק באמצעות קולורימטר בכל הוצאה מאחסון לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C. לא נמצאו תוצאות מגמתיות ומובהקות בהשפעת הגורמים הנבדקים ולכן התוצאות אינן מוצגות.

הערכה חושית של מראה וטעם גרגרי הרימונים - מראה וטעם גרגרי הרימון ממטע יחיד נבחן בתום שבוע חיי מדף לאחר כל אחד ממשכי האחסון. השינוי בתכונות האורגנולפטיות נבחן בכל אחד מתנאי האחסון:
בתנאי CA- עם התארכות האחסון היתה ירידה בטעם הכולל ובמתיקות ובמקביל לכך גברו טעמי הלוואי (איור 7א). מראה הגרגר פחת במעט אם כי קיבל ציון גבוה, יחסית, גם לאחר 5 חודשי אחסון.
בתנאי CA1- גרגרי הפרי קיבלו ציונים גבוהים למראה וטעם רק בהוצאה 2, לאחר 3 חודשי אחסון, אולם ביתר מועדי הבדיקה טעמו של הפרי מתנאים אלו היה נחות (איור 7ב). בתום 5 חודשי אחסון, הפרי קיבל מראה וטעם חריגים מאוד (ריח של פיגם או פטרוזיליה ומראה קליפה כהה) ולכן לא נטעם.
בתנאי CA2- מראה וטעם הגרגר קיבלו את ההערכה הטובה ביותר למראה, טעם ומתיקות בתום 2 חודשי אחסון אך בהמשך אלו פחתו במקביל לעלייה בטעמי הלוואי (איור 7ג).
בתנאי RA- הפרי מתנאי אחסון אלו קיבל הערכה מצויינת למראה הגרגר, טעמו ומתיקותו בתום 2 חודשי אחסון אך בהמשך הציונים למדדים אלו פחתו במקביל לעליה חזקה בטעמי לוואי החל מ-3 חודשי אחסון (איור 7ד).

לסיכום, הפרי מטיפול CA2 קיבל הערכה טובה למראהו ולטעם הכולל בתום 5 חודשי אחסון בדומה לזו של הפרי שאוחסן בתנאי CA המקובלים, בעוד שביתר תנאי האחסון היתה הדרדרות במדדים אלו שפגמו באיכותו האורגנולפטית של הפרי.

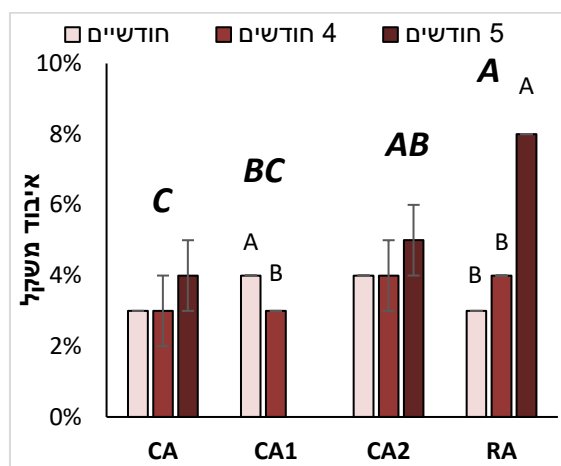


איור 7: מראה וטעם גרגרי רימוני וונדרפול שאוחסנו בתנאים שונים לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C בתום משכי אחסון שונים.

A-B - להבדל מובהק בין זמני האחסון ($p < 0.05$).

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

איבוד משקל במהלך האחסון: לרוב, הרימונים איבדו עד לכ-5% ממשקלם במהלך 5 חודשי אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף וסביר שזהו יהיה שיעור הפחת באחסון כה ממושך. רק רימונים שאוחסנו באוויר רגיל (RA) איבדו 8% ממשקלם לאחר 5 חודשי אחסון (איור 8) ויותר במובהק מפרי שאוחסן באוויר מבוקר כמקובל (CA). יתכן שחלק מאיבוד המשקל של הרימונים שאוחסנו באוויר רגיל נובע מנשימה נמרצת ושימוש בסוכרים ובחומצה כסובסטרט לנשימה. כתוצאה מכך הזדקנו פירות שאוחסנו באוויר רגיל במידה רבה מזו של אלו שאוחסנו באוויר מבוקר.



איור 8: אחוז איבוד משקל (ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=8$) של רימונים שאוחסנו בתנאים שונים במהלך 5 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, 10%CO₂; CA2-10%O₂, 2%CO₂; RA-20.9%O₂, 0.04%CO₂

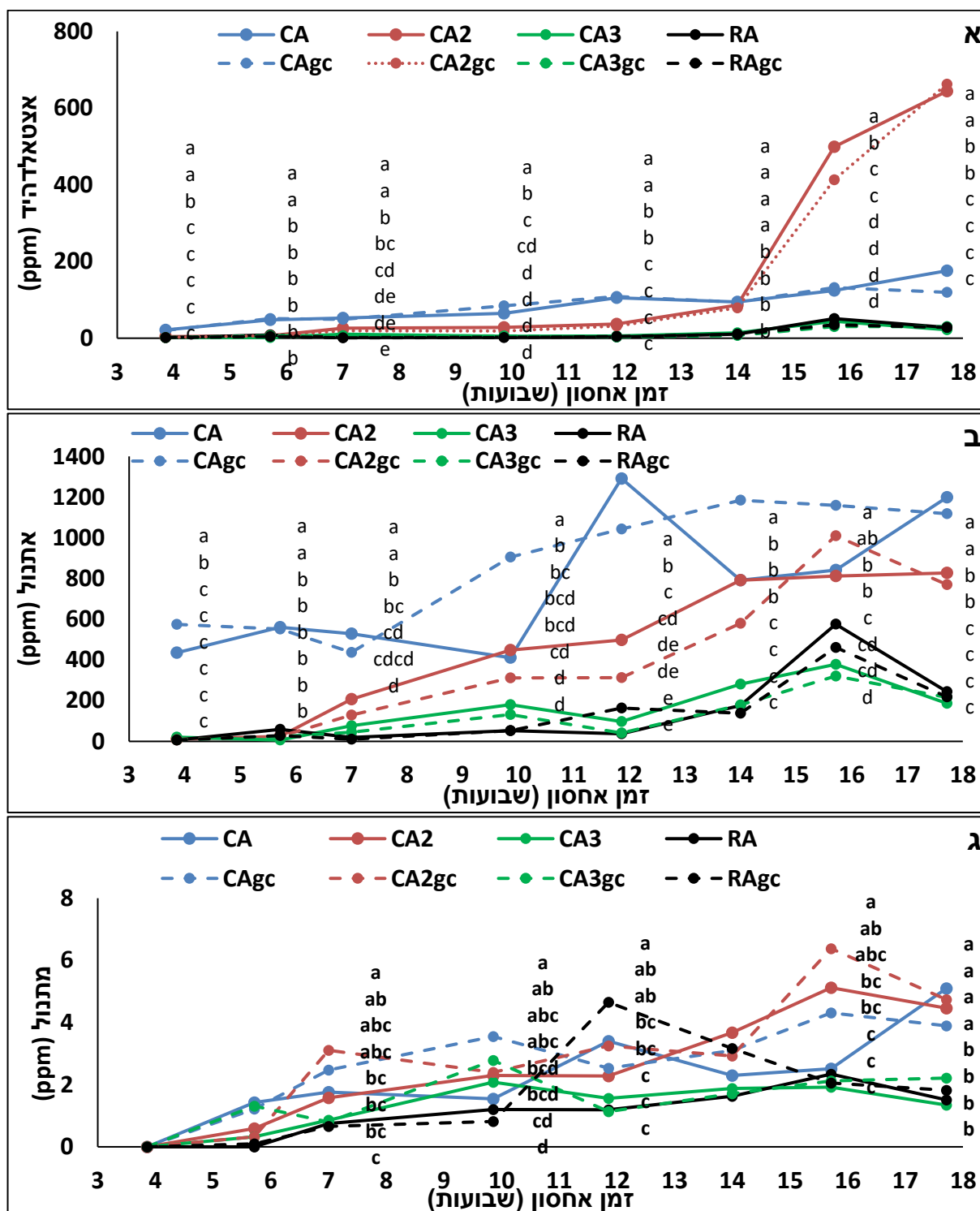
הצטברות אצטאלדהיד ואתנול בפרי המאוחסן

במהלך האחסון-הצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד נבדקה בתדירות זו שבועית במהלך אחסון הרימונים שהיו בתנאי אווירה שונים (איור 9א, 9ב). בדומה לשנים קודמות, ביום הקטיפ נמצאו בפרי אתנול ואצטאלדהיד בריכוזים נמוכים עוד בטרם האחסון.

אצטאלדהיד- ריכוזו היה הגבוה ביותר בתנאי האוויר המבוקר המקובלים CA ועלה במתינות עד לריכוז של כ-175 ח"מ. בפרי שאוחסן בתנאי CA1 האצטאלדהיד עלה בקצב איטי מאשר ברימונים שאוחסנו ב-CA והחל מהשבוע ה-14 חלה עליה חדה בריכוזו שהגיעה לכ-640 ח"מ כעבור שבועיים. בפרי זה נמצאה פגיעה במראה ובטעם ויתכן שריכוזי האצטאלדהיד הגבוהים הם גורמי הנזק. בפירות שאוחסנו ב-CA2 או RA היו ריכוזים נמוכים ודומים של אצטאלדהיד שלא עלו על 35 ח"מ. ריכוז האצטאלדהיד לא הושפע מקירור הדרגתי.

אתנול- ריכוזי אתנול גבוהים הצטברו בפרי שאוחסן בתנאי האוויר המבוקר המקובלים CA ובמיוחד בפרי שקורר הדרגתית והגיע עד לכ-1,100 ח"מ בתום 18 שבועות אחסון (איור 9ב). בפרי שאוחסן בתנאי CA1 ריכוזי האתנול עלו בקצב אחיד החל מהשבוע ה-6 באחסון עד לכ-800 ח"מ. בפרי שאוחסן באוויר רגיל RA או בתנאי אוויר מבוקר CA2 רמות האתנול היו הנמוכות ביותר הגיעו עד לכ-500 ח"מ בשבוע ה-16 לאחסון.

מתנול- בכרומטוגרמה שמפרידה את הנדיפים זיהינו פיק שלא אופייני בעבר ובהזרקה של מתנול נקי מצאנו פיק באותה הנקודה ולכן אנו מניחים שזהו אכן מתנול. ריכוזי המתנול הגיעו עד לריכוזים של כ-6 ח"מ וזאת בהתאמה לריכוזי האתנול שנמצאו בפירות (איור 9ג).



איור 9: א. אצטלדהיד (ppm). ב. אתנול (ppm). ג. מתנול (ppm) במיץ מרימונים שקוררו מיד או

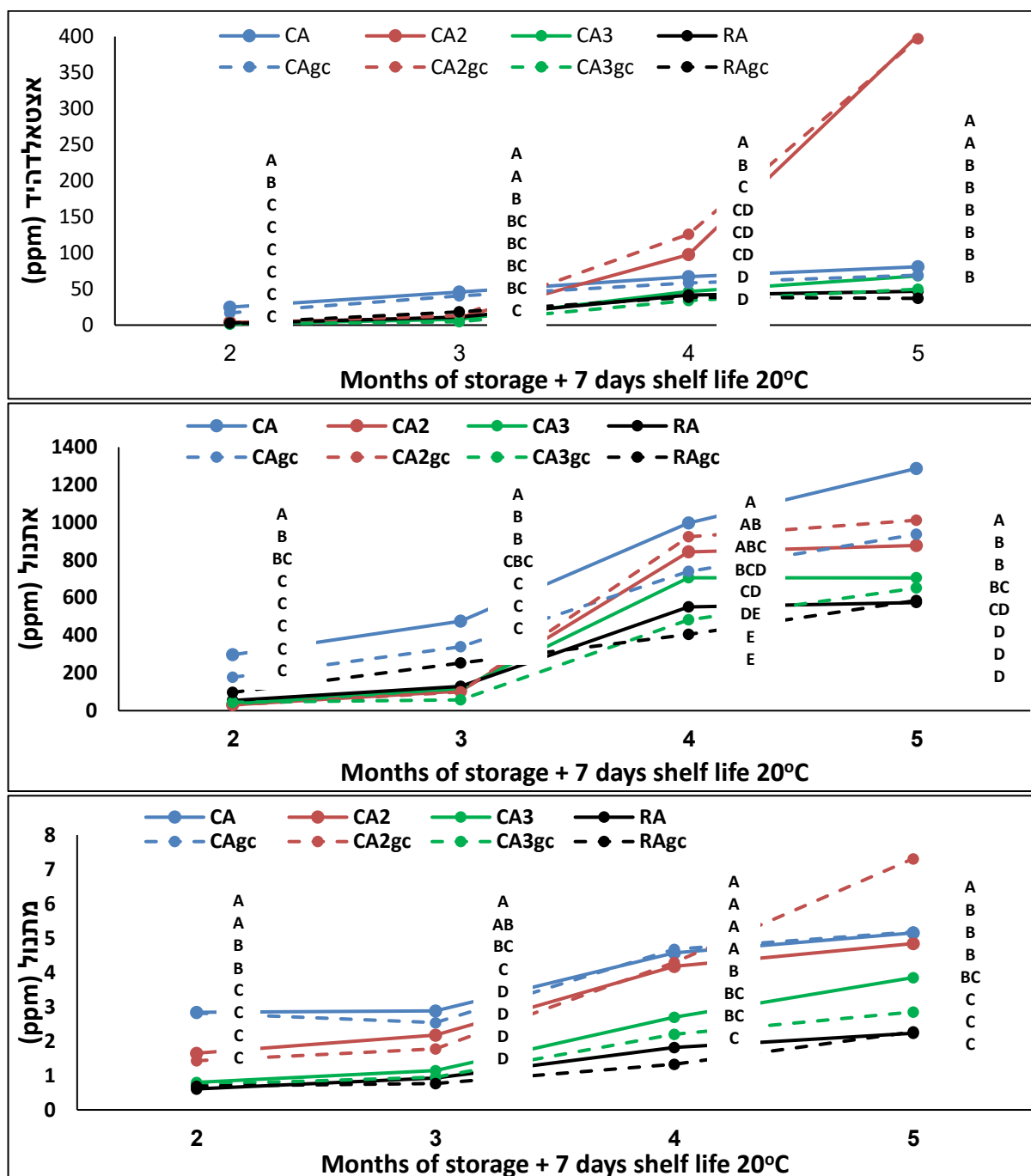
הדרגתית (gc) ואוחסנו בתנאים שונים במעקב דו שבועי במהלך 18 שבועות באחסון.

A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$, $n = 4$).

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

בתום חיי מדף-אצטאלדהיד ואתנול נבדקו במיץ שנסחט מהפרי בתום שבוע חיי מדף ב-20°C (איור 10א, 10ב). ההנחה היא שריכוזם ירד בחיי מדף עקב התנדפותם מהפרי. אכן, ריכוזי האצטאלדהיד פחתו בכל הטיפולים אולם נשמרה מגמה דומה לזו שנראתה בהוצאה מאחסון (איור 10א). לעומת זאת, ריכוזי האתנול נשמרו דומים לריכוזיהם בהוצאה מאחסון ומפתיע שבפירות שאוחסנו ב-RA וב-CA2 ריכוזו אף עלה בחיי מדף (איור 10ב). מתנול זוהה במיץ הפרי בחיי מדף ובעיקר בטיפולים CA ו-CA1 (איור 10ג). לקירור ההדרגתי לא היתה השפעה משמעותית על ריכוזי נדיפים אלו.

לסיכום, ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד נשמרו נמוכים כאשר ריכוז החמצן היה בין 10%-20.9% וריכוז הפחמן דו חמצני לא עלה על 2% ופוחת הסיכון לפגיעה בטעם הפרי. לעומת זאת אחסון ב-CA1 בו ריכוזי הפחמן דו חמצני היו גבוהים במקביל לריכוזי חמצן גבוהים (10%) נמצאה פגיעה חמורה באיכות הפרי שלא נראתה בניסויים קודמים בהם כשריכוז הפחמן דו חמצני עמד על 5%. נראה שפגיעה מריכוזי פחמן דו חמצני חלה בריכוזים של 10% ויתכן שבשילוב עם חמצן בריכוז גבוה הפגיעה חמורה אף יותר. את הנדיפים אתנול, אצטאלדהיד ומתנול ניתן למצוא במיץ הפרי גם לאחר שבוע חיי מדף ואלו עלולים לתרום לטעמי לוואי, ולפיכך רצוי להמנע מהצטברותם באחסון.



איור 10: א. אצטאלדהיד (ppm) ב. אתנול (ppm) במיץ מרימונים במיץ מרימונים שקוררו מיד או הדרגתית (gc) ואוחסנו בתנאים שונים למשך 5 חודשים בהוצאה מאחסון + 7 ימים חיי מדף ב-20°C.

A-D - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$, $n = 4$).

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

מתאמים בין אתנול ואצטאלדהיד במיץ לתכונות הרימונים-

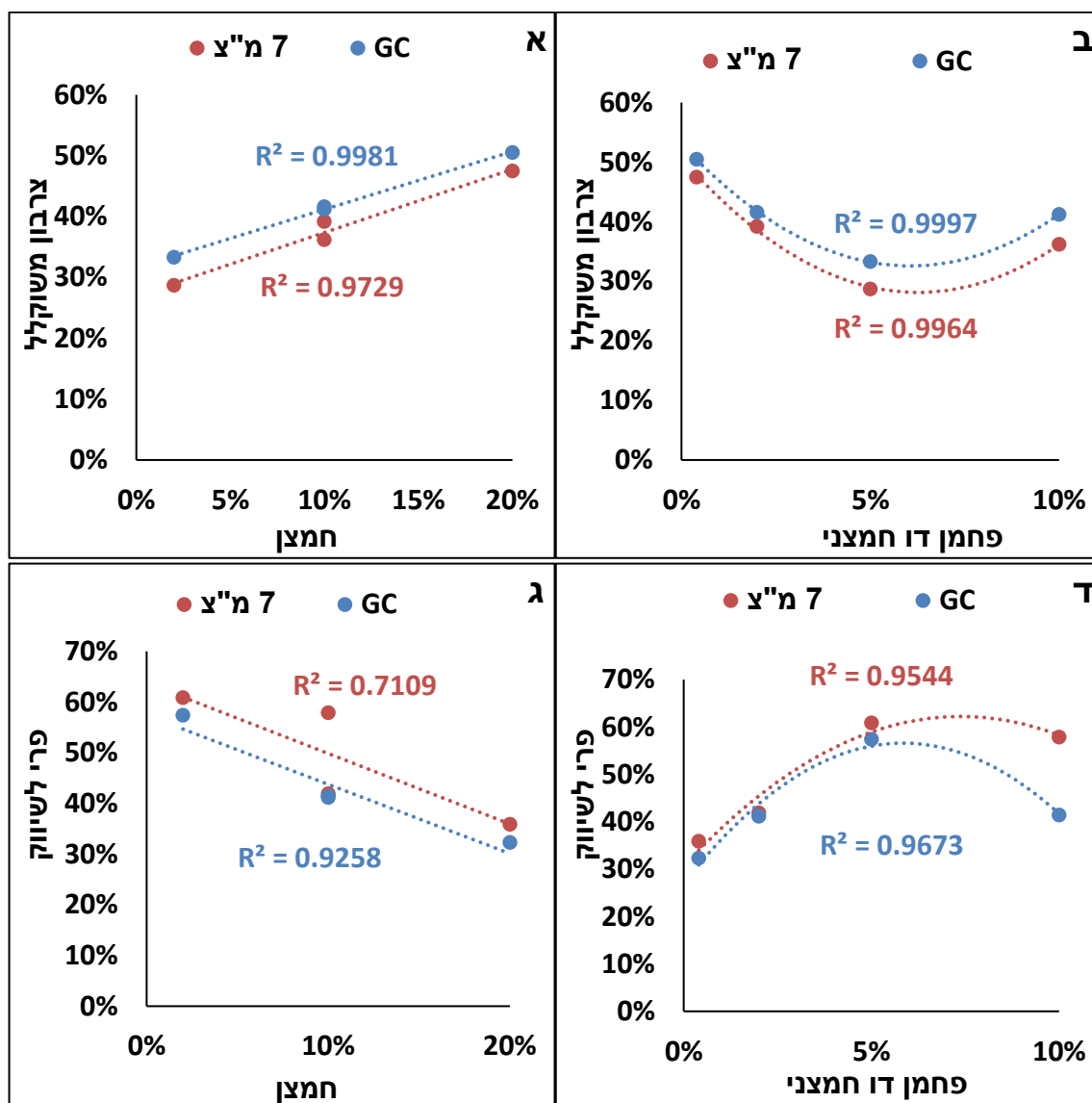
במטרה לבחון את השפעת ריכוז החמצן והפחמן דו חמצני על תכונות הפרי נבחנו נתוני הרימונים בהתאם לריכוזי החמצן והפחמן דו חמצני בהם אוחסנו ובנפרד עבור פרי בקורת ופרי שקורר הדרגתית.

צרבון משוקלל ופרי לשיווק- נמצא הבדל בהשפעת ריכוז הפחמן דו חמצני לבין השפעת החמצן על הצרבות ברימונים. קשר לינארי חיובי נמצא בין ריכוז החמצן ורגישות הפרי לצרבות ושילולי לפרי הראוי לשיווק (איור 11א, ג, בהתאמה). לעומת זאת, בין הפחמן דו חמצני לצרבות נמצא קשר היפרבולי עם מינימום מעבר ל-5% פחמן דו חמצני וכן קשר פרבולי לפרי הראוי לשיווק עם פיק מעבר ל-5% (איור 11 ב, ד, בהתאמה). כלומר בריכוזי פד"ח של כ-7% וריכוזי חמצן של כ-2% מתקבל פרי עם איכות טובה. מגמה זו נמצאה הן בקירור מיידי ובקירור הדרגתי ל-7°C.

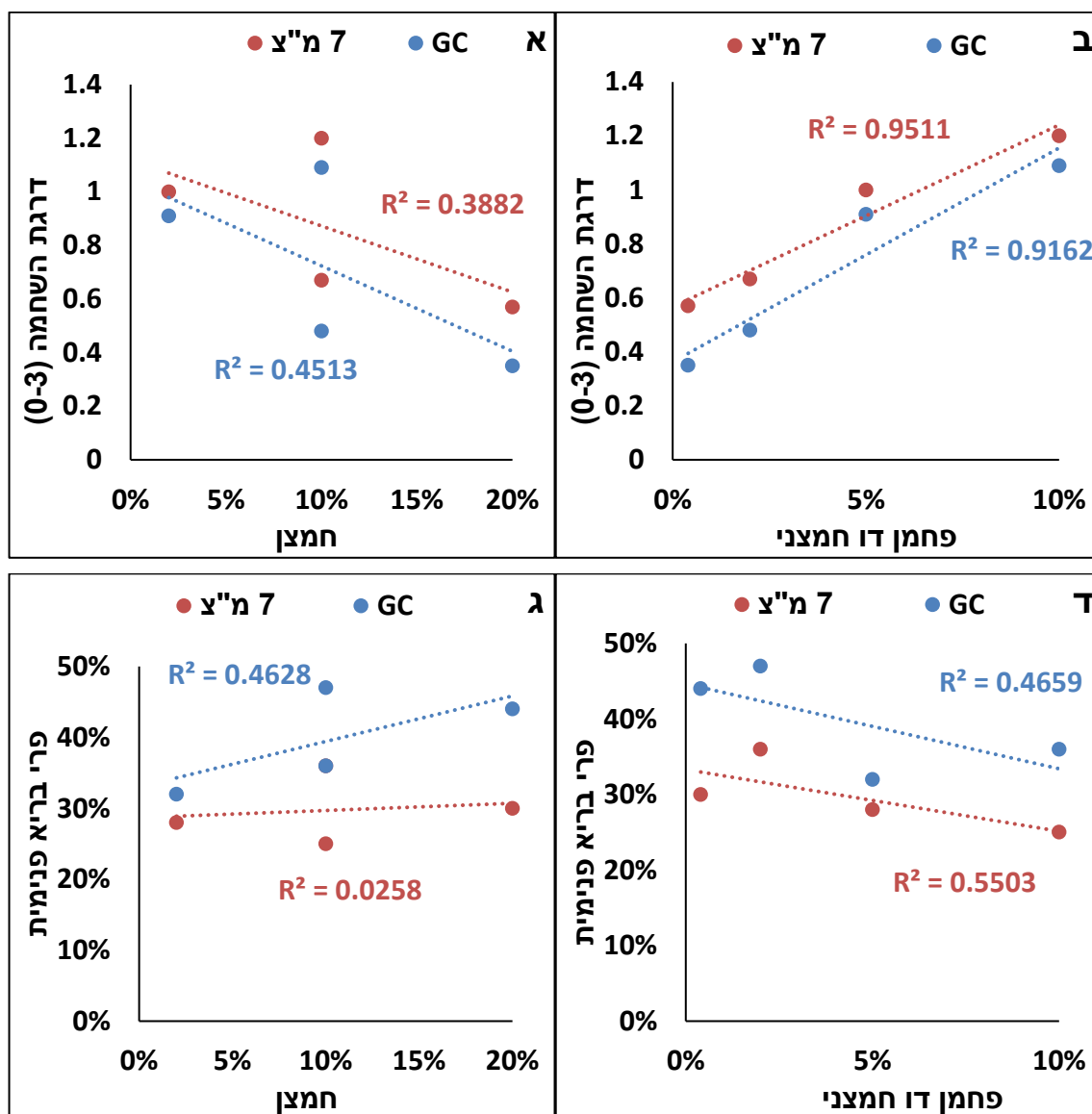
איכות פנימית- נראה שהשחמה גברה עם העליה בריכוזי הפחמן דו חמצני (איור 12 ג, ד), ובעיקר מ-5% ומעלה, בעוד שלא נמצא קשר ברור לריכוז החמצן (איור 12 א, ב). ככלל, נמצא יותר פרי עם איכות פנימית תקינה הודות לקירור ההדרגתי.

אתנול ואצטאלדהיד- מתאם שלילי נמצא בין ריכוזי החמצן באחסון לבין ריכוזי האצטאלדהיד והאתנול במיץ הפרי וכמעט ללא הבדלים כשריכוזו מעל ל-10%. (איור 13 א, ג). עם העליה בריכוז הפחמן דו חמצני עלו ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד ובמיוחד בין 2% ל-5% פחמן דו-חמצני (איור 13 ב, ד). נראה שכאשר ריכוז החמצן הוא 10% יש השפעה לריכוזי הפחמן דו חמצני בעיקר על ריכוזי האצטאלדהיד ופחות על ריכוזי האתנול (איור 13 א, ג, בהתאמה). לא רצוי לשלב ריכוזים גבוהים של פחמן דו חמצני שמובילים ליצירת אצטאלדהיד בריכוזים גבוהים שעלול לפגום באיכות הפרי. קירור הדרגתי תרם להפחתת ריכוזי האתנול כאשר ריכוז הפחמן דו חמצני היה 5%, כמקובל ב-CA, 5%CO₂, 2%O₂, וראוי לשקול זאת כחלק מתהליך האחסון בתנאים אלו.

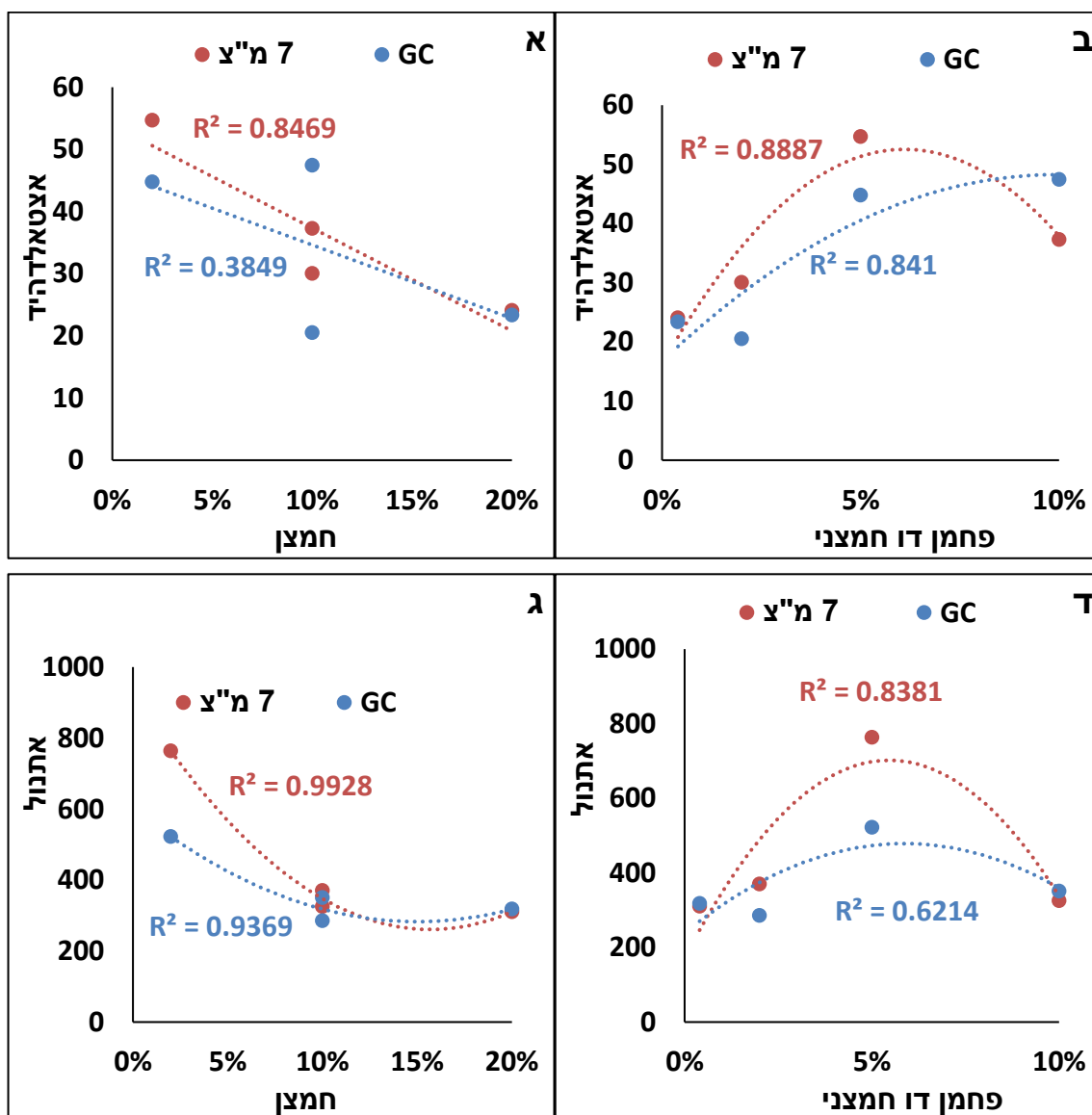
לסיכום, השפעת ריכוזי החמצן והפחמן דו חמצני על תכונות הפרי מורכבת ונראה שבריכוזים גבוהים של חמצן ונמוכים של פחמן דו חמצני נמנעת בעיקר הצטברות של אצטאלדהיד שעלול לפגוע בפרי. מאידך, עלולים להתפתח פגמים אחרים, כגון צרבות, שפוגמים באיכותו ובקביעת הרכב האוויר באחסון תתכן פשרה על התפתחותם של פגמים מסוימים.



איור 11: צרבו משוקלל (%) (א,ב) ופרי לשיווק (%) (ג,ד) בהתאמה לאחוזי החמצן או הפחמן דו חמצני באחסון עבור רימונים שקוררו מיד או הדרגתית (GC).



איור 12: דרגת השחמה פנימית (א,ב) ופרי בריא פנימית (ג,ד) בהתאמה לאחוזי החמצן או הפחמן דו חמצני באחסון עבור רימונים שקוררו מיד או הדרגתית (GC).

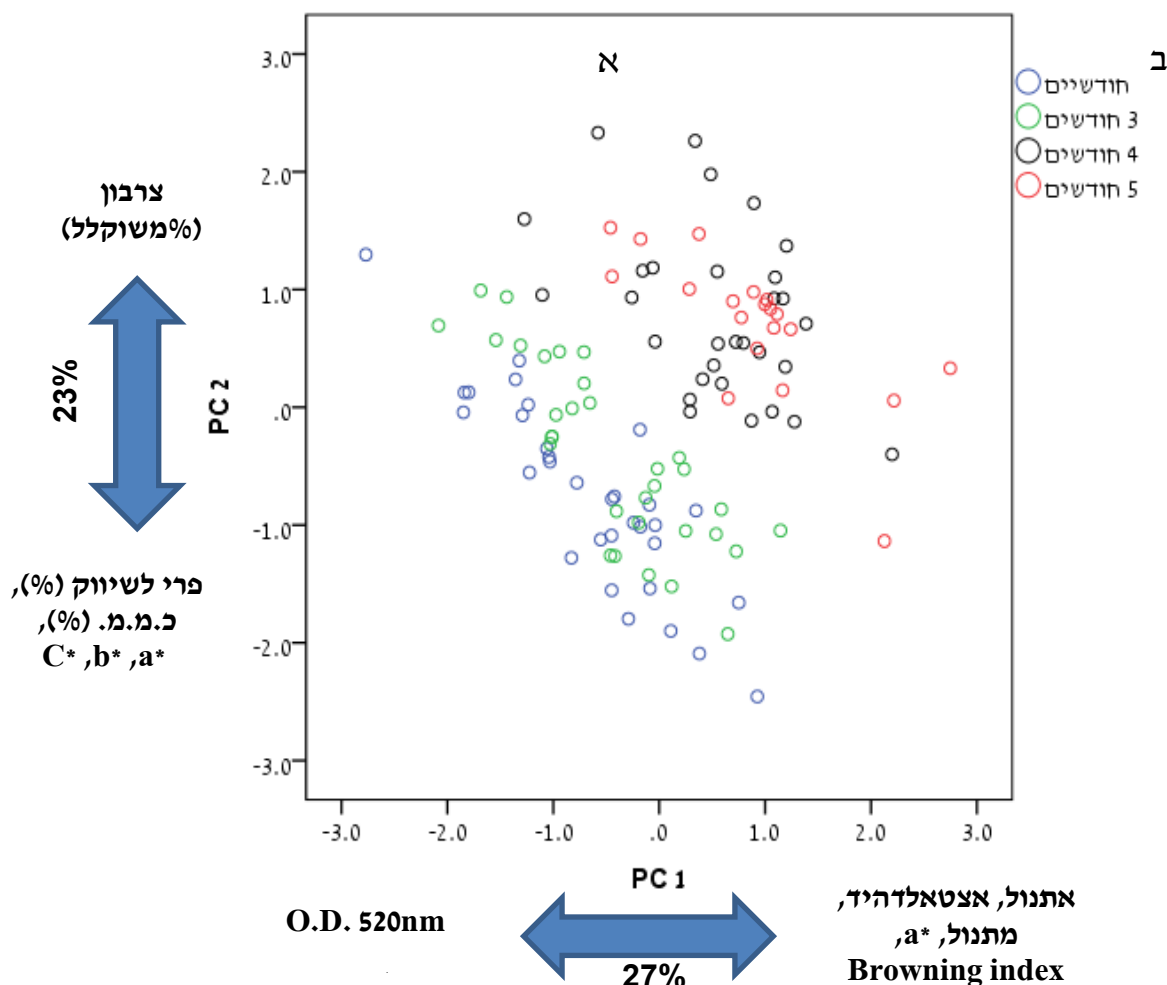


איור 13: רמות האצטאלדהיד (ppm) (א,ב) והאנתול (ppm) (ג,ד) בהתאמה לאחוזי החמצן או הפחמן דו חמצני באחסון עבור רימונים שקוררו מיד או הדרגתית (GC).

הפרדה בין מדגמי הפרי בניתוח PCA :

הפרדה התקבלה בין מדגמי הפרי בחיי מדף (ולא בהוצאה מאחסון) וזו נמצאה בין מועדי בדיקת הפרי. השינוי בציר X הסביר 27% מהשונות והושפע בכיוון החיובי מהגורמים אתנול, אצטאלדהיד, מתנול, a^* , h^* ובכיוון השלילי מהגורמים פרי ראוי לשיווק (%), O.D.520nm ואינדקס השחמה (איור 14). ציר Y הסביר 23% מהשונות והושפע בכיוון החיובי מ-% הצרבון (משוקלל) ובכיוון השלילי מפרי לשיווק (%), תכולת הכ.מ.מ., וערוצי הצבע a^* , b^* , C^* (איור 14). על פי ממצאים אלו ניתן לתאר שככל שמשך אחסון הפרי התארך כך גברו בו אחוזי הנדיפים (אתנול, אצטאלדהיד ומתנול) וכן נמצא יותר צרבון. במקביל לכך פחתו אחוזי הפרי לשיווק, ירדה תכולת הכ.מ.מ. (%) וכן תכולת האנטוציאנינים במיץ (על פי אורך גל 520nm) וכן צבע המיץ הבהיר (h^*). בעונה זו לא ניתן היה להפריד בין מדגמי תנאי האחסון ב-PCA (תוצאות לא מוצגות), וכפי הנראה השונות בין התנאים קטנה מכדי לאשר זאת.

לאחר חיי מדף:

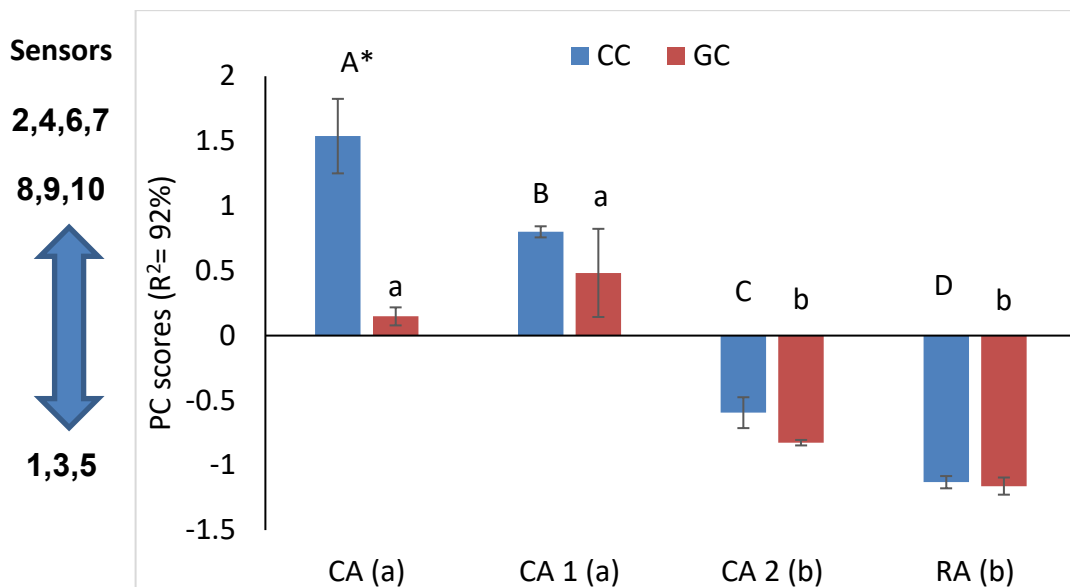


איור 14: המשתנים העיקריים על פי ניתוח PCA שהבדילו בין פירות ממשכי אחסון שונים בתום חיי מדף. כל נקודה באיור מתארת את אחת הדגימות מהניסוי (תיבת פרי). בסמוך לצירים מצוינים אחוזי השונות המוסברת על ידי הציר.

הפרדה בין מדגמי מיץ הפרי באמצעות אף אלקטרוני:

בתום 5 חודשי אחסון ושבע בחיי מדף נדגמו מיצים מהפרי ונערכה בדיקה באמצעות אף אלקטרוני במטרה לבחון אם יש הבדלים בפרופיל הנדיפים ביניהם. התקבלה הפרדה טובה ומובהקת בין מדגמי המיץ ונמצא דמיון בין אלו שאוחסנו באוויר רגיל (RA) או ב-CA2 שנבדלו במובהק מאלו שאוחסנו באוויר מבוקר עם ריכוזי פחמן דו חמצני גבוהים של 10% או 5% (CA1 או CA, בהתאמה) (איור 15). כמו כן, רק בפרי שאוחסן באוויר מבוקר נמצא הבדל מובהק בתכונות הנדיפים של המיץ. פרופיל הנדיפים נבדל במובהק בין מדגמי המיץ מכל אחד מתנאי האחסון כאשר קירור הפרי היה מיידי והקירור ההדרגתי צמצם את הבדלים אלו. ההפרדה לכיוון החיובי נובעת ממספר חיישנים ובהם חיישן 8 שרגיש לתרכובות כוהליות ונראה שיש יותר מאלו במדגמי המיץ מ-CA1 ומ-CA כפי שנמצא גם בבדיקות האנליטיות. מאידך, הפרדה בכיוון השלילי נבעה בעיקר מחיישנים 1,3,5 באף האלקטרוני שרגישים לנדיפים אחרים.

לסיכום, התקבלה הפרדה טובה ומובהקת בין מדגמי מיץ שנסחט מרימונים שאוחסנו בתנאים שונים. לפיכך, יהיה מעניין האם הפרדה כזו עשויה להתקבל גם מבלי לפגוע בפרי וכך להעריך את איכותו של הפרי באופן לא הרסני.



איור 15: הבדלים בין מדגמי מיץ רימון שאוחסנו בתנאים על פי אף אלקטרוני.

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

סיכום ומסקנות

בעונה הקודמת (2016) הממצאים העיקריים היו שסך ההשפעות של אחסון רימונים בריכוזי חמצן של כ-10% היטיב עם איכויותיהם החיצוניות והפנימיות מאלו שאוחסנו באוויר רגיל ($RA, 20.9\%O_2$) או באוויר מבוקר ($CA, 2\% O_2$). כמו כן, לא ניתן היה ליחס השפעה מיטיבה או מזיקה על איכות הפרי לריכוז ה- CO_2 באווירת האחסון, שהיה 2% או 5%, על אף הבדלים בהצטברות הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי. ככלל, טיפול ב-1-MCP היטיב עם תכונות הפרי ולכן בעונה זו כל הפרי טופל ב-1-MCP כדי להפחית את הסיכון לפגמים שעלולים לנבוע מחמצון בהם צרבון קליפה וגרגרים חומים.

לניסוי בעונה זו, 2017, היו מספר מטרות:

1. לבחון מה תהיה השפעת ריכוז גבוה יותר של CO_2 על איכות הפרי. לשם כך נערך אחסון בריכוזי חמצן של 10% בשילוב עם פחמן דו חמצני בריכוז גבוה של 10% ונמוך של 2% (בדומה לעונה קודמת). כבקורות נערך אחסון באוויר אטמוספרי ובאוויר מבוקר המקובל ($2\%O_2, 5\%CO_2$).
2. לבחון את השפעת משטר הקירור, מהיר או הדרגתי, על איכותו של הפרי ובעיקר של הגרגר.
3. לבחון האם תנאי האחסון ישפיעו באופן דומה על פירות מ-4 מטעים על אף היותם ממקורות שונים.

להלן סיכום הממצאים העיקריים:

איכות חיצונית- הפגמים העיקריים היו צרבון ורקבונות שגברו עם התארכות האחסון. הצרבון עוכב בהפחתת ריכוז החמצן לכ-10% ובשילוב עם CO_2 עד ל-5% (10% הזיק). ככלל, שיעור הרקבונות היה נמוך ובמיוחד כשהפרי אוחסן בתנאי ה- CA המקובלים $2\%O_2, 5\%CO_2$ ובהתאמה לכך נמצאו השיעורים הגבוהים ביותר של פרי הראוי לשיווק בפרי שאוחסן בתנאים אלו בתום חיי מדף. ככלל, קירור הדרגתי לא תרם לאיכותו החיצונית של הפרי. ממצא חריג היה שלאחר 5 חודשי אחסון שינתה הקליפה את צבעה ונדף ריח רע מרימונים שאוחסנו בריכוזי חמצן ופחמן דו-חמצני גבוהים ($10\%O_2, 10\%CO_2$). תופעות אלו פסלו את הפרי לשיווק. יתכן שהסיבה לכך נובעת מריכוזי אצטאלדהיד גבוהים שנוצרו בפירות אלו. אחת ההשערות היא שמדובר בפסוראלן (Psoralen) שהינו רעלן שמצוי בפיגם ופטרוזיליה. בעונה הבאה ננסה להבין את הסיבות לפגם זה ולבחון את המרכיבים שנוצרו בו.

לסיכום, לאיכות חיצונית טובה לשיווק רצוי לאחסן את הפרי בתנאי אוויר מבוקר וקירור הדרגתי לא תורם לכך. בתנאים של $10\%O_2, 10\%CO_2$ עלול להופיע נזק למראה הפרי באחסון ממושך.

איכות פנימית- חומרת השחמת המחיצות היתה נמוכה במובהק כשהרימונים אוחסנו בריכוזי חמצן גבוה (מ-10% ומעלה) בשילוב עם ריכוזי פחמן דו חמצני נמוכים (עד 2%, כמו ב- RA או CA). החסרון בריכוזי חמצן גבוהים התבטא בעלייה בשיעור גרגרים בגוון חום שמעיד על התחמצנותם והזדקנותם. צבע הגרגר נפגע בפרי שאוחסן בתנאי אוויר מבוקר כמקובל (CA) במובהק מיתר תנאי האחסון. ההנחה שקירור הדרגתי ישפיע משמעותית על איכות הפנימית של הפרי התבדתה וזה לא השפיע במובהק על איכותו הפנימית של הפרי 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% ושרכיזי הפחמן דו חמצני לא יעלו על 5%.

השפעות נוספות מגמתיות של תנאי האחסון או משטר הקירור:

אנטוציאנינים (לפי אורך גל 520nm) - קריאה גבוהה יותר ב-O.D.520nm במרבית תנאי האחסון במיץ מרימונים שקוררו הדרגתית וזו עשויה להעיד על תכולת אנטוציאנינים גבוהה יותר הודות לקירור ההדרגתי ולכך משמעות בשמירה על מראה יפה לגרגר. כמו כן, זהו יתרון נוסף בכך שלאנטוציאנינים יש פעילות אנטיאוקסידנטית שיכולה לתרום לאיכותו התזונתית של הגרגר.

אינדקס השחמה (O.D.430nm/O.D.520nm) - נראה שקירור הדרגתי יכול למתן את ההשחמה של הגרגר ועדות לכך נמצאה בתום אחסון ממושך בפרי שאוחסן בתנאי חמצן ופחמן דו חמצני גבוהים.

מדדים נוספים במיץ הפרי- תנאי האחסון והקירור ההדרגתי כמעט ולא השפיעו על תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית, ה-pH וגוויני הצבע (על פי מד הצבע).

הערכה אורגנולפטית- ככלל, לא נמצאו השפעות מובהקות של תנאי האחסון או הקירור ההדרגתי על איכותו האורגנולפטית של הגרגר ומראהו. אולם נראתה מגמה לפיה הטעם והמראה הטובים ביותר היו לגרגרי הרימונים שאוחסנו באוויר מבוקר (CA) או בריכוזי חמצן גבוה ופחמן דו חמצני נמוך (CA₂).
הצטברות של אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי- ברימונים שאוחסנו בריכוזי החמצן הנמוכים ביותר ו-CO₂ גבוה (CA-2%O₂, 5%CO₂) הצטברו הנדיפים במידה הרבה ביותר מאשר יתר תנאי האחסון וללא השפעה של משטר הקירור על כך. רק ברימונים שאוחסנו בריכוזי חמצן ופחמן דו חמצני גבוהים (10%O₂, 10%CO₂) נראתה עליה חדה בתכולת האצטאלדהיד וזו עשויה להיות עדות לגורם שפגע באופן חמור באיכותו של הפרי. כפי הנראה, ריכוזי פחמן דו חמצני כה גבוהים, בשילוב עם ריכוזי חמצן גבוהים, מאפשרים תנאים שמעודדים ייצור של אצטאלדהיד שהינו פיטוטוקסי לרקמה במהלך האחסון הממושך. ריכוזי האתנול (והמתנול) בפרי זה לא נבדלו באופן יוצא דופן מאלו של יתר תנאי האחסון ולכן לא סביר שהם הגורמים לפגם.

השפעת ריכוז החמצן והפחמן דו חמצני על איכות הפרי:

בארה"ב מקובל לאחסן את רימוני ה'וונדרפול' בריכוזי פחמן דו חמצני גבוהים של 10% עד 15% וזאת במטרה לעכב את התפתחות הרקבונות מבוטריטיס (Pierce and Kader, 2001), אולם בעבר נבחנו במעבדתנו אחסון בריכוזים של 15% שפגע באיכות הפרי (רות בן-אריה, ידע אישי).

נראה שבבריכוזים גבוהים של חמצן ונמוכים של פחמן דו חמצני נמנעת בעיקר הצטברות של אצטאלדהיד שעלול לפגוע בפרי ומאידך עלולים להתפתח פגמים אחרים, כגון צרבון, שפוגמים באיכותו. על כן, בקביעת הרכב האוויר באחסון תתכן פשרה על התפתחותם של חלק מהפגמים. לרוב, המתאם לתכונות הפרי הושפע רק במעט ממשטר הקירור.

פרופיל הנדיפים- אף אלקטרוני הצליח להבדיל בפרופיל הנדיפים במיצים מתנאי אחסון שונים. יתכן ולכלי זה פוטנציאל עתידי באפיון איכות הפרי על פי הרכב הנדיפים שנוצרים באווירת האחסון.

לסיכום, סך ההשפעות של אחסון רימונים בתנאי חמצן של כ-10% בשילוב עם 2% פחמן דו חמצני היטיב עם איכותם החיצונית והפנימית מאשר יתר תנאי האחסון. מניסוי זה ניתן ליחס השפעה מזיקה לריכוז ה- CO_2 באווירת האחסון על איכות הפרי בתום אחסון ממושך בשילובו עם 10% חמצן ונראה שלא רצוי לעלות על 5% פחמן דו חמצני באחסון הרימונים. הקירור ההדרגתי היטיב רק במעט על חלק ממדדי האיכות של גרגרי הרימון ומניסוי זה לא ניתן להמליץ על תהליך זה כחלק מפרוטוקול הטיפול בפרי. על אף שהרימונים נדגמו ממטעים מאזורי גידול שונים תגובתם למשטרי האחסון היתה דומה וראוי להמשיך בכך גם בעונה הבאה. בדומה לממצאי השנים הקודמות, ממצאי שנה זו מחזקים את ההנחה לפיה ניתן לאחסן רימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל מבלי לפגוע באיכותם.

הצעות להמשך המחקר-

1. לבחון את אחסון הרימונים בריכוזי חמצן גבוהים מהמקובל בערכי ביניים בין 2%-ל-10% (7%) זאת בשילוב עם CO_2 נמוך מ-5% לבחינת ההשפעה על איכות הפרי.
2. לטפל 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" שחוזה הפרי.
4. לבחון אחסון בשקיות אווירה מתואמת של פרפוטק עם מידת עבירות גזים של 1,500 מ"ל/ליום שנמצאה כבעלת פוטנציאל לאחסון הרימונים בניסוי שבוצע במקביל. בשקית זו ריכוז החמצן ירד לריכוזים נמוכים מאוד ועלה הדרגתית במהלך האחסון. כלומר, בשקית זו מתפתחים תנאים אנארוביים חריפים בתחילת האחסון שפוחתים עם התארכותו ולכך עשויה להיות השפעה טובה על איכות הפרי.

<u>מראה פנימי</u>		<u>מראה חיצוני</u>		
<u>Gradual cooling</u>	<u>Control</u>	<u>Gradual cooling</u>	<u>Control</u>	
				CA 2%O ₂ , 5%CO ₂
				CA1 10%O ₂ , 10%CO ₂
				CA2 10%O ₂ , 2%CO ₂
				RA 20.9%O ₂ , 0.04%CO ₂

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

Pierce, B. and Kader, A., 2001. Responses of 'Wonderful' pomegranates to controlled atmospheres. In *VIII International Controlled Atmosphere Research Conference* 600 (pp. 751-757).

2. ריסוסי מטע בקוטלי פטריות בשילוב שקיות אווירה מתואמת למניעת רקבונות אחסון ברימוני 'וונדרפול'

(בשיתוף עם החברות: לידור, לוכסמבורג, באייר, Postharvest solutions LTD)

רקע

אחד האתגרים העיקריים באחסון רימון הוא עיכוב התפתחותם של רקבונות הפוסלים את הפרי לשיווק. 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 האבקים. לכן הצענו אסטרטגיה חלופית למניעת התפתחותם של רקבונות במהלך האחסון באמצעות ריסוס קוטלי פטריות במטע. הריסוס בקוטלי הפטריות במטע, עוד בטרם הקטיף, עשוי לצמצם את העומס המיקרוביאלי על פני הפרי שמגיע מהמטע. בשיטה זו ניתן יהיה להימנע מהצורך בטבילת הפרי הקטוף ומהחסרונות הנלווים לכך.

בשנת הניסויים הראשונה (2015) ריסוס 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 הניסויים השנייה (2016) חזרנו על הניסוי כדי לאשש את התוצאות ועם שינויים קלים בהם אלטרנציה בין חומרים ועריכת הריסוסים קרוב ככל שאפשר ליום הקטיף. בניסוי זה ריסוסי המטע עיכבו את הרקבונות גם במהלך חיי מדף בדומה לטבילה המסחרית וזהו שיפור לעומת העונה הקודמת בה העיכוב היה במהלך האחסון בלבד. יתכן שהסיבה לכך היא שהריסוסים ניתנו במועדים קרובים יותר לקטיף (שבוע לפני קטיף) בהשוואה לעונה הקודמת (שבועיים לפני הקטיף). בעונה זו (2017) חזרנו על הניסוי, אולם בחנו שילוב של אחסון הפרי המרוסס בשקיות אווירה מתואמת במטרה לשפר את התוצאות עוד יותר, הודות להצטברות ריכוזים גבוהים של CO₂.

מטרת הניסוי

ריסוס רימוני וונדרפול במטע בקוטלי פטריות בשילוב עם אריזה בשקיות אווירה מתואמת למניעת התפתחותם של רקבונות אחסון.

חומרים ושיטות

במטע רימונים במושב בצת סומנו עצי רימוני וונדרפול בשורות נטועות מצפון לדרום בארבעה בלוקים ובכל אחד מהם סומנו באקראי שישה טיפולים עם עץ חיץ בין הטיפולים (בלוק=חזרה, נספח- מפת הטיפולים במטע, מעצי הבקורת היבשה נקטפו הפירות לבקורת הטבילה המסחרית). הטיפולים נערכו בעזרתם האדיבה של אנשי החברות (ליאור הדס- חברת לידור, עידן שמאי- חברת לוכסמבורג), וריסוס יחיד בתכשירים נערך עד לנגירה בתאריך 22.10.17. הקטיף נערך ב-30.10.17 וראוי לציין שקדמו לכך מספר ימים גשומים, כולל ביום הקטיף, שיתכן ועודדו את התפתחות הרקבונות בפרי.

הטיפולים שנבחנו היו כלהלן :

1. בקורת יבשה.
2. בקורת מסחרית- טבילה 20 שניות בסקולר 0.2% (כ.צ.ט.), נערכה במעבדה.
3. בקורת רטובה- ריסוס העצים במים.
4. לונה אקספיריינס 0.125% (לידור) כשבוע לפני קטיף.
5. לונה טרנקיליטי 0.2% (לידור) כשבוע לפני קטיף.
6. סרנייד 1% (לוכסמבורג/באייר).
7. הרקולס 0.4% (לוכסמבורג/באייר).

הקטיף ובדיקות הבשלה- מכל עץ נקטפו ששה פירות מכל מפנה של עץ (מזרח ומערב) לשתי תיבות ובסה"כ 12 פירות בכל אחת. כמו כן, לבדיקות הבשלה נקטפו שלושה פירות מכל חזרה ובסה"כ 12 פירות לטיפול. בכל פרי הוגדר אחוז הכיסוי של הצבע האדום בקליפה וצבע הגרגר (1- לבן...5-אדום כהה). מיץ נסחט מכל חזרה (שלושה רימונים) בכל טיפול ונבדקו תכולת הכ.מ.מ. באמצעות רפרקטומטר, תכולת החומצה הציטרית חושבה על פי טיטרציה עם NaOH ו-pH. כמו כן, נבחנו ונרשמה פיטוטוקסיות.

טיפול בפרי הקטוף ואחסון- תיבות הפרי של הבקורת המסחרית נטבלו בסקולר 0.2% ולאחר מכן הועברו עם יתר הטיפולים למסדרון בו קוררו למשך לילה ל-7°C. למחרת, הפירות בתיבה אחת מכל טיפול נעטפו בשקית LDPE מחוררת לשמירה על לחות גבוהה במהלך האחסון ופירות התיבה השניה נעטפו בשקיות ZOEPA (מתוצרת Postharvest solutions LTD) שיוצרות תנאי אווירה מתואמת. מעקב אחר התפתחות הרקבנות נערך בתדירות חודשית בפרי הבקורת בשקיות ה-LDPE והוחלט לסיים את הניסוי לאחר כשלושה חודשי אחסון (28.1.18).

בדיקות הפרי במהלך האחסון, בסיומו ובחיי מדף- במהלך האחסון בקירור נערך מעקב אחר הרכב הגזים (חמצן ופחמן דו חמצני) בשקיות האווירה מתואמת בתדירות שבועית לערך וכן ריכוז האתילן. בהוצאה מאחסון נערך מיון של הפרי ובפירות רקובים הוגדרו גורמי הרקבון והפירות נזרקו. בנוסף, נרשמו פירות שנפגעו מצרבון ודורגה חומרתו (0- ללא צרבון, 1- קל, 2- בינוני, 4- קשה), ושקלול הצרבון נערך על פי מכפלת חלקו היחסי של כל דרגת חומרה בשיעור הפרי הנגוע. הפירות מכל הטיפולים הועברו לשבוע חיי מדף ב-20°C כשהם עטופים בשקיות LDPE מחוררות לבחינת התפתחות רקבנות נוספים. איכותם הוערכה בשנית וכן נבדקה איכותם הפנימית של הפירות בדגש על צבע הגרגר, השחמת המחיצות והשחמת הגרגר.

ניתוח סטטיסטי- השפעות הטיפולים נבדקו במבחני שונויות One-way ANOVA ובמבחני פוסט-הוק (Duncan).

תוצאות ומסקנות

מדדי הבשלה בקטיף- מצב הבשלת הרימונים נבדק ביום הקטיף במטרה לבחון אם הטיפולים שנערכו כשבועיים לפני הקטיף השפיעו על הבשלתם. במרבית המדדים שמשמשים להגדרת מצב הבשלת הפרי, כגון תכולת כ.מ.מ., חומצה ציטרית והיחס ביניהם (יחס הבשלה) לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (טבלה 1). כמו כן, הטיפולים לא השפיעו על האדמת הקליפה שהיתה בטווח של 74%-81%. הבדל מובהק נמצא בצבע הגרגר שהיה האדום ביותר בבקורת שרוססה במים או בסרנייד מאלו שרוססו בהרקולס. לא ניתן היה למצוא מתאם ברור בין צבע הגרגר ל-pH של מיץ על אף שנמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

טבלה 1: מדדי הבשלה ברימוני וונדרפול מטיפולים שונים ביום הקטיף (n=12)

הטיפול	כיסוי אדום בקליפה (%)	צבע גרגר (1-5)	כ.מ.מ. (%)	חומצה ציטרית (%)	כ.מ.מ. ח. ציטרית	pH
בקורת יבשה	80±2	4.8±0.3AB	16.2±0.1	1.20±0.05	13.6±0.6	3.37±0.05B
ריסוס במים	78±4	5.0±0.0A	16.2±0.2	1.10±0.04	14.7±0.3	3.51±0.02A
לונה אקספיריינס	77±4	4.8±0.2AB	15.9±0.1	1.20±0.07	13.4±0.9	3.53±0.07A
לונה טרנקיליטי	81±2	4.8±0.2AB	16.0±0.1	1.13±0.03	14.2±0.3	3.43±0.02AB
סרנייד	75±3	5.0±0.0A	16.4±0.1	1.16±0.02	14.1±0.2	3.37±0.01B
הרקולס	74±4	3.8±0.8B	16.0±0.2	1.20±0.10	13.6±1.1	3.21±0.05C

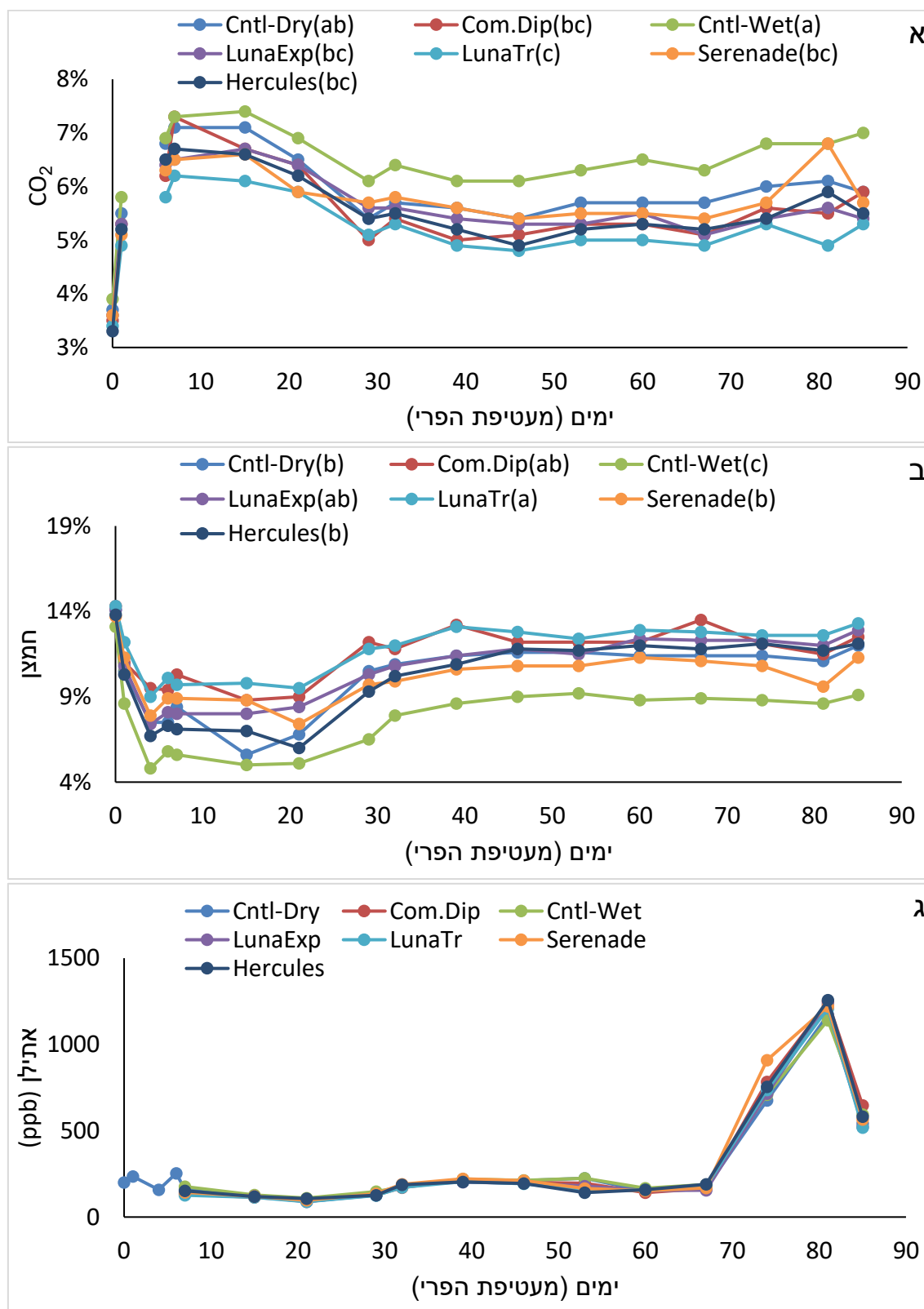
A-C - להבדל מובהק בין טיפולים ($p < 0.05$).

הרכב גזים בשקיות אווירה מתואמת- אווירה מתואמת שנוצרת באריזה הודות לנשימת הפרי תורמת לעיכוב התפתחות הרקבונות באחסון. מחצית מהפרי נארז בשקית ZOE וריכוזי גזים שונים נמדדו בשקיות אלו כדי לבחון אם לטיפולים במטע היתה השפעה על ריכוזיהם באחסון (איור 1).

פחמן דו חמצני- ביום הששי לערך התייצבו ריכוזי ה- CO_2 בשקיות ונעו בין 5% ל-7%. ריכוזי CO_2 הגבוהים ביותר נמצאו בשקיות הבקורת ובמיוחד בפירות הבקורת שרוססה במטע במים שהיתה גבוהה במובהק מיתר הטיפולים (א1).

חמצן- ריכוזי החמצן בשקיות ירדו באופן חד בארבעת הימים הראשונים ולאחר מכן עלו באטיות עד שהתייצבו לאחר כ-30 ימים. ריכוזי החמצן הנמוכים היו בשקיות פירות הבקורת שרוססה במטע במים ובמובהק מיתר הטיפולים ובמיוחד מהרימונים שרוססו בלונה טרנקיליטי (איור ב1). יתכן כי עיכוב הנשימה בפירות אלו נובע מכך שהפירימיתניל בתכשיר מעכב את סינטזת המתיונין שמשמש כסובסטרט ליצירת אתילן ויכול להשפיע על קצב הנשימה, מאידך לא נמצאו הבדלים בריכוזי האתילן בשקיות ויתכן שלא זו הסיבה לעיכוב הנשימה.

אתילן- ריכוזי האתילן עלה משמעותית לאחר כחודשיים באריזה ויתכן שהסיבה לכך היא תגובת הפרי להתפתחותם של רקבונות בשלב זה.



איור 1: ריכוזי הגזים השונים (א. פחמן דו חמצני, ב. חמצן וג. אתילן) בשקיות אווירה מתואמת ZOE במהלך אחסון ב-7°C של רימונים מטיפולים שונים. a-c- להבדל מובהק בין טיפולים בריכוזי חמצן או פחמן דו חמצני בכל משך הבדיקה ($p < 0.05, n = 4$).

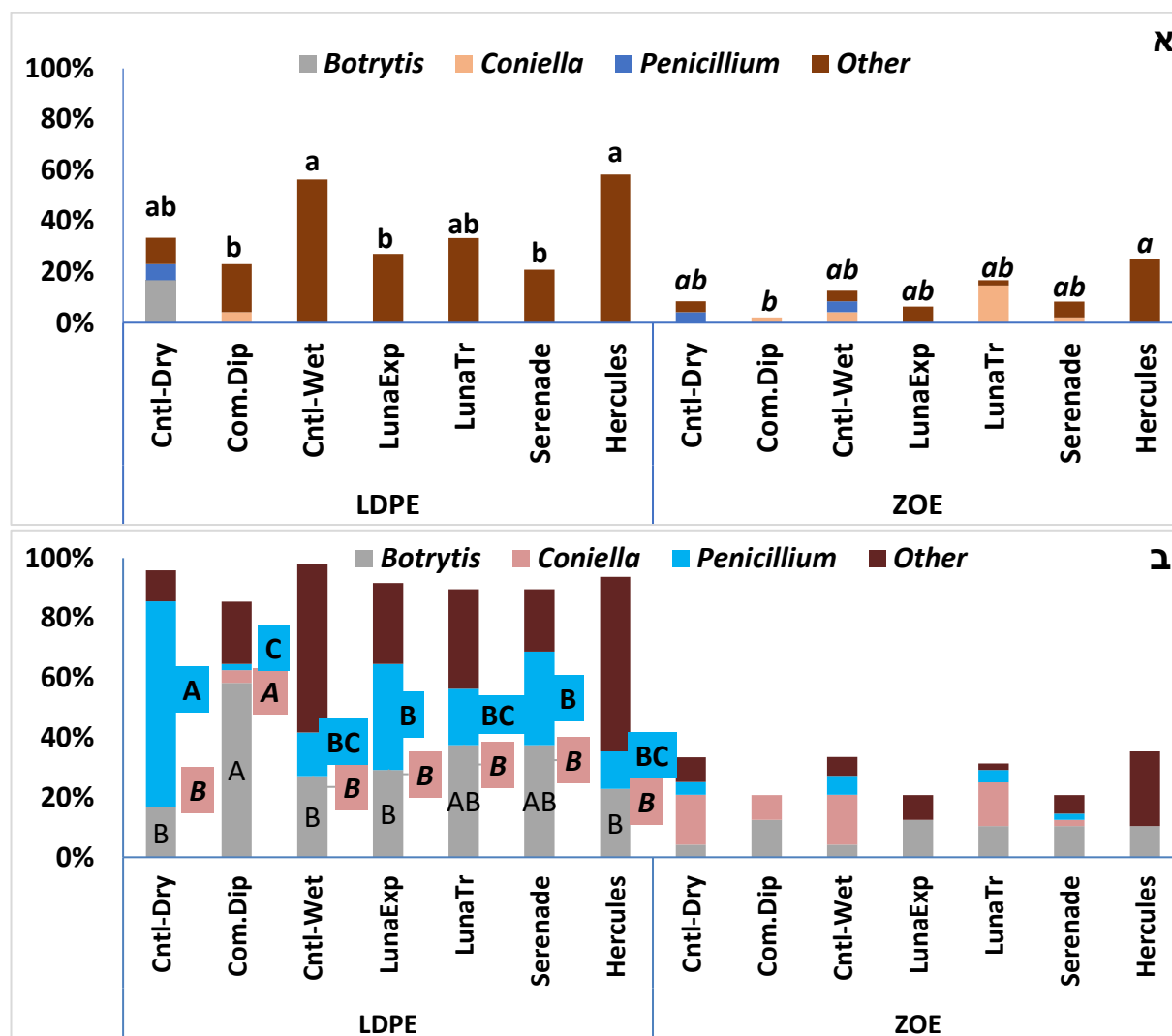
רקבונות אחסון - אריזת הפרי השפיעה במידה המשמעותית ביותר על התפתחות רקבונות. פחות רקבונות התפתחו ברימונים שאוחסנו בשקיות אווירה מתואמת ZOE לעומת אלו שנארו בשקיות LDPE מחוררות בהן שררו תנאים אטמוספריים (איור 2).

בהוצאה מאחסון - לא ניתן היה לאפיין את מרבית גורמי הרקבון ולרוב אלו סווגו כ"רקבון אחר". שיעורי רקבונות גבוהים התפתחו באריזת LDPE ואלו עוכבו במידה הרבה ביותר ברימונים שרוססו במטע בסרנייד או בלונה אקספיריינס ובדומה לרימונים מהטבילה המסחרית בסקולר (איור 2). יותר רקבונות במובהק נמצאו ברימונים שרוססו בהרקולס וברימוני הבקורת שרוססו במים. מגמה דומה נשמרה לרוב ברימונים שנארו בשקיות ZOE.

בתום שבוע חיי מדף ב-20°C - פחות רקבונות נמצאו בפרי שנארו בשקיות ZOE (20%-30%) בעוד שמרבית הפרי משקיות LDPE נרקב (מעל ל-90%) וללא השפעה מובהקת של הטיפול על שיעור הרקבונות (איור 2). הבדלים בין הטיפולים נמצאו בהתפלגות סוגי הרקבון ושיעור הבוטריטיס הגבוה ביותר היה בפרי מטבילה מסחרית ובמובהק ממרבית הטיפולים. ממצא זה מפתיע מכיוון שהפלודיאוקסוניל שבסקולר אמור לעכב ביעילות את הבוטריטיס. בנוסף, רק בטיפול הטבילה המסחרית נמצאו רקבונות מהפטריה קוניאלה. ראוי לציין שריסוס בלונה טרנקיליטי לא נבדל מהלונה אקספיריינס בעיכוב הרקבונות. מפניציליום התפתחו על פני הקליפה כפי הנראה עקב החלשות הפרי והזדקנותו בשיעורים גבוהים בפירות הבקורת היבשה והנמוכים ביותר בפירות הטבילה המסחרית. ברימונים שנארו בשקיות ZOE לא היו הבדלים בהתפלגות הרקבונות בין הטיפולים, אך נשמרה אותה מגמה בשיעור הרקבונות בדומה להוצאה מאחסון.

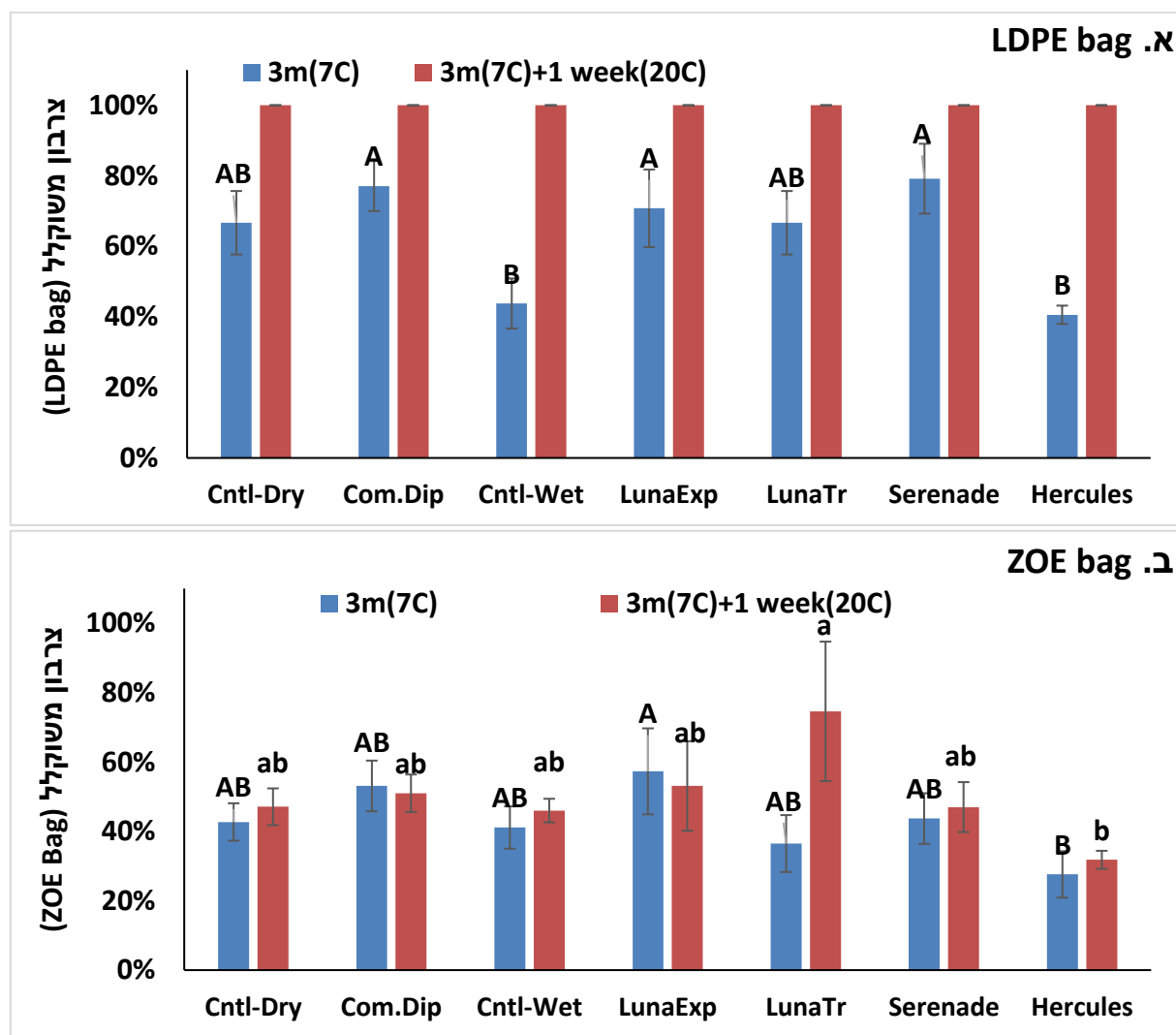
ערבון קליפה - אריזה בשקיות ZOE עיכבה את התפתחות הצרבון יחסית לאריזה בשקיות LDPE כפי הנראה עקב ריכוזי החמצן הנמוכים והפחמן דו חמצני הגבוהים שנוצרו באריזה זו (איור 3א,ב). זוהי עדות לכך שצרבון הקליפה ברימונים הוא כתוצאה מנזק כימיוני. בשקיות LDPE כל הפירות היו נגועים בצרבון קשה לאחר שבוע בחיי מדף ב-20°C (איור 3ב, תמונה 1), אולם בשקיות ZOE החומרה הרבה ביותר נמצאה באלו שרוססו בתכשיר לונה טרנקיליטי ובמובהק מאלו שרוססו בתכשיר הרקולס שמכיל נחושת שיתכן ולה השפעה מעכבת של נזק זה (איור 3ב, תמונה 1).

איכות פנימית - איכותם הפנימית של הרימונים נבדקה בתום חיי מדף בלבד, אולם רק אלו שנארו בשקיות ZOE לא נרקבו וניתן היה להעריך את השפעת הטיפולים על איכותם. לא נמצאה השפעה של הטיפולים השונים על מדדי איכות פנימיים של הרימונים בהם: צבע הגרגר, השחמת המחיצות ושיעור הפירות עם גרגרים חומים. ראוי לציין שבמהלך האחסון הממושך בשקיות אווירה מתואמת איבד הגרגר מצבעו שהיה אדום ויפה בקטיפ (טבלה 1). המחיצות הבהירות השחימו במידה קלה וכן גרגרים חומים שמעידים על הזדקנות הגרגר נמצאו בכ-50% מהפירות.



איור 2: התפלגות רקבונות אחסון ברימוני וונדרפול מטיפולים שונים שנעטפו בשקית LDPE או שקית אוויר מתואמת (ZOE) בתום האחסון (א), ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (ב).

A-C, A-B, A-B - להבדל מובהק בין טיפולים בכל מועד בדיקה עבור כל סוג רקבון ואריזה בנפרד ($p < 0.05$, $n = 4$).



איור 3: צרבון משוקלל ברימוני וונדרפול מטיפולים שונים בתום 3 חודשי אחסון ב-7°C או לאחר שבוע חי מדף ב-20°C, שנעטפו בשקית LDPE (א) או ZOE (ב).
A-B, a-b, A-C - להבדל מובהק בין טיפולים ובנפרד בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$, $n = 4$).

טבלה 2: מדדי איכות פנימיים ברימוני וונדרפול מטיפולים שונים בתום 3 חודשי אחסון בשקיות אווירה מתואמת ZOE ב-7°C ($n = 4$)

טיפול	צבע גרגר (1-5)	מדד להשחמת מחיצות (0-4)	גרגרים חומים (%)
בקורת יבשה	2.9±0.1	0.4±0.3	41±7
טבילה מסחרית	2.7±0.1	1.1±0.2	45±13
ריסוס במים	2.8±0.1	0.8±0.1	50±6
לונה אקספיריינס	2.6±0.1	0.4±0.3	50±10
לונה טרנקיליטי	2.8±0.1	0.3±0.1	25±10
סרנייד	2.7±0.1	0.8±0.3	40±14
הרקולס	2.5±0.2	0.7±0.1	51±12

הערה: לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במדדים השונים ($p < 0.05$)

דיון וסיכום

בניסוי זה נבחנה האפשרות להשתמש בריסוס במטע בחומרי הדברה למניעת רקבונות אחסון כתחליף לטבילה המקובלת בפונגיציד. גורם נוסף שנבחן היה שילוב של אריזת הפרי בשקית אווירה מתואמת (ZOE) שהודות לעליה בריכוז ה- CO_2 מעכבת את התפתחות הרקבונות.

להלן המסקנות העיקריות:

מצב הבשלה בקטיף - לא היתה השפעה של ריסוס המטע על מצב הבשלת הרימונים בקטיף או על התפתחות הגוון האדום בקליפתם. בריסוס בהרקולס נמצאה פגיעה פיטוטוקסית בקליפה.

הרכב הגזים בשקיות אווירה מתואמת (ZOE) - ברימוני הבקורת שרוססו במטע במים נמצאה השפעה מסוימת של הטיפול בקוטלי פטריות במטע או לאחר הקטיף שהתבטאה בעיכוב הצטברות CO_2 ושמירה על ריכוזי חמצן גבוה יחסית. לא נמצאה השפעה על ייצור האתילן.

רקבונות אחסון - האריזה בשקיות ZOE עיכבה את התפתחות הרקבונות במהלך האחסון והשפעה זו נמשכה במהלך שבוע בחיי מדף. טיפולים שעכבו את התפתחות הרקבונות באחסון היו ריסוס מטע בלונה אקספיריינס ובסרנייד שלא נבדלו בהשפעתם מהטבילה המסחרית בסקולר. ריסוס בלונה טרנקיליטי לא נבדל במובהק מהלונה אקספיריינס בעיכוב הרקבונות.

צרבון קליפה - האריזה בשקיות ZOE עיכבה את התפתחות צרבון הקליפה וכמעט ללא הבדלים בין הטיפולים במטע.

איכות פנימית - לא נמצאה השפעה של הטיפולים השונים שנארזו בשקיות ZOE על מדדי איכות פנימיים של הרימונים בהם: צבע הגרגר, השחמת המחיצות ושיעור הפירות עם גרגרים חומים.

מסיכום כלל הממצאים נראה שריסוס מטע בתכשיר לונה אקספיריינס או בתכשיר סרנייד עיכבו את התפתחות הרקבונות במהלך האחסון בדומה לטבילה המסחרית המקובלת בסקולר. השילוב עם אריזה בשקיות אווירה מתואמת ZOE הפחיתה אף יותר את הרקבונות ותרמה לאיכותם של הפירות. לפי ממצאים אלו ניתן להימנע מטבילה של הרימונים בסקולר כמקובל במסחר ולכך מספר יתרונות בהם: הימנעות מהרטבת הפרי והשארות עודפי נוזל בכתר שעלולים לעודד רקבונות באחסון, קליטה מהירה של הפרי לקירור, הארכת אחסון הפרי בחודש ללא צורך בתנאי אוויר מבוקר.

חשוב לציין שזוהי השנה הראשונה בה נבחן שילוב בין ריסוס מטע לאריזה בשקיות אווירה מתואמת וראוי לחזור על כך לפחות עונה נוספת לפני ההחלטה לבחון זאת בקנה מידה גדול.

הצעות להמשך מחקר:

1. לחזור על ניסוי זה עונה נוספת עם הטיפולים המצטיינים שנראים בעלי פוטנציאל.
 2. לבחון את השפעת הריסוס בשלבים מוקדמים בהתפתחות הפרי (כפרח או כחנט צעיר) במטרה להפחית את העומס המיקרוביאלי וההדבקות הלטנטיות ולהמנע משאריות התכשיר בקטיף.
 3. בהמשך, במידה ויהיו תוצאות חיוביות, לבדוק את התכונות השיטה בקנה מידה גדול יותר (מיכלים).
 4. בחינת אסטרטגיות שונות לטיפול ברקבונות אחסון ברימונים בהתייחס לגשמים בעונת הקטיף.
- עדנאן סביחאת-Postharvest solutions LTD, יוסי זינגר- מגדל הרימונים, מושב בצת.

טבילה במים



בקורת- ללא כל טיפול



לונה אקספיריינס



בקורת- ריסוס במים



סרנייד



לונה טרנקיליטי



כתמי תכלת בטיפול בהרקולס



הרקולס



תמונה 1: מראה הפרי מטיפולים שונים שנארז בשקיות ZOE בתום חיי מדף.

נספח: מפת הטיפולים במטע במושב בצת

צפון ^^^	9 עצים עד	7 עצים עד	צפון ^^^
	קצה השורה	קצה השורה	
שורת גבול	עץ גבול	עץ גבול	שורת גבול
	עץ גבול	לבן	
	חום	עץ גבול	
	חום	חום	
	עץ גבול	חום	
	אדום	עץ גבול	
	עץ גבול	כתום	
	ירוק	עץ גבול	
	עץ גבול	אדום	
	כתום	עץ גבול	
	עץ גבול	כחול	
	עץ גבול	עץ גבול	
	עץ גבול	עץ גבול	
	לבן	ירוק	
	עץ גבול	עץ גבול	
	כתום	חום	
	עץ גבול	חום	
	ירוק	עץ גבול	
	עץ גבול	אדום	
	כחול	עץ גבול	
	עץ גבול	ירוק	
	אדום	עץ גבול	
	עץ גבול	כתום	
	לבן	עץ גבול	
	עץ גבול	כחול	
	חום	עץ גבול	
	חום	לבן	
	עץ גבול	עץ גבול	

טיפול	צבע הסרט
לונה אקספריינס	אדום
לונה טרנקיליטי	כחול
הרקולס	ירוק
סרנייד	כתום
ביקורת עם מים	לבן
ביקורת יבשה	חום

3. הפחתת ההסתדקות ברימוני וונדרפול באמצעות ריסוס משקי של סופרלון והשפעתם על התפתחות רקבונות במהלך האחסון

בשיתוף חברת מרחב אגרו (גדות)

רקע

בניסויים קודמים מצאנו שריסוס מטע בסופרלון הפחית את ההסתדקות הרימונים וכן את מקרי הרקבון. כמו כן, נמצא שריסוס בריכוז של 0.05% כשבועיים לפני קטיף היטיב עם איכות הרימונים. אולם, בריסוס התכשיר עד לנגירה הופיעו בחלק מהמקרים נזקים בקליפת הפרי. בעונה הקודמת נערך ניסוי במטרה להימנע מהנזק באמצעות ריסוס בו לא היתה נגירה על פני הפרי (עם טיפה קטנה) ואכן ביום הקטיף לא נמצאו אותם פגמים בקליפת הפרי. איכותו של הפרי שרוסס בסופרלון היתה טובה בתום אחסון ממושך וכושר השתמרותו לא נפגע כתוצאה מהטיפול. בניסוי זה בחנו את השפעת הריסוס בסופרלון בקנה מידה גדול יותר, בחמישה מטעים מצפון ועד דרום בכדי לבחון האם הטיפול מתאים לפרי מתנאי גידול שונים. הפרי רוסס במטע במרסס מפוח כמקובל בריסוס מטע מסחריים ומדגמים ממנו אוחסנו במעבדה להערכת השפעתו בקטיף ולאחר אחסון ממושך באוויר רגיל.

מטרת הניסוי

בחינת יישום משקי של סופרלון על איכות רימוני וונדרפול בתום אחסון ממושך ובדגש על מניעת סדקים ורקבונות.

חומרים ושיטות

ריסוס בסופרלון וקטיף - כשבועיים לפני קטיף נערך בכל אחד מחמשת המטעים ריסוס סופרלון 0.05% (10 ח"מ חומר פעיל) וכבקות שמשו עצים באותה החלקה שלא רוססו. מכל מטע נקטפו מכל טיפול תיבת פרי עם כ-10-12 פירות מ-6 עצים (חזרות) + 6 פירות מכל עץ לבדיקות איכות והבשלה בקטיף. הפרי נקטף משני מפנים של העץ באופן שייצג את נשיאת היבול ע"י העץ. הנחיית הקטיף היתה לדגום פירות אקראית גם אם יש בהם סדקים, אך לא את אלו הרקובים.

אחסון הפרי - הפרי הובל למעבדה ביום הקטיף (ברוב המטעים הקטיף נערך ב-15.10.17) ותיבות הפרי המיועד לאחסון הועברו לקירור ל-7°C ללא טבילה בקוטל פטריות. למחרת הפרי נעטף בשקיות LDPE בעובי 40 מיקרון מחוררות לשמירת תנאי לחות גבוהה באחסון. הפרי אוחסן בקירור ובאוויר רגיל למשך 4 חודשים עד ל-1.3.18. בדיקות איכות נערכו בתום אחסון והפרי עבר עטוף לשבוע חיי מדף ב-20°C שבסיומו איכותו נבדקה בשנית.

בדיקות איכות והבשלה - בכל פרי נבדקו והוערכו סדקים בקליפה (0- ללא סדקים, 1- סדק קטן, 2- סדק בינוני ו-4 סדק גדול- גרגרים חשופים). רק בפרי שיועד לבדיקות קטיף נשקל כל פרי והוערך בו % הכיסוי האדום בקליפה, הפרי נחצה והוערך בו צבע הגרגר (סקלה 1- לבן....5- אדום כהה מאוד). מיץ נסחט מ-6 חצאי הפרי ונבדקה בו תכולת כ.מ.מ. באמצעות רפרקטומטר, חומצה ציטרית ו-pH באמצעות טיטרטור אוטומטי. **בדיקות בהוצאה מאחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C** - בתום 4 חודשי אחסון הוערכה איכותו החיצונית של הפרי בדגש על פגמי קליפה (צרבון ופיטוטוקסיות שדורגו לפי קל, בינוני וקשה). בפרי רקוב אופיין גורם

הרקבון והפרי נזרק והרישום נערך בנפרד עבור רקבון שהופיע על סדק. יתר הפרי עבר עטוף לשבוע בחיי מדף (20°C) ונבדקה בשנית האיכות החיצונית של הפרי.

פירות נחצו לרוחבם לבדיקת איכותם הפנימית ונרשמו רקבון פנימי, השחמת הקרומים (בריא, קל, בינוני וקשה) וצבע גרגר. מכיוון שהפרי אוחסן זמן ממושך מאוד לא נערך מבחן טעימה.

סטטיסטיקה: ההבדלים בין המטעים נבדקו במבחני שונות ומבחן פוסט-הוק (דנק), השפעת טיפול הסופרלון נבדקה במבחני t.

תוצאות ומסקנות

איכות הפרי ומצב הבשלה בקטיפ:

נמצאו הבדלים בתכונות הרימונים שנקטפו ממטעים שונים ברחבי הארץ. הפרי הגדול ביותר נקטף בביצרון והקטן ביותר בזכרון יעקב שהיה עם אחוז הכיסוי האדום בקליפה הרב ביותר (טבלה 1). הגרגר האדום ביותר היה בפרי מביצרון ובו תכולת הסוכר הגבוהה ביותר, בעוד שבלהבות הבשן הגרגר היה פחות אדום מכולם ועם תכולת סוכר נמוכה. לא נמצאו הבדלים בתכולת החומצה בין פירות המטעים אולם על פי יחס ההבשלה הרימונים מביצרון ומזכרון יעקב היו הבשלים ביותר ובמובהק מאלו שנקטפו בלהבות הבשן. על פי המדדים השונים ניתן לראות שונות גדולה בתכונות הרימונים מהמטעים השונים. שונות זו רצויה בניסוי זה בו אנו מעוניינים לבחון את השפעתו של הריסוס בסופרלון על פירות ממטעים שונים השונים בתכונותיהם.

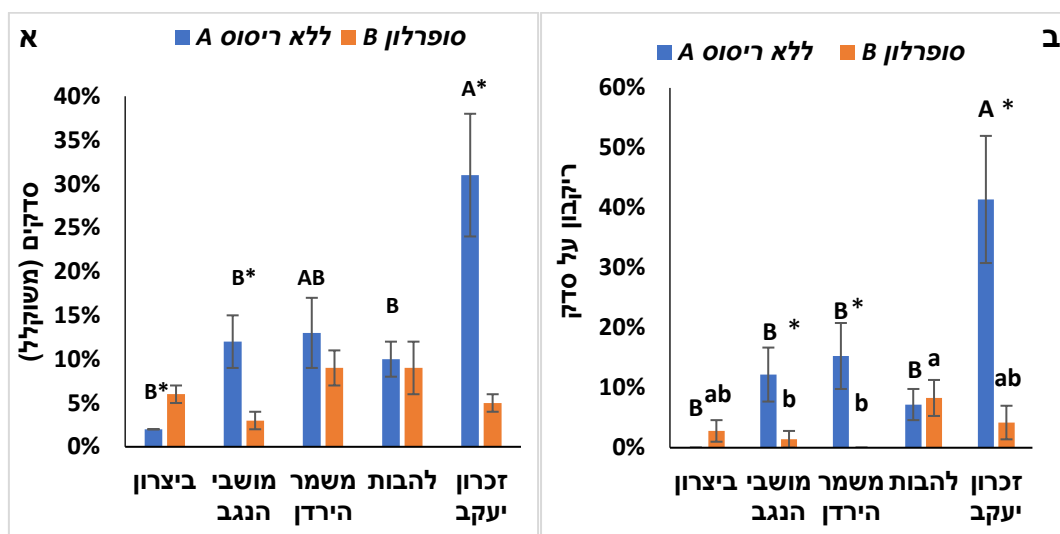
טבלה 1: תכונות רימוני וונדרפול ממטעים שונים ביום הקטיפ. ממוצע $\pm$ ש.ת., n=6.

המטע	משקל	אחוז כיסוי	צבע גרגר	סוכר	חומצה	יחס הבשלה	pH
ביצרון	627 $\pm$ 21 A	74 $\pm$ 3 BC	4.6 $\pm$ 0.1 A	19.03 $\pm$ 0.18 A	1.20 $\pm$ 0.05	16.3 $\pm$ 0.9 A	3.31 $\pm$ 0.03 AB
משקי הנגב	498 $\pm$ 29 C	75 $\pm$ 2 AB	4.1 $\pm$ 0.2 B	17.03 $\pm$ 0.018 C	1.11 $\pm$ 0.02	15.5 $\pm$ 0.4 AB	3.35 $\pm$ 0.02 A
משמר הירדן	554 $\pm$ 09 BC	69 $\pm$ 1 CD	4.2 $\pm$ 0.1 AB	18.38 $\pm$ 0.26 B	1.17 $\pm$ 0.04	16.0 $\pm$ 0.5 AB	3.25 $\pm$ 0.02 B
להבות הבשן	575 $\pm$ 20 AB	65 $\pm$ 2 D	2.8 $\pm$ 0.1 C	16.61 $\pm$ 0.13 C	1.20 $\pm$ 0.05	14.1 $\pm$ 0.6 B	3.28 $\pm$ 0.04 AB
זיכרון יעקב	431 $\pm$ 17 D	81 $\pm$ 2 A	4.4 $\pm$ 0.1 AB	17.91 $\pm$ 0.15 B	1.09 $\pm$ 0.05	16.8 $\pm$ 0.7 A	3.33 $\pm$ 0.03 AB

A-D להבדל מובהק באותה התכונה בין מטעים ($p < 0.05$).

איכות הפרי בתום אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C:

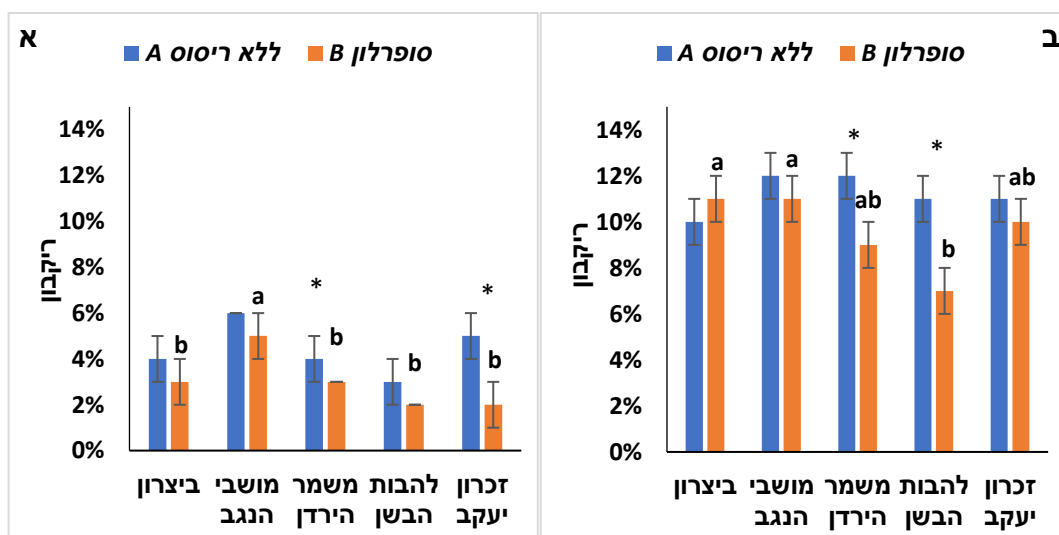
סדקים בקליפה- הריסוס בסופרלון הפחית את אחוז הפירות עם הסדקים בקליפת הרימונים לעומת רימוני הבקורת שלא רוססו (איור 1א). בשני מטעים הבדל זה היה מובהק ובמיוחד במטע זכרון יעקב, אולם השפעה הפוכה מובהקת נמצאה במטע ביצרון בו היו אחוזים נמוכים יחסית של פרי סדוק ככלל. יתכן והשפעה מובהקת של הסופרלון תמצא במיוחד במטעים בהם הפרי רגיש לסדקים. רקבון על סדק- בעת הבדיקה בתום אחסון נרשמו רקבונות שנמצאו על סדקים ונמצא שבפירות שרוססו בסופרלון שיעורם היה נמוך במובהק מאשר בפירות הבקורת (איור 1ב). כמו כן, ניתן לראות שבמטעים בהם שיעור הסדקים גבוה (איור 1א, תמונה 1) נמצאו שיעורים גבוהים של רקבונות על הסדקים (איור 1ב). התאמה זו מחזקת את ההנחה לפיה צמצום הסדקים בקליפה הודות לריסוס בסופרלון מפחית את הסיכון לרקבונות.



איור 1: א. אחוז הסדקים (משוקלל) ב. אחוז הפירות עם רקבון על סדק ברימוני וונדרפול בהשפעת ריסוס בסופרלון במטעים שונים. ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=6$.

A-B/a-b - להבדל מובהק בין מטעים באותו הטיפול ($p<0.05$). A-B (במקרא) - להבדל בין טיפול פרי בקורת לפרי מטופל בסופרלון ($p<0.05$). * להבדל מובהק בין פרי בקורת למרוסס בסופרלון באותו מטע.

רקבונות - ככלל, ברימונים שרוססו בסופרלון נמצאו בתום האחסון פחות רקבונות במובהק מאשר ברימוני הבקורת שלא רוססו (איור 2, תמונה 1). אלו גברו במהלך שבוע חיי מדף ב- 20°C , אולם ההשפעה המעכבת נשמרה בפרי שרוסס בסופרלון ובמיוחד מלהבות הבשן ומשמר הירדן (איור 2).



איור 2: אחוז הפירות הרקובים א. בהוצאה מאחסון, ב. ולאחר שבוע חיי מדף ברימוני וונדרפול ממטעים שונים בהשפעת ריסוס בסופרלון. ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=6$.

a-b - להבדל מובהק בין מטעים באותו הטיפול ($p<0.05$). A-B (במקרא) - להבדל בין טיפול פרי בקורת לפרי מטופל בסופרלון ($p<0.05$). * להבדל מובהק בין פרי בקורת למרוסס בסופרלון באותו מטע.



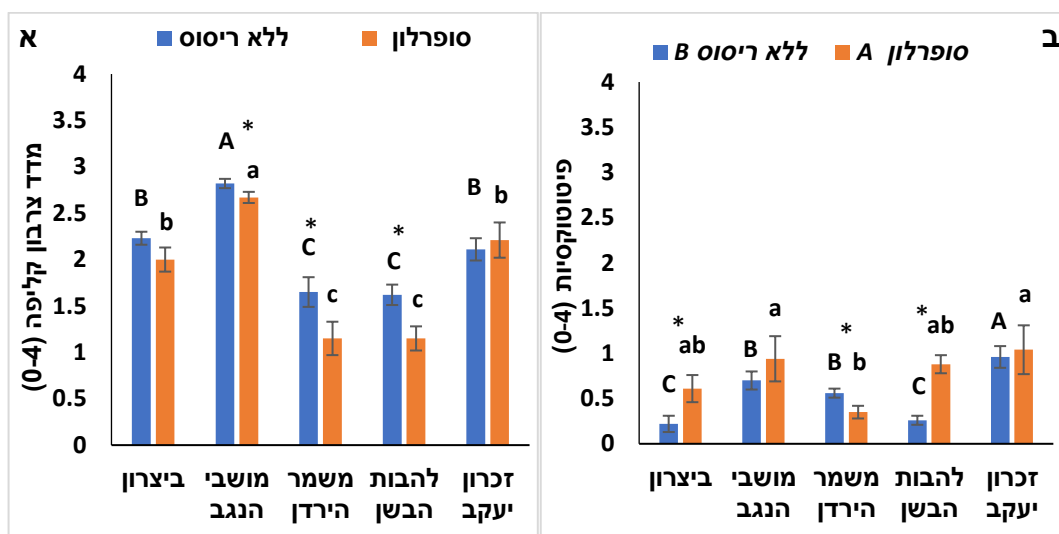
תמונה 1: סדקים ורקבונות בתום אחסון: א. פניציליום, ב. קוניאלה גרנטי, ג. רקבון מפניציליום על סדק, ד. סדק בקליפה, ה. פגמים קלים בקליפה ותחילת התפתחות פניציליום, ו. רקבון מבוטריטיס.

צרבון הקליפה- ככלל, לא היתה השפעה של הריסוס בסופרלון על חומרת צרבון הקליפה, על אף שבחלק מהמטעים היתה הפחתה מובהקת בחומרת הפגם (איור 3א). נראה שיש הבדלים בין המטעים ברגישות לפגם ובמיוחד באלו מהגליל העליון (להבות הבשן ומשמר הירדן).

פיטוטוקסיות- הריסוסים נערכו באמצעות מרסס מפוח משקי שיצר ערפול דק על פני הפרי ללא נגירה. על אף זאת נמצאה פיטוטוקסיות בחומרה קלה ויותר במובהק באלו שרוססו בסופרלון (איור 3ב). גם בפירות הבקורת שלא רוססו כלל נמצאו פגעים פיטוטוקסיים שמצביעים על כך שהפירות נחשפו במטע לריסוסים נוספים שיתכן והגבירו את רגישותם לריסוס זה. למשל, בפרי ממטע להבות הבשן נמצא נזק פיטוטוקסי בשיעור גבוה במובהק בפרי שרוסס בסופרלון (תמונה א), אולם פגם זה היה בעל מופע שונה מהמוכר לנו מהעבר בהשפעת הסופרלון (תמונה ב2).

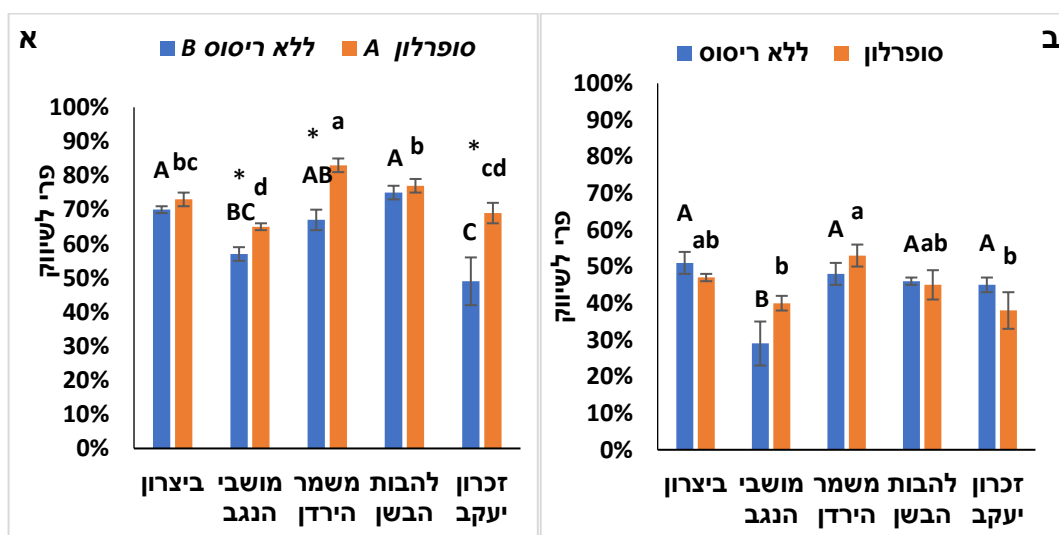


תמונה 2: פגם פיטוטוקסי מריסוס בסופרלון בפרי ממטע א. להבות הבשן ב. איילת השחר (2016).



איור 3: א. צרבון הקליפה (מדד 0-4) ב. פיטוטקסיות (מדד 0-4) בהוצאה מאחסון ברימוני וונדרפול ממטעים שונים בהשפעת ריסוס בסופרלון. ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=6$. A-C - להבדל מובהק באותו הטיפול בין מטעים (במקרא) - להבדל בין טיפול פרי בקורת לפרי מטופל בסופרלון ($p<0.05$). * להבדל מובהק בין פרי בקורת למרוסס בסופרלון באותו מטע.

פרי ראוי לשיווק - איכותו של הפרי נבדקה בתום אחסון ממושך באוויר רגיל ופירות עם פגמים חיצוניים בחומרה קלה (צרבון, פיטוטקסיות) נכללו לשיווק עם הפרי הברי. ככלל, ריסוס בסופרלון הגביר את אחוזי הפרי הראוי לשיווק במובהק מאשר פירות הבקורת (איור 4). אחת הסיבות לכך היא צמצום מקרי הרקבון בפירות שרוססו בסופרלון. בחיי מדף פחתו שעורי הפרי הראוי לשיווק ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים (איור 4ב).



איור 4: אחוז הפירות הראויים לשיווק א. בהוצאה מאחסון, ב. לאחר שבוע חיי מדף ברימוני וונדרפול ממטעים שונים בהשפעת ריסוס בסופרלון. ממוצע $\pm$ ש.ת., $n=6$. A-C - להבדל מובהק באותו הטיפול בין מטעים (במקרא) - להבדל בין טיפול פרי בקורת לפרי מטופל בסופרלון ($p<0.05$). * להבדל מובהק בין פרי בקורת למרוסס בסופרלון באותו מטע.

איכות פנימית - איכותם הפנימית של כל הפירות היתה טובה מאוד וכמעט וללא השחמה פנימית או רקבונות (תוצאות לא מוצגות). משך אחסון היה ארוך במיוחד במטרה לאפשר לרקבונות ופגמים נוספים להתפתח במהלך האחסון ועל כן פרי זה אינו מתאים לטעימה (לא נערך).

דיון וסיכום

בניסוי זה נבחנה השפעתו של ריסוס יחיד בסופרלון על רימוני וונדרפול כשבועיים לפני קטיף שנמצא מיטבי בניסויים קודמים בצמצום סדקים והפחתת מקרי רקבון. הריסוסים נערכו בחמישה מטעים ברחבי הארץ מהצפון ועד לדרום במטרה לבחון האם טיפול זה מתאים לפירות מאזורי גידול שונים. בדיקת תכונות הרימונים ביום הקטיף הצביעו על שונות בין הפירות מהמטעים השונים במצב הבשלתם. להלן סיכום הממצאים העיקריים:

- הריסוס בסופרלון הפחית את הסדקים במיוחד במטעים בהם רגישות גבוהה לסדקי קליפה (זכרון יעקב ומשקי הנגב). בהתאמה נמצאה הפחתה ברקבונות על סדקים בפירות המאוחסנים.
- ברימונים שריססו בסופרלון נמצאו פחות רקבונות במובהק מאשר ברימוני הבקורת בתום האחסון והשפעה זו נשמרה במהלך חיי מדף.
- הריסוס בסופרלון לא השפיע על רגישות הפרי לצרבון קליפה, אולם נמצאה הגברה מובהקת בפיטוטוקסיות. חשוב לציין שהפיטוטוקסיות היתה בחומרה קלה מאוד שאינה פוגעת במסחריות של הפרי.
- ריסוס בסופרלון הגביר את שיעור הפרי הראוי לשיווק בתום אחסון ממושך. ממצאים אלו מאוששים את ממצאי הניסויים שנערכו בשנים קודמות לפיהם הריסוס בסופרלון מיטיב עם איכות הפרי המאוחסן הודות לצמצום סדקים בקליפה. יתכן שצמצום הסדקים בקליפה מפחית את נקודות החולשה בפרי דרכם יכולה הפטריה לחדור, להתבסס ולגרום לרקבון ובכך תרומתו של הריסוס בסופרלון בהפחתת מקרי הרקבון. ראוי להמליץ על ריסוס זה במיוחד במטעים עם היסטוריה של רגישות לסדקי קליפה. כמו כן, יתכן שריסוס זה יכול לשמש כטיפול מונע להסתדקות הרימונים עקב גשמי החורף הראשונים.

הצעות להמשך מחקר

- מכיוון שנראו הבדלים בהשפעת התכשיר על הפרי ממטעים שונים מומלץ להמשיך ולאפיין את השפעת התכשיר על פרי ממטעים מאיזורים שונים הנבדלים בתנאים האקלימיים.
- לבחון שיטות נוספות ליישום התכשיר במטרה לצמצם את הרגישות לפיטוטוקסיות.

4. עיכוב רקבונות והסרת חומרי הדברה מרימוני 'וונדרפול' באמצעות טבילה באמבט אולטראסוני (סיכום טיפולים אולטראסוניים ברימוני וונדרפול עונת 2017).

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 טורבולנטיים מקרוסקופיים המגרדים שכבות מיקרוניות משטח הפנים. תוצאות הגרוד היא ניקוי השכבות החיצוניות של הגוף הטבול ותוצרי הגרוד נשארים בנוזל או מתמוססים. אנרגיית הגלים מסוגלת להסיר נבגי פתוגנים, ואף שאריות של חומרי הדברה. שיטה זו ידידותית ועשויה לסייע בפתרון מספר בעיות אחסון ללא הצורך בשימוש בחומרי הדברה. באמצעות אמבט אולטראסוני גדול (בנפח של כ-320 ליטר) ניתן לבחון את שתי מטרות ברימונים מהזן 'וונדרפול': 1. לבחון את השפעת משכי חשיפה שונים לגלים אולטראסוניים על מניעת רקבונות אחסון בפרי. 2. לבחון את הסרת חומרי ההדברה מפני הפרי המאוחסן טרם שיווקו. בעונת 2017 נערכו מספר ניסיונות לבחינת היתכנות השימוש בגלים אולטראסוניים לפתרון בעיות אלו.

4.1 חשיפת רימוני וונדרפול לגלים אולטראסוניים ובשילוב עם טבילה בתכשיר 'דקוקליר' למניעת רקבונות אחסון חומרים ושיטות

איסוף הפרי- רימונים מהזן וונדרפול שנקטפו מלהבות הבשן ב-18.10.31 נאספו מביא"ר 'הרקור' ל-40 תיבות ובכל אחת 8 פירות. בדיקות הבשלה נערכו ב-4 חזרות בנות 5 פירות ונבדקו בהם: % כיסוי אדום בקליפה (ויזואלית), צבע הגרגר (1-גרגר לבן ועד 5-גרגר אדום כהה). מכל חזרה נסחט מיץ מחמישה חצאי פרי ונבדקו בו תכולת הכ.מ.מ. (%) באמצעות רפרקטומטר, תכולת החומצה הציטרית (%) ו-pH בטיטור אוטומטי. הפרי נשמר בטמפרטורה של כ-18°C ולמחרת נערכו 8 טיפולים כמפורט להלן עבור 5 תיבות (תיבה=חזרה) בכל טיפול:

1. Dry Control - פרי בקורת יבש ללא כל טבילה.
 2. Wash control - שטיפה בזרם מים (במשך מספר שניות).
 3. 5'dip Control - טבילה במים למשך 5 דקות.
 4. DecClr - טבילה בדקוקליר 1% למשך 30 שניות (טבילה מסחרית)
 5. 2'US - 2 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים בטבילה.
 6. 2'US & DecClr - טיפול 5 ולאחריו טיפול 4
 7. 5'US - 5 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים בטבילה.
 8. 5'US & DecClr - טיפול 7 ולאחריו טיפול 4.
- *הערה- בטיפולים 5-8 נערכה שטיפה בזרם מים (כמו טיפול 2) לאחר הטיפול האולטראסוני.

מעקב אחר הפרי: הפרי יובש ולאחר מכן נעטף בשקיות LDPE מחוררות בחורי מאקרו ונשמר בחדר חיי מדף ב-20°C. בתדירות שבועית לערך נבדקה נוכחות רקבונות בכל פרי. בפירות רקובים נרשם גורם הרקובון ואלו נזרקו. השפעת הטיפולים נבדקה במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנקן).

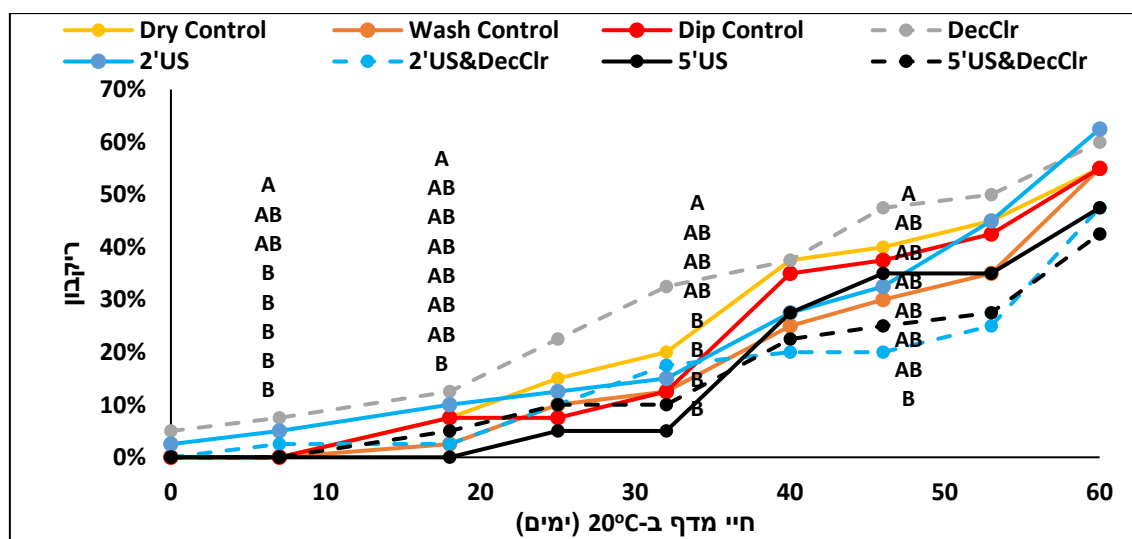
תוצאות ומסקנות

מדדי הבשלה בקטיף- הרימונים היו אדומים ברובם עם אחוז כיסוי אדום בקליפה ($81\% \pm 5\%$) ובמיץ הפרי נמצאו תכולת כ.מ.מ. גבוהה ($18.2 \pm 0.2\%$), חומצה ציטרית נמוכה ($1.00 \pm 0.08\%$) ו-pH של 3.50 ± 0.08 . כל אלו מעידים על כך שהפרי נמצא במצב הבשלה מתקדם אשר מתאים לניסוי בו תבחן רגישותו לרקבונות.

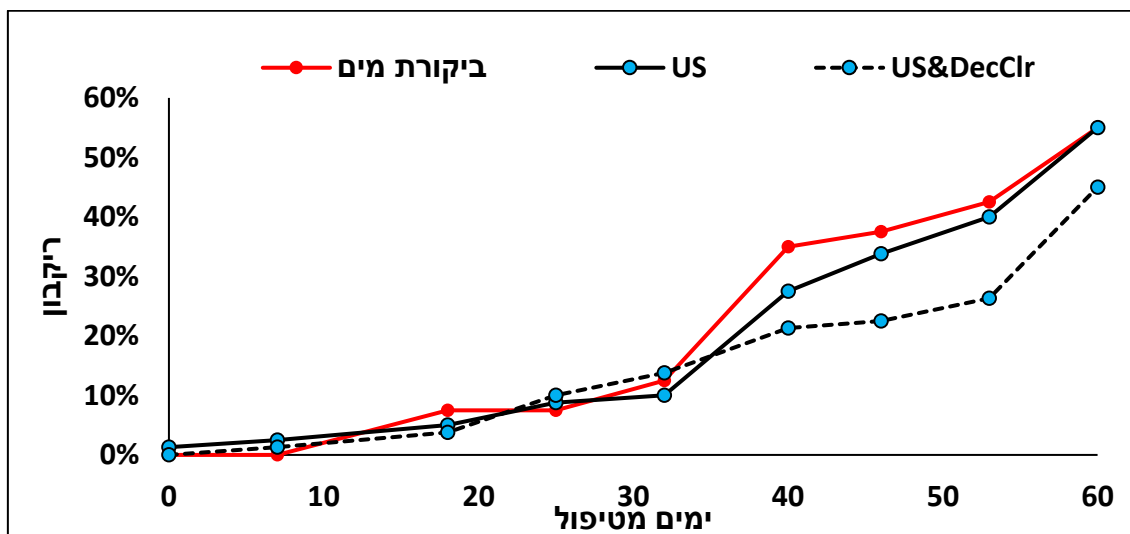
התפתחות רקבונות בחיי מדף- הפירות נשמרו בחיי מדף ונערכה בדיקה בתדירות שבועית לערך של התפתחות רקבונות בפרי. כ-90% מהרקבונות נגרמו מהפטריה פניציליום שהתפתחה בקליפת הפרי ויתר הרקבונות היו כתוצאה מהפטריה בוטריטיס סינראה.

חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות עם או ללא טבילה בדקוליר עיכבה את התפתחות הרקבונות ביעילות עד לכ-30 ימים בחיי מדף ובהמשך העיכוב היה יעיל רק בטיפול המשולב (איור 1.1). נראה שחשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 2 דקות לא הספיקה לעיכוב של התפתחות הרקבונות אך בשילובו עם טבילה בדקוליר נראתה מגמה של שיפור בעיכוב הרקבונות (אך לא במובהק). מעניין לציין שדווקא ברימונים שנטבלו בדקוליר בלבד התפתחו רקבונות בשיעורים הגבוהים ביותר.

באיחוד משכי החשיפה של טיפולי הגלים האולטראסוניים ובנפרד עם או ללא טבילה בדקוליר היתרון של שילובו לאחר כחודש בחיי מדף (איור 1.2). בשלב זה, קליפת הפרי מזדקנת וקל לפניציליום להתבסס. לפיכך, יתכן והתרומה של הטיפול המשולב תבוא לידי ביטוי ברימונים שמאוחסנים לתקופות ממושכות.



איור 1.1: % הרקבונות ברימוני וונדרפול בחיי מדף ב-20°C בהשפעת חשיפה לגלים אולטראסוניים למשכי זמן שונים ובשילוב דקוליר 1% בהשוואה לטיפול בקורת. A-B- להבדל מובהק בין טיפולים בכל מועד בדיקה בנפרד ($p < 0.05$).



איור 1.2: % הרקבנות ברימוני וונדרפול בחיי מדף ב-20°C באיחוד טיפולים של חשיפה לגלים אולטראסוניים עם או ללא טיפול עוקב בדקוקליר 1% בהשוואה לטבילה במים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

דיון וסיכום

תוצאות ניסוי זה מצביעות על האפשרות שחשיפת רימונים לגלים אולטראסוניים ולאחר מכן טבילתם בדקוקליר עשויה לצמצם את התפתחותם של רקבונות בפרי. יתכן שחשיפה לגלים אולטראסוניים מסירה נבגים מפני הפרי ולאחר מכן הטבילה בדקוקליר מגינה עליו מפני התפתחותם בהמשך (יתכן שקוטל את הנבגים שנשארו על הקליפה לאחר הטיפול האולטראסוני) ובמיוחד כאשר הקליפה מזדקנת והפניציליום משגשג.

4.2 חשיפת רימוני וונדרפול לגלים אולטראסוניים בטמפרטורות שונות למניעת רקבונות אחסון

מטרת הניסוי

מניעת רקבונות אחסון ברימוני וונדרפול בשילוב בין חשיפתם לגלים אולטראסוניים למשכי זמן שונים (2 או 5 דקות) בשילוב טמפרטורות גבוהות של מי האמבט (40 או 46 מע"צ).

חומרים ושיטות

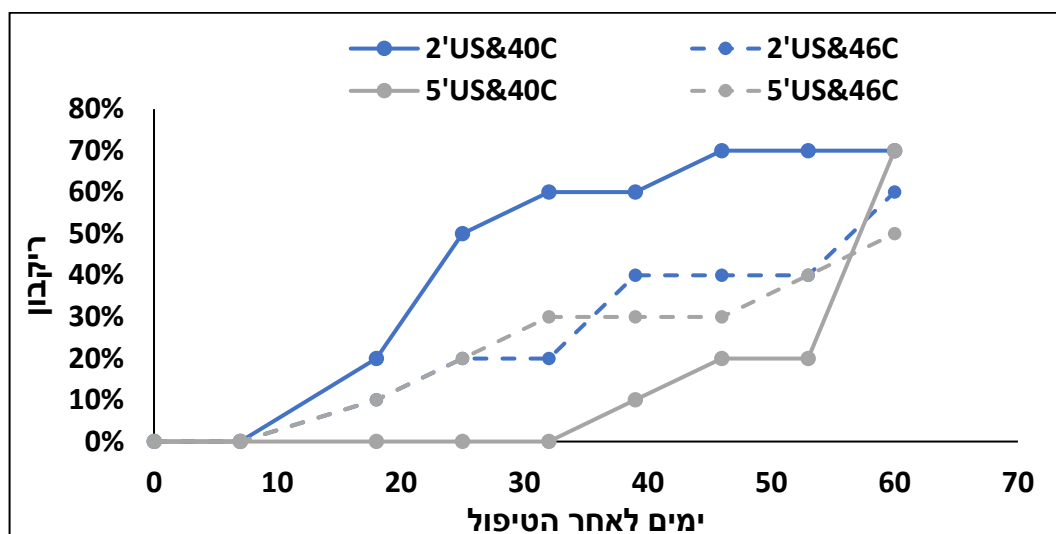
ארבע תיבות ובכל אחת 10 רימוני וונדרפול שנקטפו ב- 31.10.2018 נשמרו במסדרון בכ-20°C עד למחרת. כל תיבה שימשה לטיפול אחר וכל פרי שימש כחזרה. הטיפולים היו כלהלן:

1. 2'US&40C - חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 2 דקות ובמים ב-40°C.
2. 2'US&46C - חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 2 דקות ובמים ב-46°C.
3. 5'US&40C - חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות ובמים ב-40°C.
4. 5'US&46C - חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות ובמים ב-46°C.

טמפרטורה של 46°C נבחרה לבדיקה מכיוון שבמעיינות החמים שנובעים משמיר זוהי טמפרטורת המים ויתכן וניתן יהיה להשתמש במקור מים זה לביצוע הטיפול בעתיד. טמפרטורת הטבילה נמדדה ובמשך 2 דקות טבילה טמפרטורת המים לא השתנתה בעוד שטבילה במשך 5 דקות העלתה את טמפרטורת המים מ-40°C ל-44.2°C (עליה של 4.2°C) ואילו מ-46.2°C זו עלתה רק ל-46.7°C (עליה של 0.5°C). לאחר הטבילה הפרי יובש עד למחרת ונארז בשקיות LDPE מחוררות לשמירה על לחות גבוהה בחיי מדף לעידוד התפתחות הרקבונות. בתדירות שבועית לערך נבחן בכל פרי אם התפתחו רקבונות. בפירות רקובים הוגדר גורם הרקבון ואלו נזרקו. השפעת הטיפולים נבדקה במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנק).

תוצאות ומסקנות

רקבונות עוכבו בפירות שנחשפו לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות ובטמפרטורה של 40°C ורק לאחר יותר מחודש בחיי מדף זהו מקרי רקבון הראשונים (איור 2.1) ואילו בחשיפת הפירות באותה הטמפרטורה במשך 2 דקות התפתחו הרקבונות במידה הרבה ביותר החל מכ-20 יום לאחר הטיפול. מאידך, משך הטיפול לא השפיע בחשיפת הפירות לגלים אולטראסוניים בטמפרטורה של 46°C.



איור 2.1: התפתחות רקבונות ברימוני וונדרפול שנחשפו למשכי זמן שונים לגלים אולטראסוניים בטמפרטורה שונה של מי הטבילה.

דיון וסיכום

חשיפה רימוני וונדרפול במשך 5 דקות ב- 40°C עיכבה את התפתחות הרקבונות למשך יותר מחודש ימים בחיי מדף ב- 20°C וזהו היה השילוב המיטבי בין משך החשיפה לטמפרטורה. יתכן שחשיפה למשך 2 דקות הינה קצרה מדי ואילו בחשיפה ל- 46°C יש הפחתה ברקבונות ולא נראה שיש הבדל במשך החשיפה לגלים אולטראסוניים בטמפרטורה זו. ראוי להמשיך ולבחון את הטיפול המיטבי מניסוי זה (5'US&40C).

4.3 גלים אולטראסוניים להפחתת שאריות סקולר ברימוני וונדרפול

מטרת הניסוי

הפחתת שאריות התכשיר סקולר מרימוני וונדרפול באמצעות חשיפה לגלים אולטראסוניים.

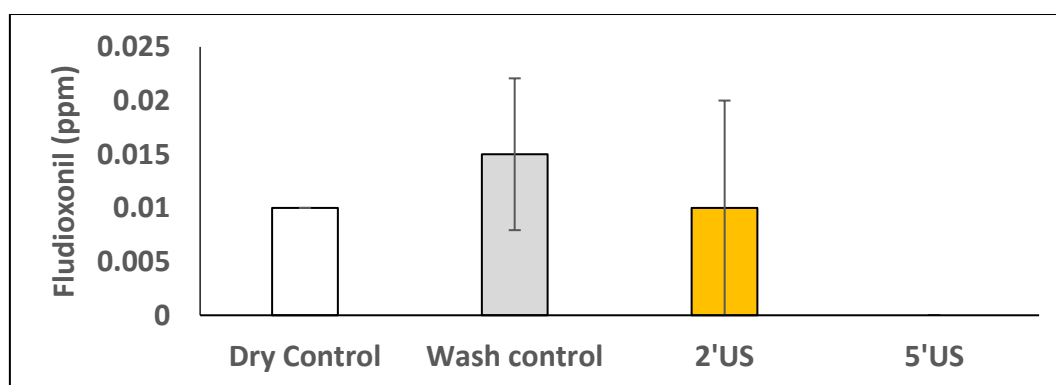
חומרים ושיטות

רימוני וונדרפול נקטפו ב- 31.10.2018 ונטבלו בתכשיר סקולר בריכוז 0.2% במשך 30 שניות. הפירות יובשו לחלוטין ולמחרת חולקו הפירות ל-4 טיפולים:

1. Dry Control - בקורת ללא טיפול נוסף- 2 חזרות בנות 4 פירות.
 2. Wash Control - שטיפה במים- 2 חזרות בנות 4 פירות.
 3. 2'US - חשיפה לגלים אולטראסוניים למשך 2 דקות ולאחר מכן שטיפה במים- 3 חזרות בנות 3 פירות.
 4. 5'US - חשיפה לגלים אולטראסוניים למשך 5 דקות ולאחר מכן שטיפה במים- 3 חזרות בנות 3 פירות.
- החשיפה לגלים אולטראסוניים נערכה באמבט בטמפרטורת החדר וכנ"ל לגבי השטיפה במים. למחרת הפירות נשלחו לבדיקת שאריות פלודיאוקסוניל, החומר הפעיל בסקולר, במעבדות יתרולאב. השפעת הטיפולים נבדקה במבחני שונויות ופוסט-הוק (דנק).

תוצאות ומסקנות

במדגמי הפרי שנחשף לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות לא נמצאו כלל שאריות פלודיאוקסוניל בעוד שאלו נמצאו בריכוזים דומים ביתר הטיפולים בהם הבקורת היבשה והשטופה וכן הרימונים שנחשפו לגלים אולטראסוניים במשך 2 דקות (איור 2.1). כלומר, בכדי להפחית לחלוטין את שאריות הפלודיאוקסוניל מהפרי נחוצות יותר מ-2 דקות חשיפה לגלים אולטראסוניים. לא נראה הבדל בין שלושה מהטיפולים ויתכן שהסיבה לכך נובעת מהעובדה שהניסוי נערך במספר מצומצם של מדגמים עקב העלויות הגבוהות של הבדיקה. שטיפה במים לא הסירה כלל את שאריות הפלודיאוקסוניל מהפרי וזו עדות לנחיצות של טיפול אולטראסוני בהסרת החומרים מפני הפרי.



איור 3.1: ריכוזי הפלודיאוקסוניל ברימוני וונדרפול בעקבות חשיפה לגלים אולטראסוניים ל-2 או 5 דקות ובבקורת ללא כל טיפול ושטיפה בזרם מים. לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים.

דיון וסיכום:

חשיפת רימוני וונדרפול לגלים אולטראסוניים יכולים להפחית שאריות חומרי הדברה כפלודיאוקסוניל מהפרי, אולם נחוץ משך חשיפה ארוך מ-2 דקות לשם כך. ראוי להמשיך ולבחון זאת לאחר אחסון ולפני שיווק.

בדרך זו הפרי מוגן ע"י קוטל הפטריות במהלך האחסון ובמהלך האחסון ומשווק ללא חומרי הדברה לצרכן.
ראוי לשקול שילוב של טיפול ידידותי לאחר הסרת קוטל הפטריות ולפני השיווק.

סיכום ממצאי ניסויים בגלים אולטראסוניים:

הניסויים נערכו במטרה למצוא כיוונים אפשריים לתנאים מוצלחים שיבחנו בעונה הבאה. מניעת רקבונות
אחסון באמצעות גלים אולטראסוניים אפשרית בתנאים הבאים:

1. חשיפה לגלים אולטראסוניים במשך 5 דקות.
2. ביצוע הטיפול האולטראסוני לרימונים ב-40°C.
3. טבילה בדקוקליר לאחר החשיפה לגלים אולטראסוניים.
4. להפחתת שאריות חומרי הדברה נחוץ טיפול אולטראסוני במשך יותר מ-2 דקות.

5. השפעת מידת הפרפורציה על איכות רימוני וונדרפול שנארזו בשקיות אווירה מתואמת

מתוצרת פרפוטק

מבוא

אחת משיטות האחסון המקובלות של רימונים מהזן 'וונדרפול' היא בשקיות אווירה מתואמת שמאפשרות הארכת האחסון עד לשלושה חודשים. הרכב הגזים שנוצר בשקית במהלך האחסון כתוצאה מנשימת הפרי מושפע מסוג הפולימר, עובי השקית, מידת הפרפורציה ותוספים שניתן להוסיף לשקית. יש מספר חברות בעולם שמייצרות שקיות כאלו שנבדלות בתכונותיהן. חברת Zoepac מישראל מייצרת שקיות שמותאמות באופן ספציפי עבור מגוון פירות וירקות וחברת Perfotec מהולנד שהשקיות שהיא מייצרת עשויות פולימר שהינו biodegradable ואלו נבדלות במידת החירור המיקרוני בהן (מיקרופורציה). בניסוי זה נבחנו האם יש השפעה למידת החירור המיקרוני בשקיות Perfotec על איכות הרימון המאוחסן וזאת בהשוואה לשתי ביקורות: האחת שקית של Zoepac שמתאימה לאחסון רימונים ושקית Low density LDPE (polyethylene) מחוררת שאינה משפיעה על הרכב הגזים.

מטרת הניסוי

לבחון את השפעת האריזה בשקיות אווירה מתואמת שנבדלות בתכונותיהן על איכות רימוני 'וונדרפול'.

חומרים ושיטות

רימוני וונדרפול שנקטפו ממטע יראון ב-17.10.23 נאספו מבית אריזה הרקור והפרי הועבר לקירור במסדרון ב-7°C עד למחרת. מדדי הבשלה נבדקו ב-4 מדגמים בני 5 פירות (טבלה 1). הפרי חולק ל-5 סוגי אריזה שונים עם 4 חזרות בנות 6 פירות. סוגי האריזה היו כלהלן:

1. בקורת- שקית LDPE מחוררת.
2. שקית Perfotec 1,500
3. שקית Perfotec 7,500
4. שקית Perfotec 12,500
5. שקית ZoePak

הערה: הערכים בשקיות Perfotec מצביעים על מ"ל גזים שיכולים לעבור דרכן במשך יום.

הפירות הארוזים אוחסנו ב-7°C וריכוזי החמצן, הפחמן דו חמצני והאתילן נבדקו בתדירות דו יומית בשבועיים הראשונים ובהמשך בתדירות שבועית עד לפתיחת השקיות לאחר 3 חודשים. בתום האחסון נבדקה איכותם החיצונית של הרימונים ופרי רקוב נרשם ונזרק. יתר הפרי עבר לשבוע חיי מדף ב-20°C באריזות LDPE לשמירה על לחות. הפרי מוין בשנית ובנוסף נחצה להערכת איכותו הפנימית. מיץ הפרי נסחט להערכת תכולת הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד באמצעות גז כרומטוגרף (FID).

ההבדלים בריכוזי הגזים בין השקיות לאורך האחסון נבדקו במבחני שוניות למדידות חוזרות ומבחני פוסט-הוק (בונפרוני). השפעת השקיות השונות על מצב הפרי בתום האחסון ובתום חיי מדף נבדקה במבחני שוניות ומבחני פוסט-הוק (דנקו).

תוצאות ומסקנות

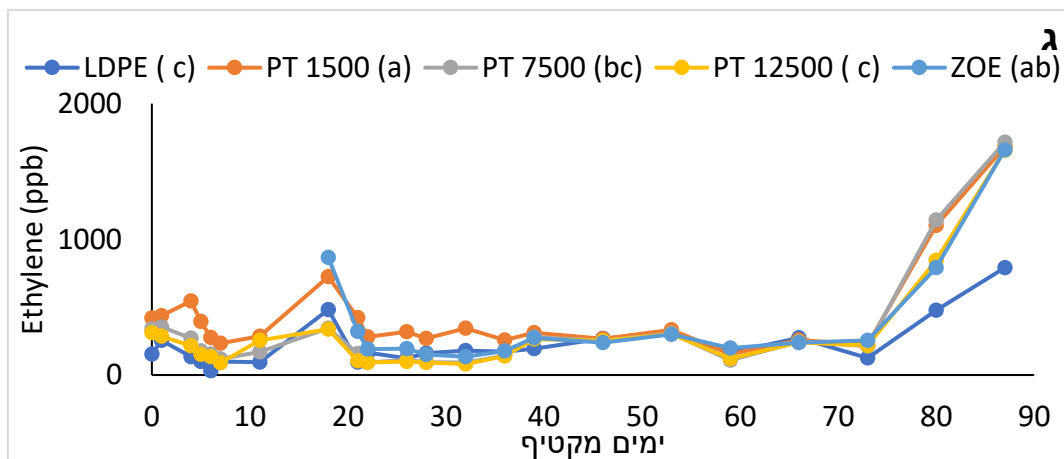
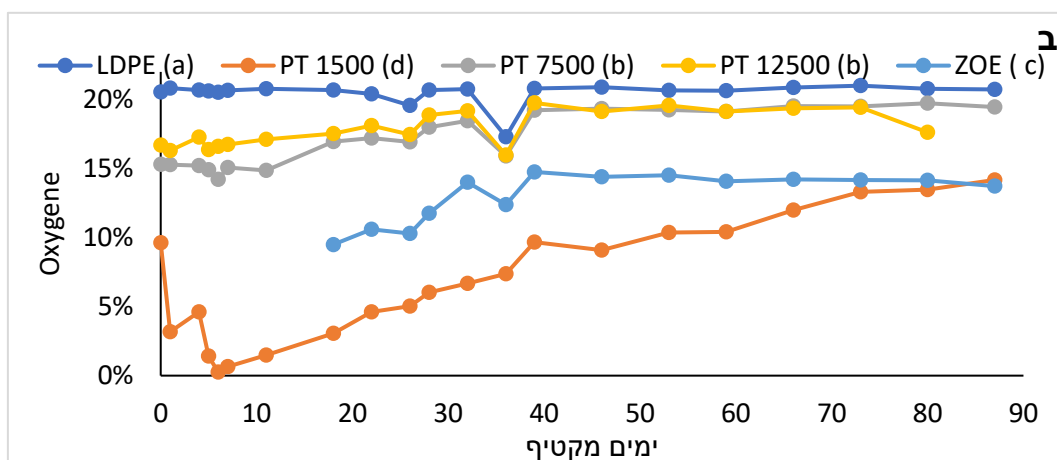
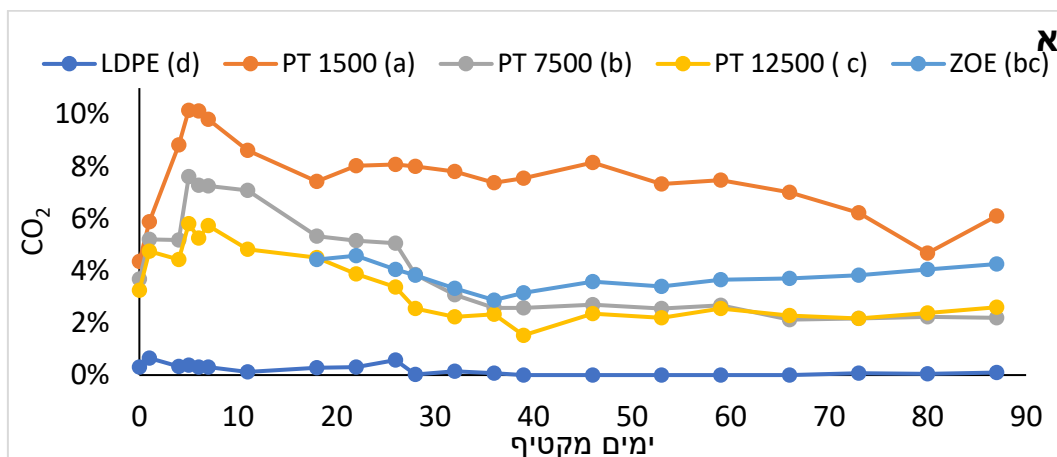
הרכב הגזים בשקיות - במהלך כשבוע ימים עלו ריכוזי הפחמן דו חמצני בכל שקיות האווירה המתואמת ולאחר מכן פחתו הדרגתית עד להתייצבות ריכוזם כחודש לאחר סגירתם (איור 1א). העלייה הראשונית בריכוזי הפחמן דו חמצני גברה ככל שמידת הפרפורציה פחותה. אריזות PT1500, האטומה ביותר, התייצבה בריכוזי פחמן דו חמצני של כ-8% לערך בעוד שריכוזו ביתר שקיות PT היה בטווח של 2%-4% ודומה לריכוזו בשקיות Zoe שנשמר גבוה במעט במהלך האחסון (כ-4%). כצפוי בשקית LDPE ריכוזי הפחמן דו חמצני היו נמוכים מאוד בכל מהלך האחסון.

ריכוז החמצן ירד בשקיות לאחר סגירתן ובהמשך נראתה עליה מתונה שהתייצבה על כ-19% בשקיות PT7,500 ו-PT12,500 וכ-14% בשקיות ZOE (איור 1ב). התנהגות שונה נראתה בשקיות PT1,500, האטומות ביותר, בהן ריכוזי החמצן פחתו לריכוזים אפסיים כשבוע לאחר סגירת השקיות ובהמשך החלה עליה הדרגתית וממושכת עד לכ-13% לאחר 3 חודשים. ריכוז האתילן היה נמוך במהלך 70 ימי אחסון ללא השפעה של סוג השקית על ריכוזו אולם, העליה שנראתה לאחר מכן יכולה לנבוע מהתפתחות רקבונות בחלק מהפירות (איור 1ג).

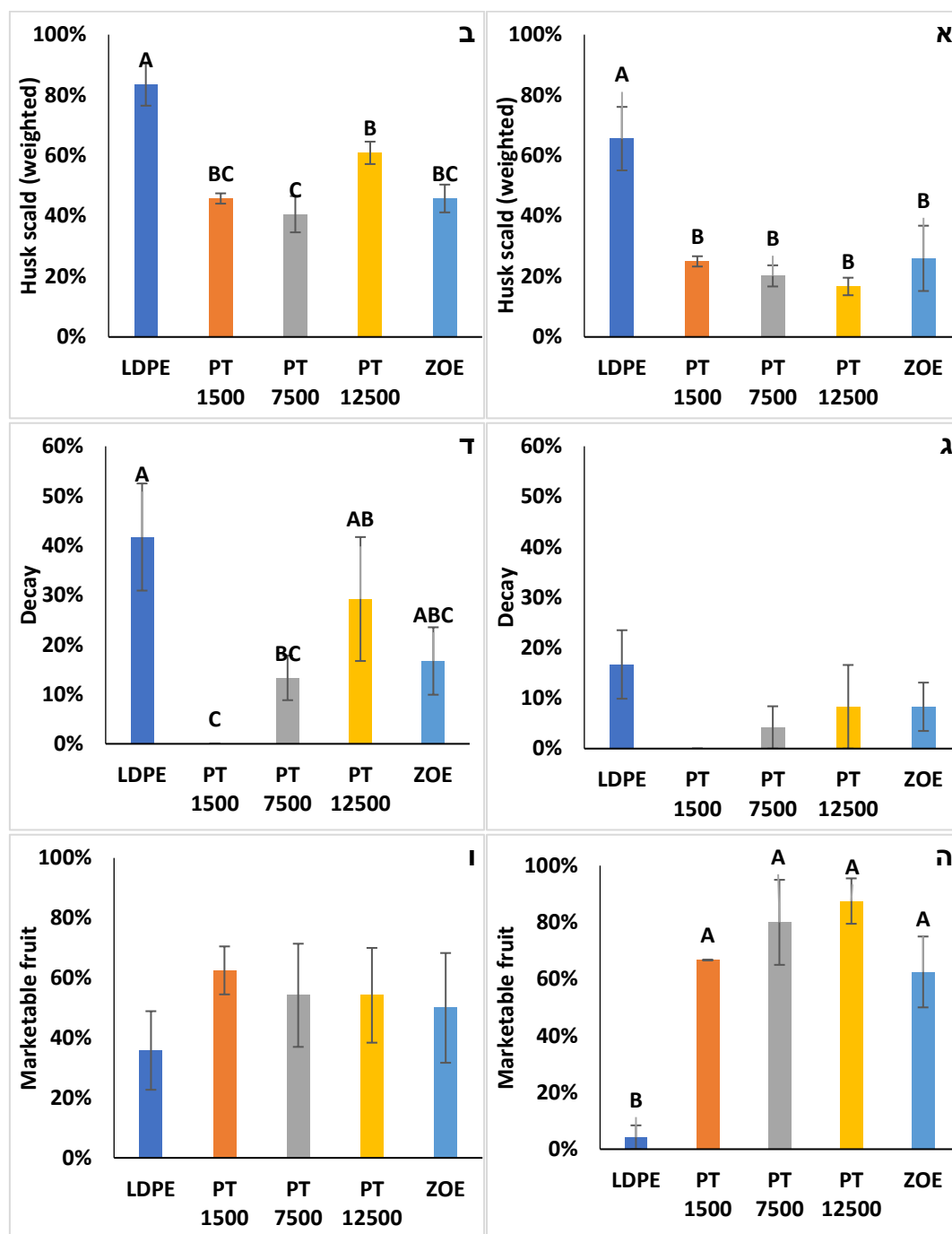
איכות הפרי - צרבון בקליפת הפרי עוכב במובהק בכל שקיות האווירה המתואמת יחסית לבקורת במהלך האחסון (איור 2 א) והשפעה מעכבת נשמרה על אף התקדמות הצרבון בשבוע חיי מדף, כשהפרי לא נשמר בשקיות אלו (איור 2ב). רקבונות עוכבו במהלך האחסון (איור 2ג) וכשאלו גברו במהלך חיי מדף נראה עיכוב בהתפתחותן בשקיות האווירה המתואמת ובמיוחד ב-PT1,500 בה נמנעו הרקבונות לחלוטין (איור 2ד). פרי ראוי לשיווק נמצא בתום האחסון בשקיות האווירה המתואמת ויותר במובהק מהבקורת וכך גם בתום שבוע חיי מדף (איור ה, בהתאמה, תמונה 1).

איכות פנימית - בתום חיי מדף נחצו הפירות ונערכה בדיקה של איכותם הפנימית. בשקיות אווירה מתואמת נראתה פחות השחמה מאשר בבקורת, ובמיוחד ב-PT7500, אם כי ללא הבדל מובהק (איור 3א). יותר גרגרים חומים, שמעידים על הזדקנות הגרגר, נראו בפירות שאוחסנו בשקית PT12,500 מאשר בבקורת ובשקיות PT1500, PT7,500 (איור 3ב). לסיכום, נראה שהאיכות הפנימית הטובה ביותר נמצאה בפירות שנארוזו בשקית PT7,500 (תמונה 1).

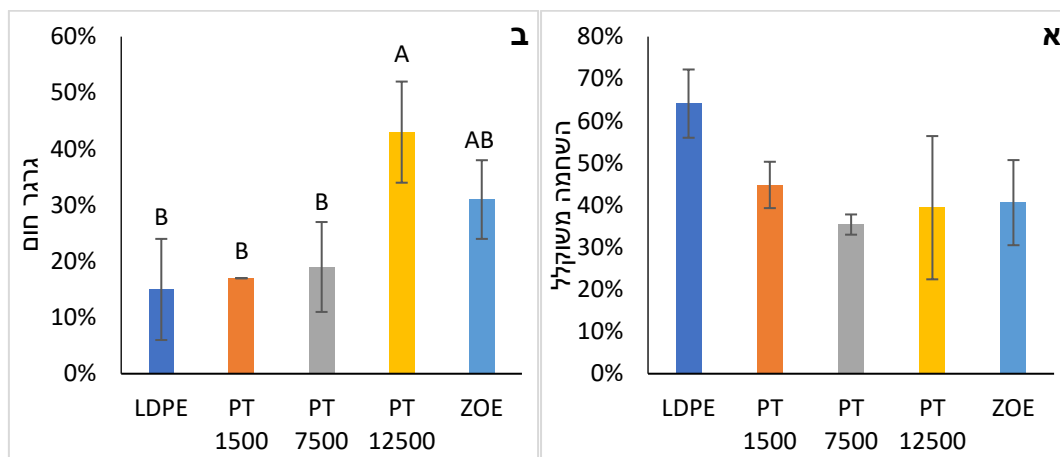
נדיפים במיץ הפרי - במיץ שנסחט מהפרי לאחר בדיקת איכותו הפנימית נבדקו הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד שיכולים להתפתח בפרי המאוחסן ולהשפיע על איכותו וטעמו. פרי שאוחסן בשקית PT1500 נמצאו הריכוזים הנמוכים ביותר של אתנול ושל אצטאלדהיד (איור 4א, 4ב בהתאמה). דווקא ככל שהפרפורציה בשקיות PT עלתה נמצא יותר אצטאלדהיד שמהווה חומר מוצא ליצירת האתנול בנשימה האנארובית וטעמו של הפרי צפוי להיות טוב יותר בריכוזים נמוכים של נדיפים אלו.



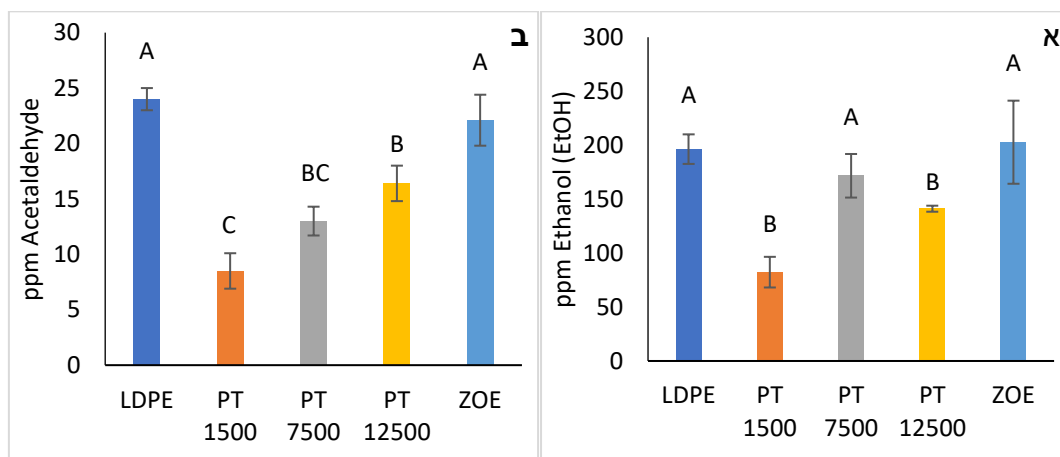
איור 1: א. ריכוזי הפחמן דו חמצני, ב. החמצן, ג. האתילן בשקיות שונות במהלך אחסון הפרי ב-7°C. a-d – להבדלים מובהקים בריכוז הגזים בין שקיות לאורך זמן האחסון (N=22,13,21 בהתאמה, P<0.05).



איור 2: א.ב. % צרבון (משוקלל), ג.ד. רקבונות, ה.ו. פרי ראוי לשיווק (ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=4), בשקיות שונות במהלך אחסון הפרי ב-7°C ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C. A-B – להבדל מובהק באיכות הפרי בין שקיות ($P<0.05$).



איור 3: א. % השחמה פנימית (משוקלל), ב. פרי עם גרגרים חומים, בשקיות שונות בתום אחסון הפרי ב-7°C + שבוע חיי מדף ב-20°C (ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=4). A-B – להבדל מובהק באיכות הפרי בין שקיות (P<0.05).



איור 4: א. א. % השחמה פנימית (משוקלל), ב. פרי עם גרגרים חומים, בשקיות שונות בתום אחסון הפרי ב-7°C + שבוע חיי מדף ב-20°C (ממוצעים $\pm$ ש.ת., N=4). A-B – להבדל מובהק באיכות הפרי בין שקיות (P<0.05).

מראה פנימי	מראה חיצוני	טיפול
		בקורת- שקית LDPE מחוררת.
		שקית Perfotec1,500
		שקית Perfotec7,500
		שקית Perfotec12,500
		שקית ZoePak

תמונה 1: מראה חיצוני ופנימי של רימוני וונדרפול שאוחסנו בשקיות אווירה מתואמת שונות בתום אחסון הפרי ב-7°C + שבוע חיי מדף ב-20°C.

דיון וסיכום

בניסוי זה נבדקה השפעת מידת הפרפורציה על איכות רימונים באחסון. כל שקיות האווירה המתואמת שנבדקו היטיבו עם איכות הפרי בהשוואה לפירות הבקורת. הרכב הגזים שהתפתח בשקיות PT7500 וכן PT12500 היה דומה לשקיות Zoepac, שמתאימות לאחסון רימונים, אולם בשקיות PT1500 נוצרו ריכוזי פחמן דו חמצני גבוהים וריכוזי חמצן נמוכים שהלכו ועלו עם התארכות האחסון. בשקית זו לא התפתחו רקבונות כלל ואיכותו החיצונית והפנימית של הפרי היתה טובה מאוד. כמו כן, ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד במיץ מפרי זה היו הנמוכים ביותר ויתכן שבפירות אלו יהיו פחות טעמי לוואי שנובעים מנשימה אנארובית. ניסוי זה איפשר להתמקד בשקיות עם הפרפורציה המתאימה לאחסון רימונים וראוי להמשיך ולבחון את כושר ההשתמרות של הרימונים בשקיות PT1500 ואת השפעתן על מדדים נוספים בהם טעמו של הפרי.