

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 2014

צוות המעבדה: דני גמרסני, טלי גולדברג, אוהד נריה, לילך שיפמן, אלה צבילינג, היבא איברהים, ירון סמרון, סיוון מרגלית, הראל אגרא

נובמבר 2015

תקציר

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

איכות הפרי נבחנה בהשפעת העלאה הדרגתית של החמצן החל מ-1% ועד לכ-6% לאחר 4 חודשי אחסון וזאת בהמשך לניסוי משנה קודמת בו נבחן האחסון בריכוז חמצן נמוך וקבוע (0.5%). הביקורות נותרו זהות והיו אחסון באוויר רגיל- RA או באוויר מבוקר- CA ($2\%O_2$, $5\%CO_2$) והממצאים העיקריים היו ככלל, דומים בשתי שנות הניסוי כלהלן:

איכות חיצונית - ככלל, האחסון באוויר מבוקר (CA, DCA) היטיב עם איכות הרימונים במהלך אחסון ממושך במיוחד כתוצאה מעיכוב צרבון הקליפה וכן מעיכוב מקרי הרקבון בתום האחסון. כתוצאה מכך נמצא אחוזים גבוהים יותר של פרי הראוי לשיווק בתנאי אוויר מבוקר, אך לאחר 4 חודשי אחסון אלו פחתו משמעותית בתום חיי מדף.

איכות פנימית - עד ל-3 חודשי אחסון האיכות הפנימית היתה טובה ברימונים מכל הטיפולים והחמירה קלות בחיי מדף. אולם, השחמת המחיצות החמירה ובמיוחד ברימוני ה-DCA כשבהתאמה לכך אחוזי הפרי עם איכות פנימית ראויה לשיווק באלו היו פחותים. מאידך, ברימונים שאוחסנו ב-RA גברו מקרים בהם צבע הגרגר קיבל גוון חום שאינו אטרקטיבי עם הארכת האחסון ויתכן שזוהי תוצאה מחמצון האנטוציאנינים, שמהווים פיגמנט צמחי מרכזי במיץ הרימון, לקבלת גוון חום. גוון האנטוציאנינים מושפע מ-pH, ולפיכך, יתכן שצבע המיץ שנשחט מרימוני RA שהיה פחות אדום על פי ערך Hue הושפע מה-pH הגבוה ותכולת החומצה הציטרית הנמוכה שבו.

טעם הפרי הושפע במעט מתנאי האחסון ונבדל בחמיצות שדורגה כרבה ביותר ברימוני ה-DCA ופחותה ברימוני RA, זאת בהתאמה לממצאי תכולת החומצה הציטרית במיץ הפרי. תוצאה זו זהה לממצאי שנת הניסויים הראשונה, אך אשתקד נמצאו בפרי מ-RA יותר טעמי לוואי והגרגר קיבל הערכה טובה למראהו.

השנה נמדדו השינויים בהצטברות האתנול והאצטאלדהיד בחלל התא במהלך האחסון ובמקביל לכך גם במיץ הפרי. במהלך 50 ימי האחסון הראשונים נמצאה מגמה דומה בירידת ריכוזי האתנול בחלל התא ובמיץ הפרי בעוד שבריכוזי האצטאלדהיד נמצאו מגמות הפוכות במיץ הפרי ובחלל התא כשבהמשך האחסון חלה עלייה חדה ברמות האתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי במיוחד בתנאי באוויר מבוקר. במהלך חיי מדף היתה עליה בריכוזי האתנול והאצטאלדהיד בכל המדגמים ללא השפעה של תנאי האחסון ויתכן שזוהי הסיבה שלא נמצאו הבדלים בטעמי הלוואי.

הפרדה טובה בין רימונים מתנאי אחסון שונים נמצאה בהוצאה מאחסון על פי תכולת האתנול והאצטאלדהיד שהיתה פחותה ברימונים מ-RA, והפרדה דומה נמצאה בחיי מדף אך זו היתה על פי השחמה פנימית של המחיצות. יתכן שעל פי ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד בהוצאה מאחסון ניתן לחזות את הופעת ההשחמה הפנימית בחיי מדף.

לסיכום, אחסון של רימונים בתנאי חמצן נמוכים (0.5%) כפי שנערך אשתקד או ב-DCA (העלאה הדרגתית של ריכוזי החמצן מ-1% ל-6%) לא שיפרה את איכותם במהלך אחסון ממושך יחסית לרימונים שאוחסנו בתנאי החמצן הנמוך המקובלים (2%), אלא הודגשו השפעותיו החיוביות (כגון עיכוב הצרבון והרקבון) והשליליות (השחמה פנימית) יחסית לאחסון באוויר רגיל. מתאמים בין האתנול והאצטאלדהיד שנמצאו לפגיעה בתכונותיו הפנימיות של הפרי יכולה להצביע עליהם כסמנים להתפתחות הנזק.

2. הפחתת נזקי חיספוס בוונדרפול באמצעות התכשיר סופרלון

בשנת ניסויים זו נערכו ריסוסים סופרלון בריכוזים שונים (0%, 0.05%, 0.1%, 0.2%) במספר מועדים במהלך התפתחות הפרי ובארבעה מטעי רימונים במטרה לבחון את השפעתם על חיספוס קליפה ועל הסתדקויות הפרי. להלן הממצאים העיקריים של השפעות הריסוס בסופרלון, ובמיוחד ב- 0.1% ו-0.2%:

- הטיפול האט את קצב התפתחות הפרי (שהתבטא בעיכוב של כיסוי אדום בקליפת הפרי ובפתיחת הכתר) וכן בצמצום חלקו של הפרי הגדול ביבול העץ, אולם ללא פגיעה ביבול הכללי.
- הפחתת אחוז הפירות הרקובים.
- הפחתת אחוז הפירות הסדוקים.
- ללא השפעה מובהקת על חספוס הקליפה ואחוזי הפרי הראוי לשיווק.
- השפעה מסוימת על הערכת צבע הגרגר כיותר אדום.
- ללא השפעה מובהקת על מדדים במיץ הפרי.
- פגיעה פיטוטוקסית בקליפת הפרי בעיקר בריסוס בריכוז הגבוה (0.2%).

לסיכום, הריסוס בסופרלון היטיב עם איכותו של הפרי בהפחתת אחוזי הפירות הסדוקים והרקובים. אולם, לא השפיע על חספוס הקליפה ועיכב במידה מסוימת את האדמת הקליפה. בעונת הניסויים הבאה ראוי להמשיך ולבחון את השפעות הסופרלון בריכוז 0.1% שנראה כמבטיח ביותר, אולם ראוי לבחון האם הפחתת מספר הריסוסים עדיין תשפר את תכונות קליפת הפרי ללא פגיעה פיטוטוקסית.

3. אחסון רימוני וונדרפול שרוססו במטע בתכשיר סופרלון בריכוזים שונים

השתמרותם באחסון של רימוני 'וונדרפול' שרוססו בסופרלון בריכוזים שונים ב-6 מועדים במהלך התפתחותו נבחנה לראשונה. הבדלים מסוימים, שנראו ביום הקטיפה, בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוז הגבוה (0.2%) הצביעו על עיכוב מסוים בקצב הבשלת הפרי, שהתבטאו בפחות כיסוי אדום של הקליפה ועיכוב במידת פתיחת הכתר. אולם, במקביל נמצאה הגברה של האדמת הגרגר. אחסון הפרי באוויר רגיל ב-7°C היה ממושך ביותר (3.5 חודשים) וכמעט כפול מאשר מקובל באחסון במסחר (עד 2 חודשים). על אף זאת, איכותו של הפרי היתה סבירה. ככלל, לא נמצאו השפעות של הסופרלון על איכות הרימונים המאוחסנים ולא נראתה מגמה לפיה יש קשר בין ריכוז לאיכות הפרי במועדי הבדיקה השונים. החמרה בצרבון הקליפה נמצאה רק בתום חיי מדף ודווקא בפרי שרוסס בסופרלון בריכוז הנמוך. עדיין לא ידוע ממה נגרם צרבון הקליפה ברימון, אך יתכן שעיכוב האדמת הקליפה יכול להשפיע על הרגישות לצרבון, כיוון שהאנטוציאנינים יכולים לשמש כאנטיאוקסידנטים, שמעכבים את התפתחותו. ככלל, לחומרי צמיחה תתכן השפעה אופטימלית בריכוז מסוים, כשלריכוז גבוה או נמוך ממנו תתכן השפעה פחותה. כמו כן, גם למספר הריסוסים תתכן השפעה. לפיכך, יתכן שריכוז של 0.1% הינו ריכוז בו השפעת הסופרלון על הפרי היא אופטימלית לגבי הצרבון. מכיוון שלסופרלון נמצאה השפעה מעכבת על התפתחות סדקי קליפה, צפוי ניסוי דומה גם בעונה הבאה ולכן רצוי להמשיך ולבחון את השפעת הריסוס בסופרלון על איכות הפרי המאוחסן ולהגדיל את מטעי המדגם שלהם תתכן רגישות שונה לנזק.

לסיכום, לריסוס בסופרלון בריכוזים שונים לא נמצאה השפעה מזיקה או מיטיבה על איכותם של רימונים שנשמרו לכ-16 שבועות באחסון ואלו היו דומים לבקורת.

4. שיפור כושר האחסון של רימוני וונדרפול ע"י שמן אתרי מצפורן (התכשיר BioxC).

נבחנו שתי השפעות עיקריות של התכשיר BioxC: מניעת התפתחותם של רקבונות במהלך האחסון והשפעתו על טעם הפרי. חשיפה ממושכת לאדי התכשיר לא עיכבה את התפתחות הרקבונות ברימונים שאולחו בנבגי הפטריות בוטריטיס או קוניאלה וכמו כן לא עוכבו רקבונות מפניציליום שנמצא באופן טבעי על פני הפרי. כפי הנראה, ההדבקה בנבגי הבוטריטיס היתה אגרסיבית יחסית לפרי במצב הבשלה מתקדם והרקבון התפתח במהירות כך שלא ניתן היה להתרשם מהשפעת הטיפול ב-BioxC. ריכוז הנבגים באילוח הפרי הינו גבוה יחסית לריכוזם המצוי באופן טבעי על פני הפרי, ויתכן שבריכוזים נמוכים מכך ניתן יהיה להבחין בהשפעת התכשיר. בניסוי שנערך שנה קודם לכן לא נמצאו הבדלים במניעת הרקבונות באמצעות התכשיר BioxC לבין הטיפול המסחרי בסקולר, ובניסוי הנוכחי חסרה בקורת מסחרית לפיה ניתן היה להסיק האם הפרי היה במצב הבשלה מתקדם בו לא ניתן היה למנוע את התפתחות הרקבון, אף באמצעות התכשיר המסחרי.

טעם הפרי הושפע במובהק מהחשיפה לתכשיר על פי מבחני הטעימה, אולם לטועמים לא היתה העדפה כלשהי לטעם הפרי המטופל או לזה של פרי הבקורת ולפיכך לא ניתן לומר שהתכשיר פגע בטעם. בניסוי שנערך בעונה הקודמת חשו הטועמים בטעמי לוואי בפרי המטופל.

איכות הפרי נפגמה באופן חמור מכיוון שאינו עטוף, וזאת במטרה לאפשר לאדי התכשיר להגיע באופן מיטבי לפרי. אולם, הפגיעה באיכות כה חמורה שלא ניתן לשווק את הפרי כלל, ולפיכך ראוי בהמשך לבחון את השפעת אדי התכשיר על הפרי כשהוא עטוף, בדומה למקובל במסחר, לשמירה על איכותו.

לסיכום, חשיפה ממושכת לאדי התכשיר BioxC לא עיכבה את התפתחות הרקבונות ברימונים שאולחו בנבגי בוטריטיס או קוניאלה ולא מנעו התפתחות של רקבונות מפניציליום שהיו על פני הפרי באופן טבעי. כמו כן, לתכשיר היתה השפעה על טעם הפרי אך ללא פגיעה בו.

5. בחינת תכשירי הדברה כנגד רקבונות האחסון בוטריטיס וקוניאלה.

הפטריות בוטריטיס וקוניאלה הן בין גורמי הרקבון העיקריים ברימון ובניסוי זה נבחנה הדברתן בזן 'וונדרפול' באמצעות טבילה בחומרי הדברה שונים. התכשיר סקולר בשתי הפורמולציות (ישנה וחדשה), בהן החומר הפעיל הוא פלודיאוקסוניל, עיכב ביעילות רבה את שתי הפטריות במהלך 9 שבועות אחסון וכמו כן את נביגת הפטריות. בנוסף לכך, תכשירי הסקולר עיכבו התפתחות ונביגה של פניציליום על פני הפרי המזדקן לאורך 18 שבועות, משך זמן הכפול מהמקובל באחסון רימון בתנאי RA. בדומה מאוד לסקולר, התכשיר לונה אקספיריינס, בו החומרים הפעילים הם Fluopyram ו-Tebuconazole היה יעיל כנגד שתי הפטריות, בדומה לממצאי השנה הראשונה בה עיכב תכשיר זה ביעילות את התפתחות הקוניאלה. מאידך, הסקולר שלא השפיע על הקוניאלה אשתקד היה היעיל ביותר השנה בעיכובה ולפיכך ראוי לחזור ולבחון את השפעתו. רקבון כתוצאה מפניציליום התפתח בפרי עם אילוח טבעי ושלוש תכשירים (סקולר בשתי הפורמולציות ולונה אקספיריינס) עיכבו ביעילות את התפתחותו ואת הנביגה במהלך 12 שבועות האחסון והסקולר אף במשך 18 שבועות באחסון.

לסיכום, התכשירים סקולר (בשתי הפורמולציות) ולונה אקספיריינס עיכבו ביעילות רבה את התפתחות רקבונות האחסון ברימוני וונדרפול שאולחו בפטריות בוטריטיס וקוניאלה. כמו כן, תכשירים אלו היו יעילים בעיכוב הרקבון כתוצאה מפניציליום שמקורו באילוח טבעי על פני הפרי. לפיכך, לתכשירים אלו פוטנציאל בהדברת רקבונות באחסון של רימונים.

תוכן העניינים

מס"ד	שם הניסוי	עמודים
1	שיפור כושר השתמרות רימוני וונדרפול באחסון בתנאי חמצן שונים.	6-26
2	הפחתת נזקי חיספוס בוונדרפול באמצעות התכשיר סופרלון.	27-36
3	אחסון רימוני וונדרפול שרוססו במטע בתכשיר סופרלון בריכוזים שונים.	37-43
4	שיפור כושר האחסון ע"י שמן אתרי מצפורן (התכשיר BioxC).	44-48
5	בחינת תכשירי הדברה כנגד רקבונות האחסון בוטריטיס וקוניאלה.	49-55

תודות

למגדלי הרימונים:

אייל כרמי- איילת השחר,
שחר גולדברג וצור - קיבוץ עברון,
רון הלל- גדרה,
יגאל רימון- משקי הנגב.
רוני מזרחי- יסוד המעלה

לאנשי בתי הקירור:

טל וולף ורם עין גל- קירור גליל,
דבורה רוניצקי ועומרי מייסטר- הרקור,

לאנשי חברות התכשירים:

מרחב אגרו- עופר לוי, עופר שטרן, אריק בהט, יצחק שור, חמי ושלמה גלידאי.
ליאור הדס, אופיר נאות ורחלי יצחקי- חברת לידור,
חוזי ודורון באום- חברת כ.צ.ט.
יוסי שטרן- חברת רימי להגנה"צ,
אבי פריצגר- גרין לייף גרופ
הארי דניאל, אלברטו סרדו- חברת Xeda,
פרופ' אבי נחמיאס

לשולחן רימון - מועצת הצמחים על מימון הניסויים.

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

מבוא

הארכת משך שיווק רימוני "וונדרפול" בארץ ובחו"ל הנה יעד חשוב למגדלים. באחסון של רימונים לתקופה ממושכת בתנאי אוויר מבוקר (מעל ל-3 חודשים) פוחתת האיכות עקב ירידה באיכות הטעם, איבוד צבעו האטרקטיבי של הגרגר והשחמה פנימית של המחיצות הלבנות ויתכן שהנזקים הנם תוצאה מנשימה אנארובית ממושכת. בשיטת אחסון חדשה, שזכתה להצלחה באחסון תפוחים- "אחסון באוויר מבוקר דינמי"- מתאימים את רמת החמצן באווירת האחסון בהתאם לתגובת הפרי לעקת חמצן. ההתאמה נעשית על פי מדידת עקה חמצונית בפרי באמצעות התגובה הפלורוצנטית של הכלורופיל בקליפת הפרי ע"י חיישנים. היתרון המרכזי של שיטה זו בתפוחים הוא בעיכוב התפתחות מחלת הצרבון השטחי, ללא צורך בטבילת הפרי בחומרים מעכבי חמצון ויתרון משמעותי נוסף הוא שמירה על טעם טוב של הפרי הודות להפחתת נשימה אנארובית הגורמת להצטברות מטבוליטים כדוגמת אתנול ואצטאלדהיד. בניסוי הקדמי מצאנו שהרימון הבשל, חסר הכלורופיל בקליפתו, אינו מגיב בצורה דומה לעקה חמצונית, אולם יתכן שניתן יהיה להבחין בתגובת הפרי לעקה זו בעזרת מדידה של ייצור אתנול מוגבר. הנחת העבודה היא שכך ניתן יהיה לאבחן את תגובת הרימון לרמת החמצן המינימלית הדרושה לעיכוב צרבון הקליפה במקביל לשמירה על טעם טוב במהלך האחסון. תוצאה כזו עשויה להוות פריצת דרך באחסון הרימון.

אשתקד נבחנה השפעה של אחסון הרימונים בתנאי חמצן נמוך (0.5%) במטרה לבחון את השפעתו על איכותם, יחסית לרימונים שאוחסנו בתנאי החמצן המקובלים (2%) או בתנאי אוויר אטמוספירית. הממצאים העיקריים הדגישו את השפעותיו החיוביות של החמצן הנמוך (כגון עיכוב הצרבון ורקבנות) והשליליות (הגברת ההשחמה הפנימית) יחסית לאחסון באוויר אטמוספרי, ולרוב ללא הבדלים משמעותיים מאחסון ב-2% חמצן. כמו כן, נמצא קשר חיובי מובהק בין האתנול לפגיעה באיכות הפנימית של הפרי שעשויה להצביע עליו כסמן להתפתחות הנזק. בהנחה שהצטברות האתנול והאצטאלדהיד גוברת ככל שהאחסון מתמשך, בניסוי הנוכחי התחלנו את האחסון ב-1% חמצן והעלנו את ריכוזו בכ-0.5% בתדירות דו שבועית עד לכ-6% בתום 4 חודשי אחסון תוך מעקב אחר הצטברות האתנול והאצטאלדהיד במיץ הפרי. הנחתנו היא שכך יפחתו הסיכויים לנשימה אנארובית והצטברות אתנול בפרי מאשר בתנאי אוויר מבוקר המקובלים במסחר.

מטרת הניסוי

לבחון את השפעת העלאה הדרגתית של אחוז החמצן במהלך אחסון הרימון על איכות הפרי.

חומרים ושיטות

איסוף הפרי- רימוני 'וונדרפול' ממטע מיסוד המעלה (רוני מזרחי) שנקטפו ב-22.10.2014, נטבלו בסקולר 0.2% וקוררו במשך לילה ל-7°C. הפירות נאספו ממיכלים בבית אריזה הרקור ב-23.10.2013 והובאו למעבדה לאחסון. הרימונים נארוזו ל- 96 תיבות מרופדות בפלציב בשקיות LDPE בעובי 40 מיקרון

מחזוריות לשמירה על תנאי לחות גבוהים באחסון. לכל תיבה הוכנסו כ-10-8 רימונים ואלו חולקו ל-3 תאי אחסון ב-7°C (32 תיבות בכל תא). תנאי האוויר המבוקר הופעלו ב-29.10.2013 ע"פ התנאים הבאים:

1. RA- אוויר רגיל- אחסון באוויר אטמוספרי.
2. CA- אחסון בתנאי אוויר מבוקר המקובלים במסחר: 2% חמצן ו- 5% פחמן דו חמצני (כשבפועל, הרכב האוויר שהתקבל במהלך האחסון היה $(2.7\%O_2, 5.2\%CO_2)$).
3. DCA- אחסון בתנאי אוויר מבוקר עם העלאה הדרגתית של החמצן מ-1% ועד ל- 6% חמצן, ו- 5% פחמן דו חמצני.

בדיקות קטיפה- נערכו בארבע חזרות בנות 5 פירות, בהם הוערך אחוז הכיסוי האדום בקליפה ולאחר מכן הפירות נחצו להערכת צבע הגרגר (1- לבן...5- אדום כהה מאוד). במיץ שהוכן כתערובת מ-5 חצאי רימון מכל חזרה נבדקו תכולת הכ.מ.מ. (%) באמצעות רפרקטומטר דיגיטלי והחומצה הציטרית (%) באמצעות טיטור אוטומטי. לבחינת איבוד המשקל מוספרו ונשקלו כל אחד מהרימונים שיועדו לאחסון הממושך ביותר (4 חודשים) ובכל מועד של הוצאה מאחסון אלו נשקלו והוחזרו מיד לאחסון.

בדיקות בהוצאה מאחסון ובחיי מדף - בתדירות חודשית הוצאו מכל אחד מתאי האחסון 8 תיבות פרי כש- 4 מהן נבדקו מיד בהוצאה ו-4 הנותרות הועברו לשבוע בחיי מדף ב-20°C, כשהן עטופות בשקיות LDPE לשמירה על לחות. הבדיקות שנערכו בהוצאה מאחסון ולאחר חיי מדף היו זהות וכללו:

הערכת איכות חיצונית- מיון הפרי לפי פגעיו ובפירות רקובים בודדו ואופיינו גורמי הרקבון. ביתר הפרי הוערכה האיכות החיצונית כשצרבון הקליפה הוערך על פי דרגות חומרה (1- עד 25% משטח פני הפרי, 2- 25-50% משטח פני הפרי ו-4 50-100% משטח פני הפרי). אחוז משוקלל של הצרבון חושב על פי סכום מכפלות של דרגות החומרה באחוזי הפירות הנגועים וחילוק ב-4 כדי שיהיה בסקלה בין 0-100%. נזקים נוספים שנרשמו היו שפשופים שדורגו באופן דומה ועיפוש האבקנים בכתר. בחישוב של פרי הראוי לשיווק נכללו עם הפרי התקין גם כאלו עם צרבון בחומרה קלה.

הערכת איכות פנימית- כל הפירות התקינים נחצו והוגדר בהם צבע הגרגר ומידת ההשחמה של המחיצות הלבנות (באופן דומה להערכת הצרבון) וחושב % ההשחמה המשוקלל. ממחצית אחת מכל פרי נסחט המיץ ובתערובת מכל חזרה נבדקו תכולת הכ.מ.מ. (%) והחומצה הציטרית (%). מיץ שסורכז בצנטריפוגה שימש לבדיקת צבע באמצעות מד צבע (קולורימטר מתוצרת מינולטה) בערוצים LCH (15 מ"ל מיץ בכוס כימית בנפח 50 מ"ל). מכל חזרה הוקפא ונבדק למחרת מדגם של 5 מ"ל מיץ במבחנת 50 מ"ל ונשמר לבדיקת תכולת הנדיפים אתנול ואצטאלדהיד.

הערכת מראה וטעם הגרגר- בכל אחד ממועדי הבדיקה בחיי מדף נפרטו גרגירים מחצאי רימונים מכל טיפול ואלו הוערכו למראה ולטעם ע"י 6-7 טועמים מיומנים.

בדיקת אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי- בכל מועד בדיקה (קטיפה, הוצאה וחיי מדף) נשמרו מדגמי מיץ מוקפאים. בנוסף לכך, בכל שבועיים (בין מועדי ההוצאות) הוצאו 4 רימונים מכל אחד מתנאי האחסון ומכל אחד מהם נסחט מיץ שהוקפא. לזיהוי תכולת האתנול ואצטאלדהיד מיץ הפרי חומם למשך שעה ב-40°C ומדגם של 250 מ"ל הוזרק לגז כרומטוגרף FID (Bruker 430) עם קולונת R-Q PLOT material (Fused Silica ID0.53mm, DF20micron, length 15m). אתנול ואצטאלדהיד אשר שימשו כסטנדרטים נאטמו ב-vial שבנפח 20 מ"ל (20 מיקרוליטר אתנול ו-40 מיקרוליטר אצטאלדהיד) בריכוז של 1000ppm ו-2000ppm, בהתאמה, ואלו שימשו לנירמול התוצאות בכל מועד בדיקה.

תוצאות ומסקנות

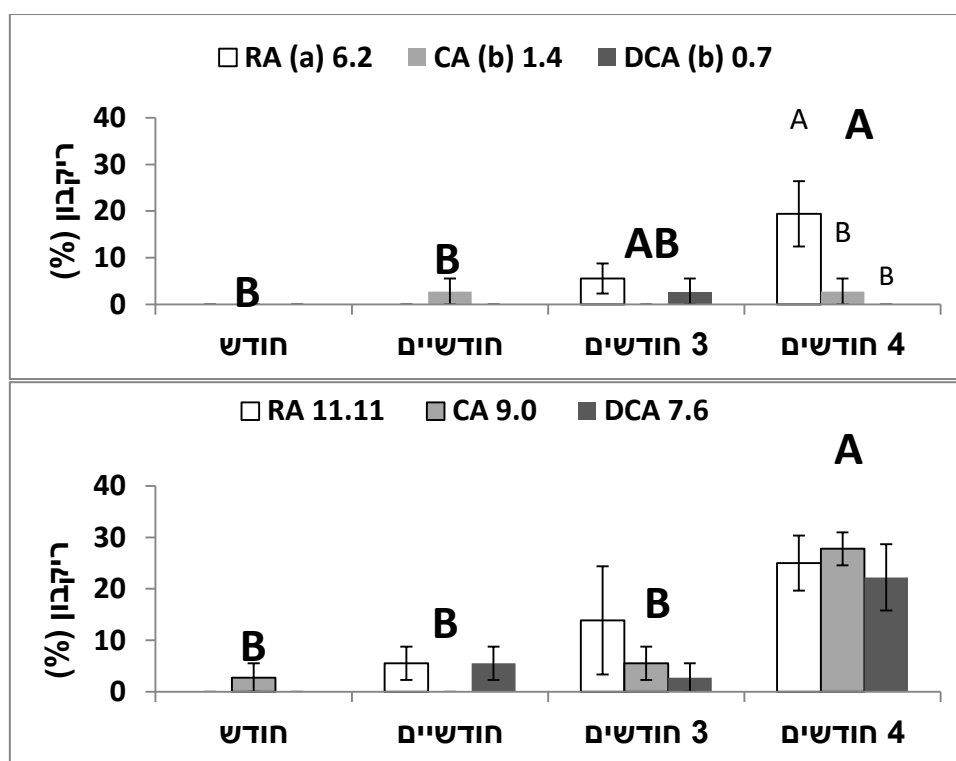
מצב הבשלת הרימונים בקטיף: על פי מדדי ההבשלה בקטיף נראה שרימוני הוונדרפול נקטפו כשתכולת הכ.מ.מ. בהם בהתאם להמלצות לקטיף (מעל ל-16%), קליפתם היתה אדומה ברובה והגרגר בצבע האדום הרצוי (5) (טבלה 1). תכולת החומצה הציטרית נמוכה במידה בה הפרי מתאים למאכל ואינו חמוץ מדי.

טבלה 1: מדדי הבשלה של רימונים ביום איסוף הפרי.

יחס הבשלה	pH	חומצה ציטרית (%)	כ.מ.מ. (%)	צבע המיץ (Hue angle)	צבע גרגר (1-5)	כיסוי אדום (%)
19.8±1.2	3.65±0.03	0.88±0.05	17.3±0.0	29.1±1.6	5±0	95±1

איכות חיצונית של הרימונים בתום האחסון:

רקבונות- אחוזי הרימונים הרקובים עלו ככל שהאחסון התארך ולאחר 4 חודשי אחסון אף במובהק מיתר מועדי הבדיקה (איור 1). אחסון בתנאי חמצן נמוכים, ב- CA ו- DCA, עיכב במובהק את התפתחות הרקבונות ברימונים יחסית לאלו שאוחסנו ב-RA, אך השפעה מעכבת זו פגה בחיי מדף (20°C, בתנאים אטמוספריים) שבמהלכם התפתחו הרקבונות גם ברימונים אלו.



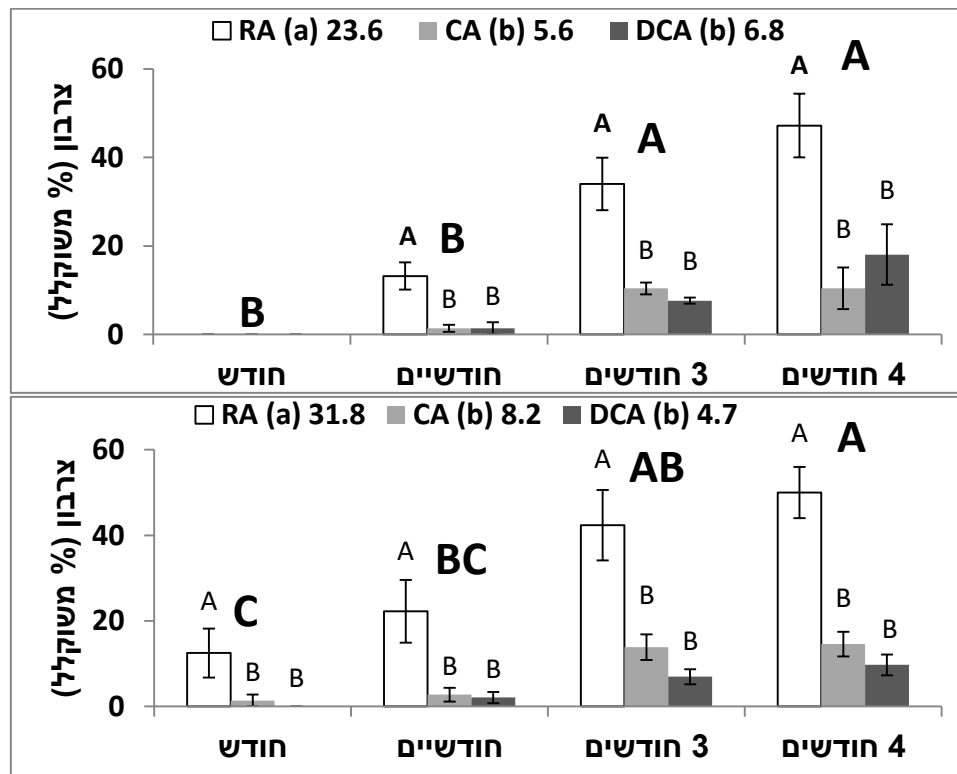
איור 1: רקבונות (%) ברימונים במהלך 4 חודשים בתנאי אחסון שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).

a-b- להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).

A-B- להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).

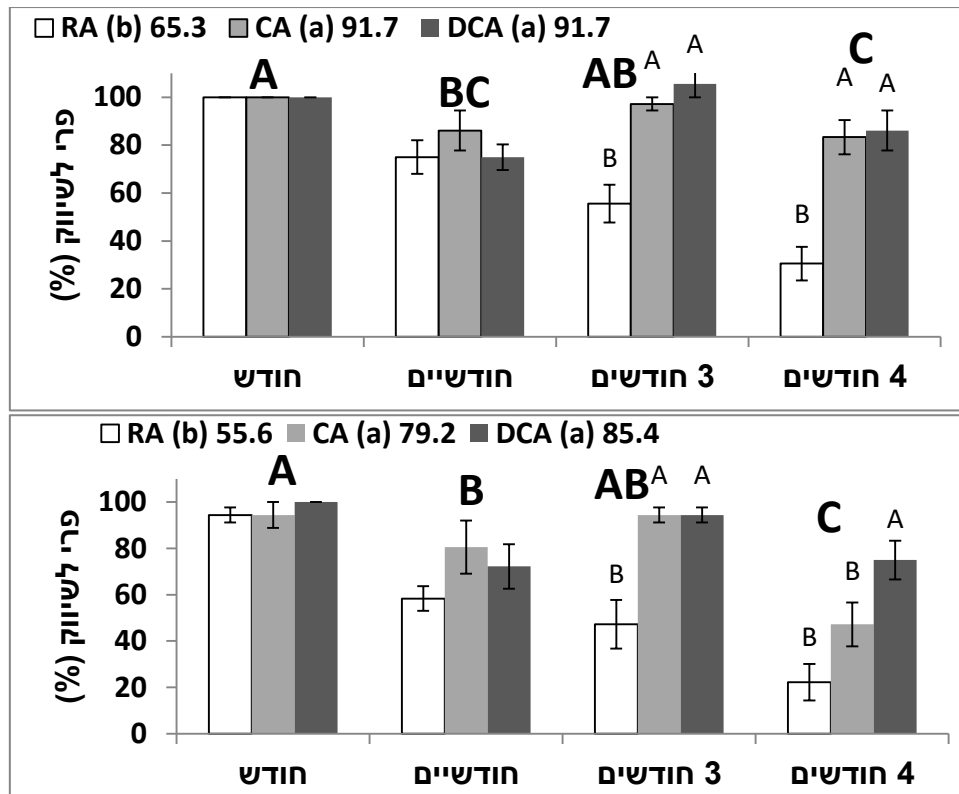
A-B- להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

צרבון קליפה - צרבון הקליפה התפתח במידה הרבה ביותר ברימונים שאוחסנו ב-RA, ובמרבית המקרים אף במובהק מיתר תנאי האחסון, והחמיר במהלך שבוע חיי מדף (איור 2). הנזק זוהה ברימונים מ-RA כבר לאחר חודש אחסון + שבוע חיי מדף ואילו נזק בחומרה דומה נמצא ברימונים מתנאי אוויר מבוקרים רק לאחר 3 ו-4 חודשי אחסון. ממצא זה מחזק את ההנחה לפיה הצרבון בקליפת הרימון הוא נזק כימיוני.



איור 2: צרבון (% משוקלל) בקליפת רימונים במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).
 a-b - להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).
 A-C - להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).
 A-B - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

פרי ראוי לשיווק - פרי הראוי לשיווק כלל פרי תקין ופרי עם צרבון קל בלבד. כצפוי, ככל שהתאריך האחסון פחתו אחוזי הפרי לשיווק ובעיקר בחיי מדף (איור 3). מעל ל-80% של פרי לשיווק נמצא כשאוחסן בתנאי אוויר מבוקרים בתום 4 חודשי אחסון בעוד שב-RA נותרו לשיווק כ-30% בלבד. בתום חיי מדף נמצאה מגמה דומה עד ל-3 חודשי אחסון, אולם לאחר 4 חודשי אחסון ושבוע חיי מדף נותרו אחוזים גבוהים יחסית של פרי לשיווק כשאוחסן ב-DCA (כ-75%) ופחות מכך כשאוחסן ב-CA (כ-50%).



איור 3: אחוזי הפרי הראוי לשיווק במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).

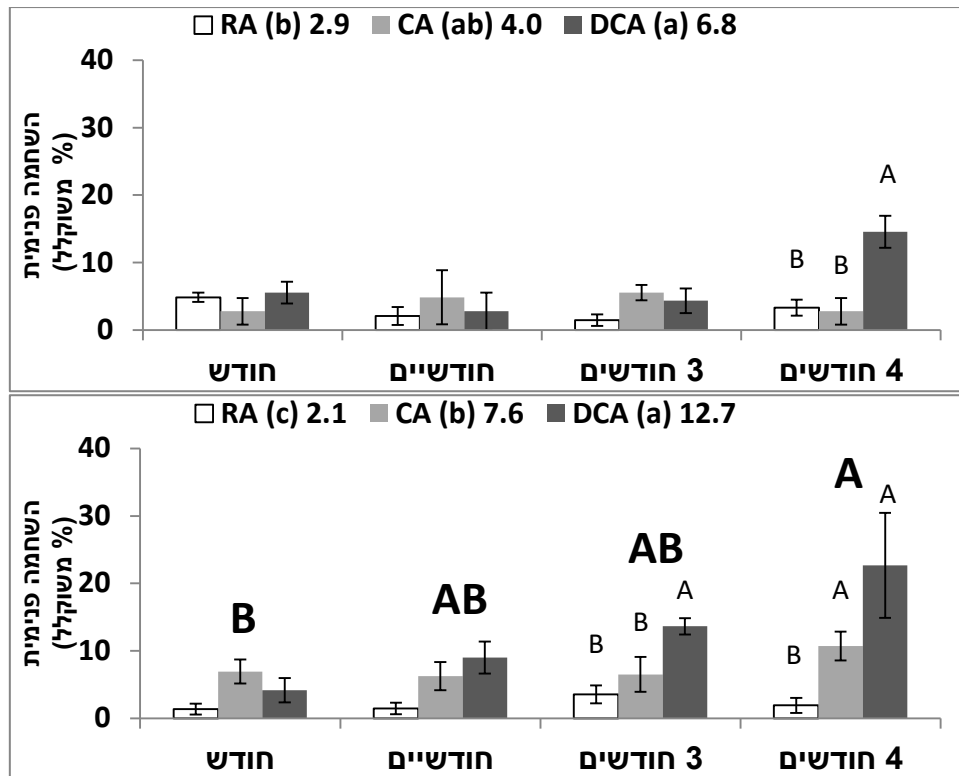
a-b- להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).

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

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

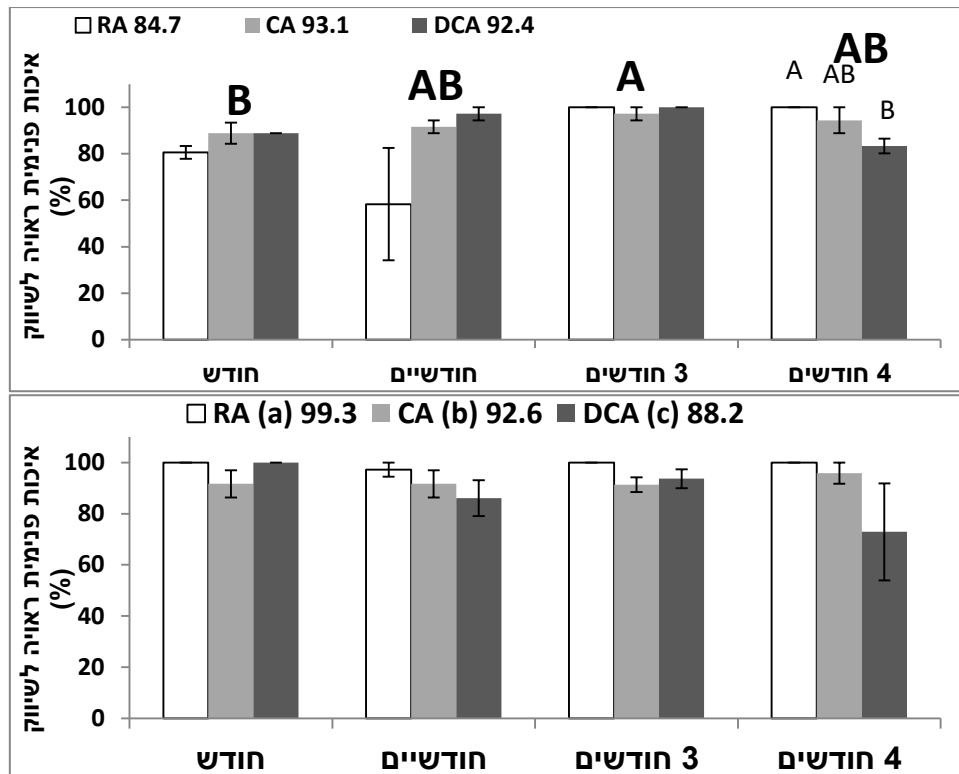
איכות פנימית של הרימונים בתום האחסון :

השחמה פנימית של הרימונים בתום אחסון - במהלך האחסון עלול להתפתח נזק צינה שמתבטא בהשחמת המחיצות הבהירות שבתוך הרימון וכתוצאה מכך לפגום במראה הפרי ובאיכותו הפנימית. השחמת המחיצות החמירה ככל שהאחסון התארך והחמירה בעיקר בחיי מדף (איור 4, נספח- תמונה 1). ברימונים שאוחסנו בתנאי DCA נמצאה השחמה פנימית בחומרה הרבה ביותר ובמובהק מאשר ברימונים שאוחסנו ב-RA ללא הבדל בחומרת הנזק של הרימונים מתנאי CA מיתר תנאי האחסון. השפעת תנאי האחסון על חומרת הנזק נמצאה בתום שלושה חודשי אחסון + חיי מדף, בעוד שבהוצאה מאחסון ההבדלים נמצאו רק לאחר ארבעה חודשים. על פי ממצאים אלו, נזק צינה זה החמיר בתנאי חמצן נמוכים ובעיקר בחיי מדף. יתכן שהנזק נגרם כתוצאה מהתפתחותם של מטבוליטים מסויימים האופייניים לאחסון בתנאי חמצן נמוך ו/או פחמן דו חמצני גבוה, כדוגמת אתנול ואצטאלדהיד, בכך אדון בהמשך.



איור 4: השחמה פנימית (%) משוקלל של רימונים במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).
 a-b - להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).
 A-B - להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).
 A-B - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

איכות פנימית המתאימה לשיווק - בחישוב הפרי עם איכות פנימית המתאימה לשיווק נכלל פרי בו השחמת המחיצות היתה בחומרה קלה בלבד. מעל ל-80% של פרי עם איכות פנימית ראויה לשיווק נמצאו בתום האחסון, ולרוב ללא השפעה מובהקת של תנאי האחסון (איור 5). לעומת זאת, תנאי האחסון השפיעו במובהק בתום חיי מדף על איכותם הפנימית לשיווק של הרימונים כשהאיכות הטובה ביותר נמצאה ברימונים מ-RA והנמוכה ביותר במובהק ברימונים שאוחסנו ב-DCA וזאת בהתאמה להשחמה של המחיצות הבהירות בפרי (איור 4).



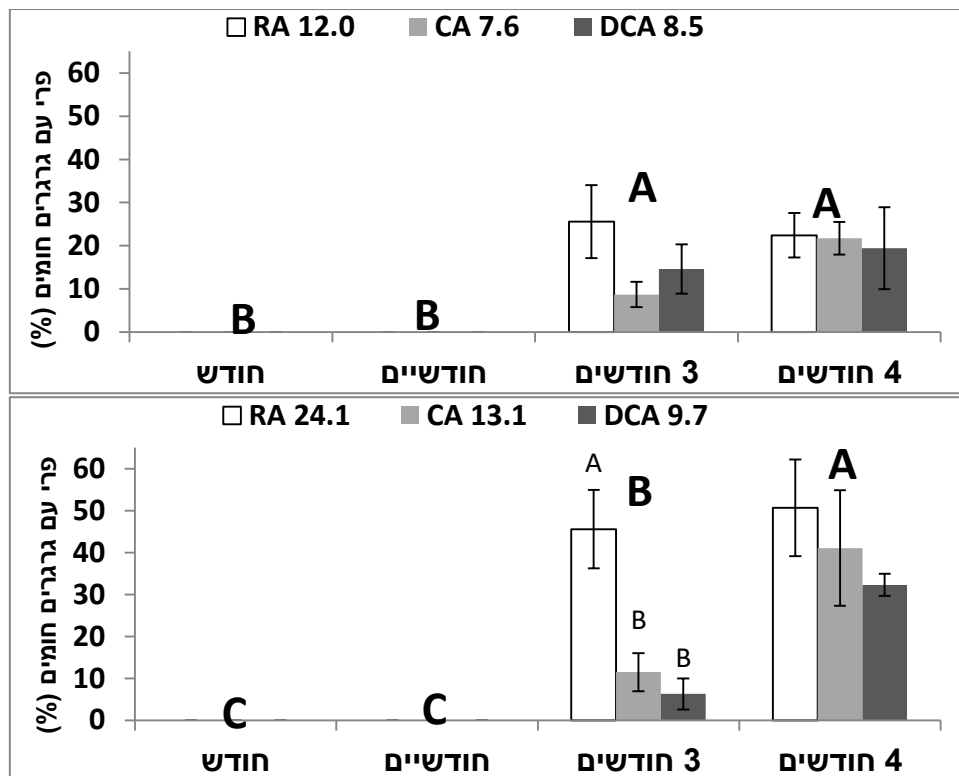
איור 5: איכות פנימית ראוי לשיווק (%) של רימונים במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).

a-c - להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).

A-B - להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).

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

גרגרים חומים - באחסון ממושך של הרימונים חלה הידרדרות במראה הגרגר שמתבטאת באיבוד צבעו האדום האטרקטיבי או שינוי צבעו לגוון חום. החל מהחודש השלישי באחסון נמצאו גרגרים בגוון חום במיוחד בפרי שאוחסן ב-RA, והתופעה החמירה בחיי מדף (איור 6). בחודש הרביעי באחסון שיעור הגרגרים החומים גבר בכל תנאי האחסון ללא הבדלים בהשפעתם.



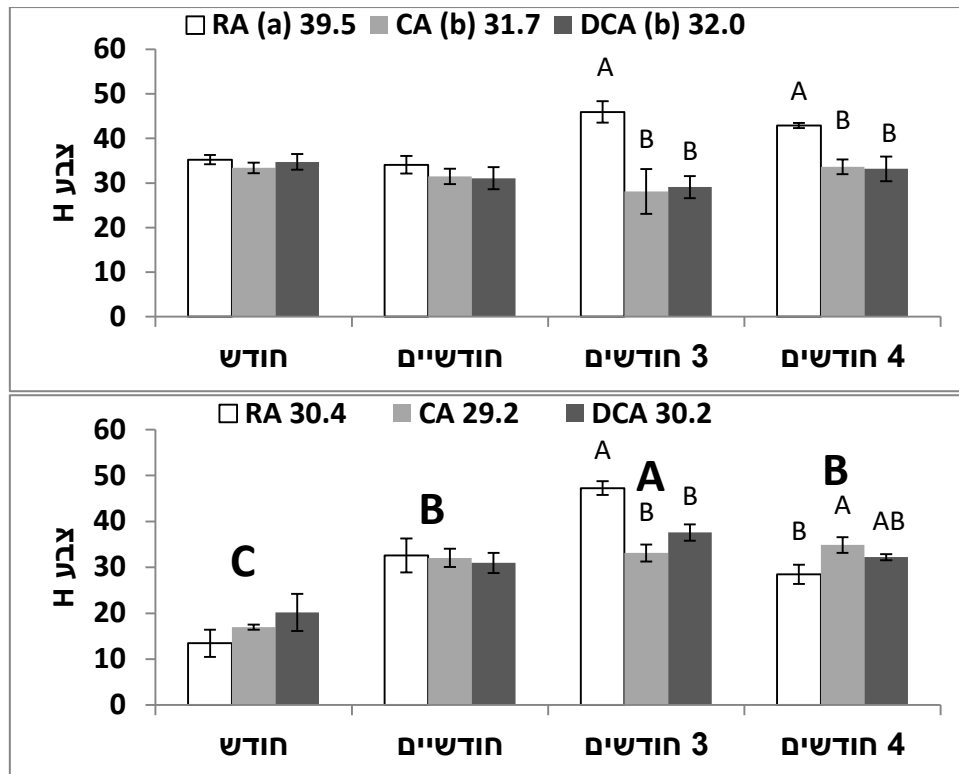
איור 6: פרי עם גרגרים חומים (%) במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).

A-B - להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).

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

תכונות המיץ:

צבע המיץ - ערך Hue של מיץ הרימון מתאר את הגוון האדום שלו וככל שערך זה קרוב ל-0 גוון המיץ יותר אדום וככל שגבוה יותר הוא פחות אדום. במשך 2 חודשי אחסון לא נמצאה השפעה של תנאי האחסון על גוון המיץ על פי ערך Hue, אך החל מהחודש השלישי הגוון של הרימונים שאוחסנו ב-RA היה פחות אדום במובהק מיתר התנאים (איור 7, תמונה 2 בנספח). לאחר שבוע בחיי מדף נשמרה המגמה באיבוד הגוון האדום של המיץ (עליה של ערך Hue) ככל שהאחסון התארך ולרוב ללא הבדלים בין הרימונים שאוחסנו בתנאים שונים. כלומר, במהלך חיי מדף נעלמו ההבדלים בגוון מיץ הפרי על פי ערך Hue בין הרימונים מ-RA לאלו מיתר תנאי האחסון.



איור 7: ערך Hue במיץ שנסחט מרימונים במהלך 4 חודשי אחסון בתנאים שונים (איור עליון) ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C (איור תחתון) (n=4).
 a-c- להבדל מובהק של השפעת תנאי האחסון ($p < 0.05$).
 A-B- להבדל מובהק בין מועדי הבדיקה ($p < 0.05$).
 A-B- להבדל מובהק בין תנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

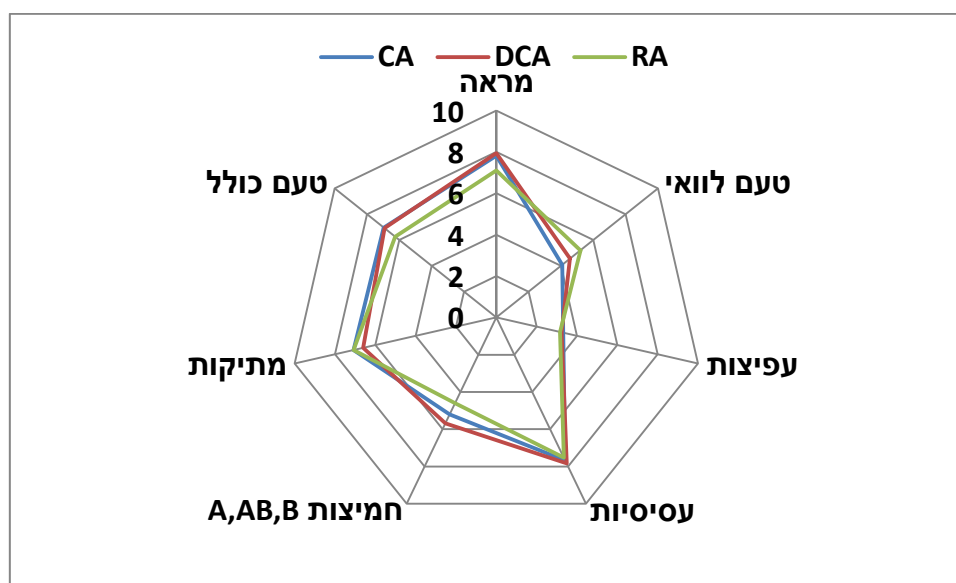
תכולת הכ.מ.מ., החומצה הציטרית וה- pH במיץ הפרי- תכונות מיץ הרימונים השתנו במהלך האחסון בתנאים השונים ולהלן מוצגת מגמה כללית, שמסכמת את כלל מועדי הבדיקה ומצביעה על השפעת תנאי האחסון על תכונות אלו (טבלה 2). תכולת החומצה הציטרית הגבוהה ביותר נמצאה ברימונים שאוחסנו ב-DCA ונמוכה במובהק באלו שאוחסנו ב-RA עם אותם הבדלים גם לאחר שבוע בחיי מדף. ככלל, תנאי האחסון לא השפיעו על תכולת הכ.מ.מ. במיץ וזו פחתה במהלך חיי מדף בכ-0.5%, כפי הנראה כתוצאה מנשימת הפרי. מחישוב יחס ההבשלה (חלוקת הכ.מ.מ. בחומצה) נראתה מגמה לפיה רימוני ה-RA הם הבשלים ביותר, ובמיוחד בחיי מדף, כשמידת הבשלתם של רימוני ה-CA וה-DCA דומה מאוד. pH המיץ לא הושפע מתנאי האחסון במועד ההוצאה, אולם במהלך חיי מדף עלה ה- pH של רימוני ה-RA והיה הגבוה ביותר ובמובהק ביחס לרימוני ה-DCA בהם דווקא ה- pH ירד. ברימוני ה-CA כמעט ולא נמצא שינוי בערך ה- pH במהלך חיי מדף.

טבלה 2: תכולת כ.מ.מ., חומצה ציטרית, יחס הבשלה ו-pH במיץ הרימונים לאחר הוצאה וחיי מדף.

מועד הבדיקה	תנאי האחסון	כ.מ.מ. (%)	חומצה ציטרית (%)	כ.מ.מ.	pH
הוצאה מאחסון	RA	16.7	0.88 b	19.2	3.74
	CA	16.8	0.91 ab	18.7	3.78
	DCA	16.8	0.97 a	18.5	3.76
שבוע חיי מדף ב-20°C	RA	16.3	0.82 b	20.2	3.83 a
	CA	16.5	0.90 ab	18.2	3.79 ab
	DCA	16.4	0.92 a	18.0	3.71 a

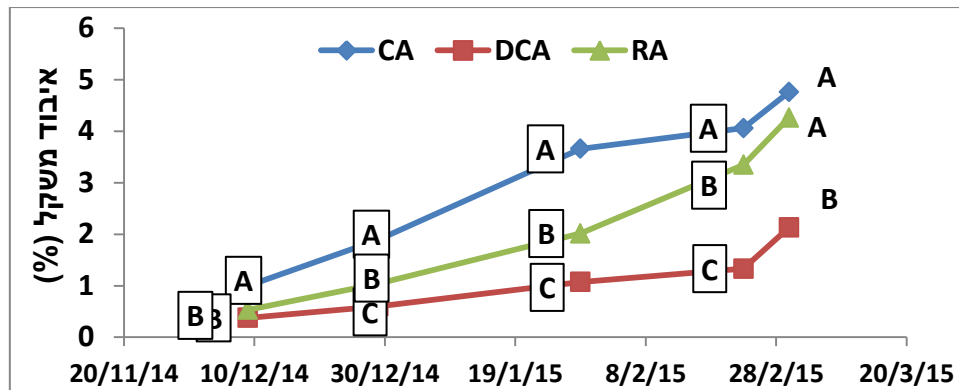
a-b - להבדל מובהק בין תנאי האחסון בעת ההוצאה ($p < 0.05$).
a-b - להבדל מובהק בין תנאי האחסון לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C ($p < 0.05$).

הערכה חושית של מראה וטעם גרגרי הרימונים: הערכה של טעם ומראה גרגרי הרימונים נערכה בתדירות חודשית בתום שבוע חיי מדף מהוצאתם מאחסון ולהלן ההשפעות העיקריות של כלל הטעימות (איור 8). לתנאי האחסון כמעט שלא נמצאו השפעות מובהקות על מראה ומרכיבי הטעם מלבד החמיצות שהורגשה בגרגרי הרימונים שאוחסנו ב-DCA שהיו החמוצים ביותר ובמובהק מאלו שב-RA שהיו הכי פחות חמוצים (איור 8). ממצאים אלו תואמים לתכולת החומצה הציטרית וה-pH שנמצאו במיץ הפרי בחיי מדף (טבלה 2).



איור 8: מראה ומרכיבי הטעם של גרגרי הרימונים בהשפעת האחסון בתנאים שונים.
A-B - להבדל מובהק של הגורם הנבדק בין תנאי האחסון השונים ($p < 0.05$).

איבוד משקל במהלך האחסון: פרי שאוחסן בתנאי DCA איבד משקל במידה הפחותה ביותר (כ-1.3%) במהלך האחסון ופחות מפרי שאוחסן ב-RA (כ-3.3%) ואילו הפרי מ-CA איבד משקל במידה הרבה ביותר (כ-4.1%) (איור 9). כפי הנראה, הפרי ששהה ב-CA איבד משקל במידה רבה עקב הזרמת חנקן להורדת רמות החמצן באחסון, ויתכן שבתא עם אטימה טובה יצומצם איבוד המשקל (טבלה 5 בנספח). במהלך שבוע חיי מדף איבדו הפירות מהטיפולים השונים כ-0.8% ממשקלם וככלל הרימונים מ-DCA איבדו הכי מעט ממשקלם.

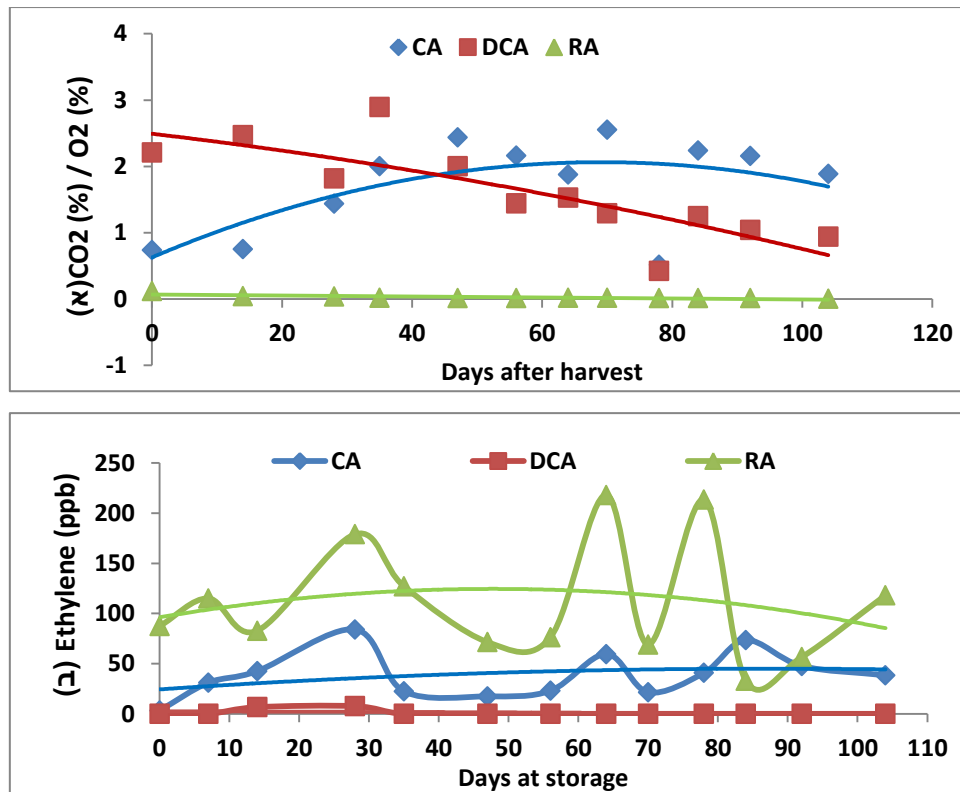


איור 9: איבוד משקל (%) מצטבר של רימונים בתנאי אחסון שונים במהלך האחסון (n=4) ולאחר שבוע חיי מדף בהוצאה מ-4 חודשי אחסון. A-B- להבדל מובהק בין רימונים מתנאי האחסון בכל מועד בדיקה ($p < 0.05$).

הרכב האווירה בתאים במהלך האחסון-

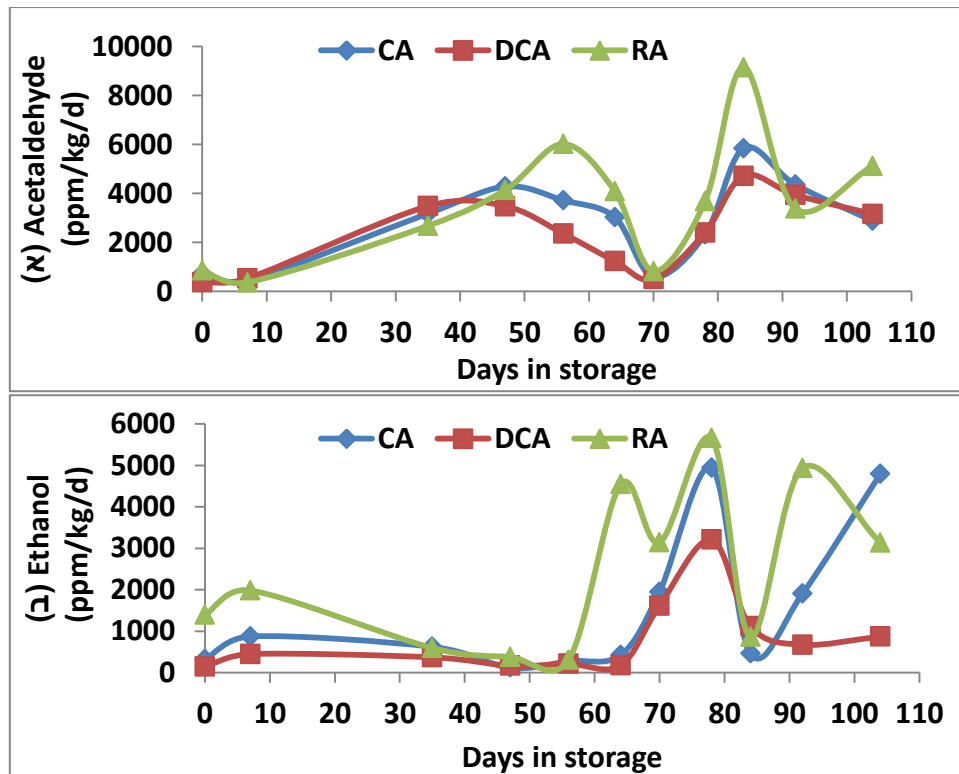
היחס בין הפד"ח לחמצן ממחיש בצורה הטובה ביותר את הרכב אווירת התאים במהלך האחסון (איור 10א). באחסון ב-RA ($20.9\%O_2$, $0.04\%CO_2$) היחס בין הפד"ח לחמצן היה אפסי בכל מהלך האחסון, ואילו בתנאי CA התייצב היחס ביניהם ($2.7\%O_2$, $5.2\%CO_2$) על 2 לערך לאחר כ-35 ימי אחסון. באחסון ב-DCA נראה שינוי מגמתי ביחס בין הפד"ח לחמצן שבתחילה ערכו עמד על כ-3 לערך וזה הלך ופחת עד ששני הגזים היו ביחס זהה (כ-5% מכל אחד מהם באווירת האחסון).

ריכוז האתילן שנמדד בחלל תאי האחסון היה בתנודתיות רבה בתא RA ובממוצע כ-100 ח"ב אתילן, בעוד שבתא CA רמתו היתה נמוכה פי 4 לערך עם יצור אתילן ממוצע של כ-25 ח"ב, ואילו בתא DCA רמת האתילן שנמדדה היתה אפסית לכל משך האחסון (איור 10ב). על פי זאת, יתכן שאחסון ראשוני ברמות חמצן נמוכות גורמות לעיכוב בייצור האתילן ע"י הפרי במהלך האחסון. ראוי לציין שבתא ה-DCA היתה אטימות טובה עם מיעוט הזרקות חנקן לתא, לשמירה על תנאי האחסון הרצויים (טבלה 5 בנספח), ולפיכך ניתן להניח שהעיכוב בייצור האתילן הינו כתוצאה מהטיפול (ואינו תוצאה מתפעול).



איור 10: הרכב הגזים בתאים במהלך האחסון: א. היחס בין החמצן לפחמן דו חמצני ($\text{CO}_2\%/\text{O}_2\%$) וב. ריכוז האתילן בחלל התא במהלך אחסון הרימונים בתנאי אווירה שונים. קווי מגמה של כל אחד מהמדדים צבוע בגוון התואם לתנאי האחסון.

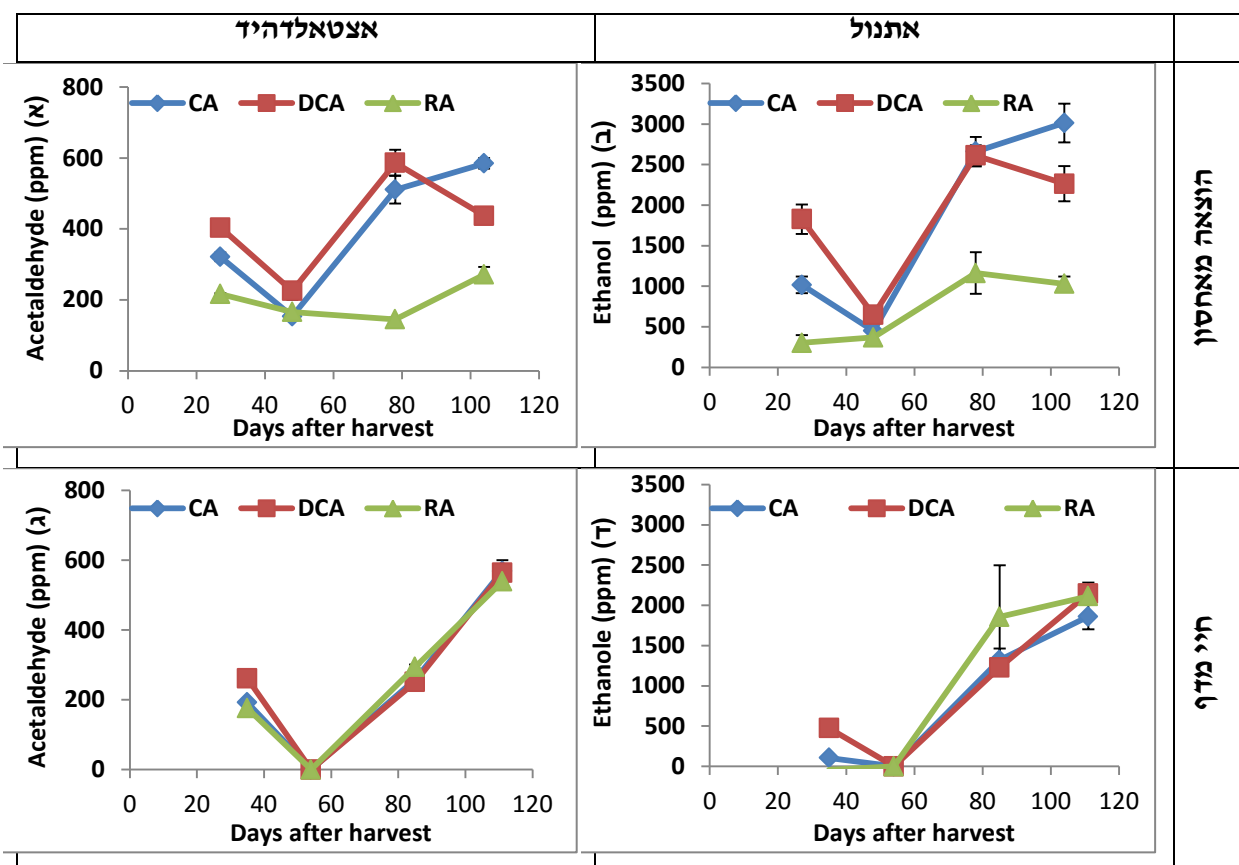
ריכוזי האצטאלדהיד והאתנול בחלל התא- ריכוז האצטאלדהיד בתא האחסון עלה במתינות בכל תנאי האחסון במהלך כ-50 ימי האחסון הראשונים (איור 11א), אך לאחר מכן חלה בו ירידה עד ליום ה-70 באחסון, כשבמקביל לכך חלה עליה בריכוזי האתנול (איור 11ב) כשבהמשך חלה תנודתיות רבה בהם ומבלי מגמה ברורה בהשפעת תנאי האחסון.



איור 11: ריכוזי האצטאלדהיד (א) והאתנול (ב) בתאים במהלך האחסון (מנורמלים לפי ק"ג פרי).

האצטאלדהיד ואתנול במיץ הפרי במהלך האחסון - תכולת הנדיפים, אצטאלדהיד ואתנול, במיץ שנשחט מהרימונים היתה הנמוכה ביותר במהלך האחסון ב- RA (כ- 200 ח"מ אצטאלדהיד ועד לכ- 1,000 ח"מ אתנול) יחסית לרימונים מ-CA או מ-DCA בהם ירדו במהלך כ-50 ימי האחסון הראשונים, ולאחר מכן עלו ריכוזיהם בחדות (כ-500 ח"מ אצטאלדהיד וכ-2,500 ח"מ אתנול) (איורים 12א, 12ב). לעומת זאת, לאחר שבוע בחי מדף, תנאי האחסון לא השפיעו על תכולת האצטאלדהיד והאתנול במיץ הפרי, שירדו לריכוזים אפסיים לאחר כ-55 ימי האחסון ולאחר מכן עלו באופן קבוע ולינארי לריכוזים גבוהים בכל הטיפולים (אצטאלדהיד כ-600 ח"מ, אתנול כ-2,000 ח"מ) (איורים 12ג, 12ד). על פי ממצאים אלו צפוי שמיד בתום האחסון יהיו פחות טעמי לוואי ברימונים מ-RA הודות לריכוזים נמוכים של אתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי, בעוד שבתום חיי מדף טעמי הלוואי צפויים להיות בעוצמה דומה. נקודה מעניינת נוספת היא הדינמיקה בשינוי בריכוז הנדיפים אלו במיץ ולמעשה נראתה ירידה בהם במהלך 55 ימי האחסון הראשונים ולאחר מכן עליה חדה בתכולתם. ניתן לקשור זאת לידוע לנו שהדרדרות באיכותו של גרגר הפרי חלה במהלך חודש האחסון השלישי וזאת בהתאמה להצטברות אתנול ואצטאלדהיד שנראתה במיץ הפרי.

ממצאים אלו מקבילים באופן חלקי לאלו שנמצאו בחלל התא ולפיהם חלה ירידה ביצור האתנול במהלך 50 ימי האחסון הראשונים ולאחר מכן היתה עלייה ביצורו. מאידך, יצור האצטאלדהיד עלה הדרגתית בחלל התא (איור 11א) אולם במיץ הפרי נראתה דווקא ירידה (איור 12א). בנשימה אנאירובית מהווה האצטאלדהיד חומר מוצא לייצור האתנול ויתכן שכאשר האצטאלדהיד מגיע לריכוז מסויים מתחיל יצור מוגבר של האתנול ועלייה בריכוזו. אפשרות נוספת היא שהאתנול שנמצא בתחילת האחסון במיץ הפרי עיכב את הנשימה האנאירובית אך עקב הירידה בריכוזו פוחד העיכוב שהתבטא בעלייה באצטאלדהיד ובהמשך, לאחר כ-55 ימי אחסון, גבר גם יצירת האתנול.



איור 12: השינוי בריכוזי האצטאלדהיד (א,ג) והאתנול (ב,ד) במיץ הרימונים מתנאי אחסון שונים במהלך האחסון ולאחר שבוע חיי מדף.

מתאמים בין אתנול ואצטאלדהיד למדדי איכות של גרגרי הרימון-

לאצטאלדהיד ולאתנול נמצאו מתאמים שליליים ומובהקים לטעם הכולל, לעסיסיות, לעפיצות בעוד שנמצא מתאם חיובי לטעמי הלואי ולפיכך ניתן להסיק שטעמם של הפירות נפגע ככל שריכוזי האצטאלדהיד גבוהים, מאידך יתכן שיש להם תרומה חיובית בהפחתת עפיצות הפרי (טבלה 3), כפי שמוכר גם מהשפעת תנאים אנארוביים בהבחלת אפרסמון בריכוזי פד"ח גבוהים (Pesis & Ben-Arie, 1984). המתאם השלילי המובהק בין תכולת האתנול למראה הגרגר מצביע על האפשרות שלאתנול מעורבות בהדרדרות מראה הגרגר בפרי המאוחסן.

טבלה 3: מתאמים בין מרכיבי איכות של מראה וטעם גרגרי הרימון לאתנול ואצטאלדהיד:

אתנול		אצטאלדהיד		מדד האיכות
p	r	p	r	
0.002	-.754**	0.062	-0.47	מראה כולל
0	-.847**	0.007	-.682**	טעם כולל
0.355	-0.12	0.191	-0.278	מתיקות
0.095	-0.407	0.377	-0.101	חמיצות
0.008	-.675**	0.029	-.559*	עסיסיות
0.001	-.821**	0.019	-.605*	עפיצות
0.037	.533*	0.022	.587*	טעם לוואי

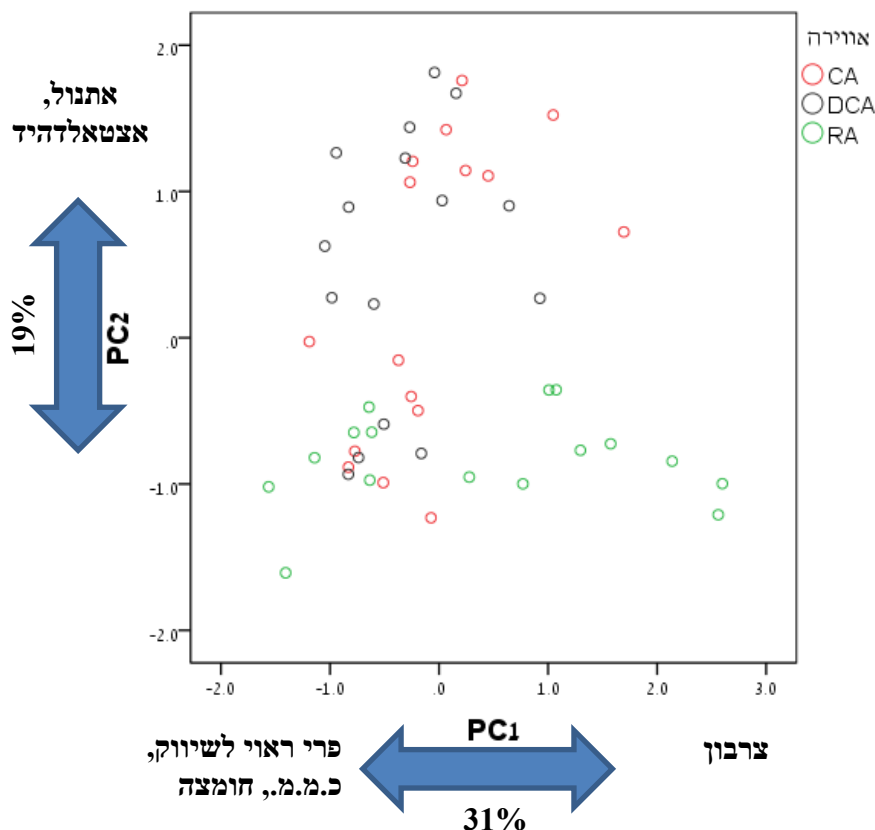
מתאמים בין האתנול והאצטאלדהיד במיץ למאפייני הרימונים- בהוצאה מאחסון נמצאו מתאמים מובהקים לתכונות שונות של הרימונים שהיו נמוכים יחסית, בעוד שבחיי מדף התחזקו (טבלה 4). אחוזי הפרי הראוי לשיווק נמצאו במתאם שלילי לאתנול ולאצטאלדהיד ובמתאם חיובי לאחוז הגרגרים החומים, כלומר יתכן ולריכוז גבוה של חומרים אלו השפעה על נוכחות גרגרים חומים. קשר שלילי חזק ומובהק נמצא בין תכולת הכ.מ.מ. לאתנול ולאצטאלדהיד ויתכן שהסיבה לכך היא כתוצאה מניצול הסוכר ליצירתם בנשימה במהלך האחסון. ל-pH המיץ נמצא קשר חיובי ומובהק לאתנול ואצטאלדהיד, כלומר ככל שריכוזם גבוה כך pH המיץ גבוה ואף עלול להשפיע על צבע הגרגר כפי שנמצא גם במתאם לערך Hue בחיי מדף. מתאמים אלו, המצויינים בטבלה, רומזים על השפעה אפשרית ושלילית של ריכוזי האתנול והאצטאלדהיד על תכונות הרימונים ויתכן שעיכוב בהצטברותם בפרי עשוי למנוע את הדרדרות איכותם.

טבלה 4: מתאמים בין ריכוזי האצטאלדהיד והאתנול במיץ הרימון לתכונות הפרי בהוצאה מאחסון ולאחר חיי מדף (מודגשים מתאמים מובהקים גבוהים מ- $r=0.5$ או נמוכים מ- -0.5).

אתנול			אצטאלדהיד			המדד הנבחן	מועד הבדיקה
n	p	r	n	p	r		
48	ל.מ.	0.01	48	ל.מ.	-0.131	צרבון_ (% משוקלל)	הוצאה מאחסון
	0.032	.270		0.003	.388	פרי ראוי לשיווק (%)	
	0.009	.342		0.025	.285	צבע גרגר (1-5)	
	0.001	.421		0.041	.253	גרגרים חומים (%)	
	0.029	.276		0.074	0.212	השחמה פנימית (% משוקלל)	
	0.032	-.270		0.003	-.394	ערך Hue	
	0.011	-.329		ל.מ.	-0.14	כ.מ.מ. (%)	
	ל.מ.	-0.02		ל.מ.	-0.05	חומצה ציטרית (%)	
	0.034	.265		0.05	0.24	pH	
36	0.002	.472	36	0.019	.348	צרבון_ (% משוקלל)	חיי מדף
	<0.0001	-.640		<0.0001	-.644	פרי ראוי לשיווק (%)	
	ל.מ.	-0.07		0.018	.351	צבע גרגר (1-5)	
	<0.0001	.571		<0.0001	.663	גרגרים חומים (%)	
	0.058	0.266		0.012	.377	השחמה פנימית (% משוקלל)	
	<0.0001	.648		0.029	.319	ערך Hue	
	<0.0001	-.811		<0.0001	-.682	כ.מ.מ. (%)	
	0.002	-.473		ל.מ.	-0.21	חומצה ציטרית (%)	
	<0.0001	.638		0.001	.504	pH	

הערה: בטבלה מוצגים נתונים בהם $p < 0.1$

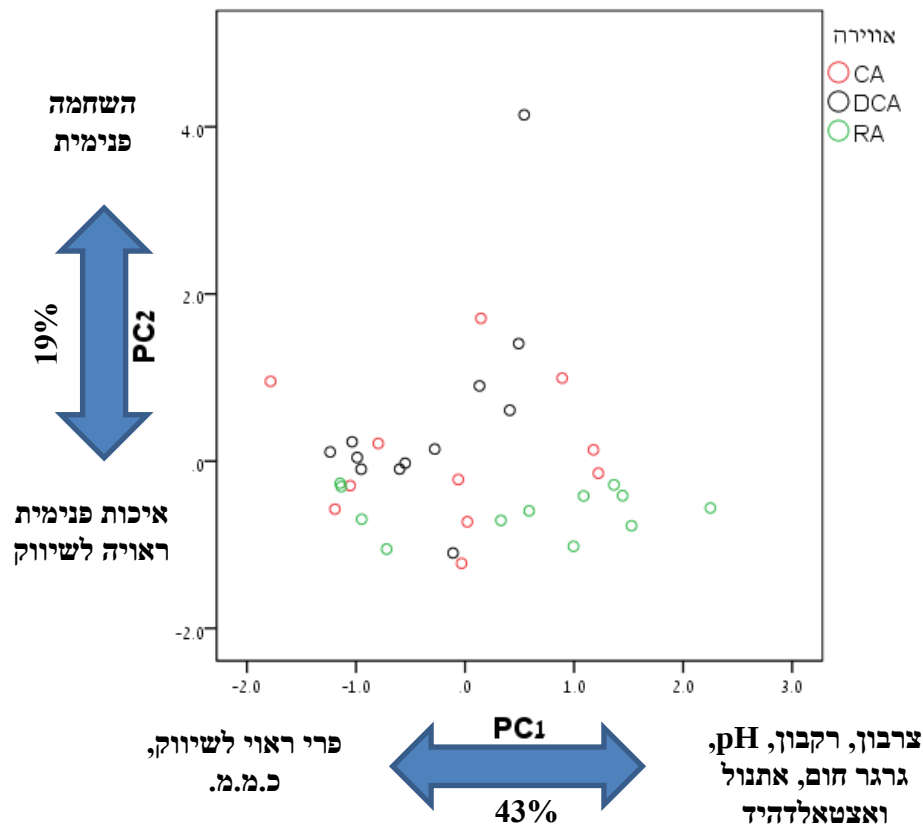
בהוצאה מאחסון- השינוי בציר X שהסביר 31% מהשונות הושפע בעיקר מהגורמים צרבון, פרי הראוי לשיווק, כ.מ.מ. וחומצה בעוד שבציר Y שהסביר 19% מהשונות הושפע מהגורמים אצטאלדהיד ואתנול (איור 13). על פי ניתוח של PCA בהוצאה מאחסון ההפרדה הטובה יותר בין תנאי האחסון נראתה בציר Y ולפיה היה פחות אתנול ואצטאלדהיד ברימונים שאוחסנו ב-RA. בציר X הפרדה בין הרימונים על פי תנאי האחסון היתה פחות טובה, אולם הפיזור של הרימונים שאוחסנו ב-RA הצביע על כך שבפרי זה טווח רחב של איכויות עם יותר צרבון ופחות פרי ראוי לשיווק יחסית לאלו שאוחסנו בתנאי DCA ו-CA שהיו דומים בפיזורם. בדומה לכך, פיזור החומצה והכ.מ.מ. בפרי מ-RA היה רחב מאשר ביתר התנאים.



איור 13: המשתנים העיקריים בהוצאה מאחסון שהבדילו בין פירות מתנאי אחסון שונים על פי ניתוח PCA. כל נקודה באיור מתארת את אחת הדגימות מהניסוי (תיבת פרי).

בחיי מדף- השינוי בציר X שהסביר 43% מהשונות הושפע בעיקר מהגורמים צרבון משוקלל, רקבון, pH, גרגרים חומים, אתנול ואצטאלדהיד, אחוז הפרי הראוי לשיווק והכ.מ.מ., בעוד שבציר Y שהסביר 19% מהשונות הושפע מהגורמים השחמה פנימית ואחוז הפרי עם איכות פנימית ראוי לשיווק (איור 14). בדומה להוצאה מאחסון הפרדה טובה התקבלה בציר Y בין רימונים על פי תנאי האחסון, כשאלו מ-RA נמצאה פחות השחמה פנימית ובהתאמה יותר איכות פנימית טובה לשיווק מאשר באלו שאוחסנו ב-CA וב-DCA. בדומה לממצאי ההוצאה מאחסון, בציר X הפרדה בין הרימונים על פי תנאי האחסון היתה פחות טובה, אולם הפיזור של הרימונים שאוחסנו ב-RA הצביע על כך שבפרי זה פיזור רחב באיכויותיהם ובתכונותיהם, עיקר המדגמים היו עם יותר צרבון, רקבונות, pH גבוה, יותר גרגרים בגוון חום, ואף אתנול

ואצטאלדהיד, אך עם פחות פרי ראוי לשיווק ותכולת כ.מ.מ. נמוכה יחסית לאלו שאוחסנו בתנאי DCA ו-CA שהיו דומים בפיזורם.



איור 14: המשתנים העיקריים בתוס חיי מדף שהבדילו בין פירות מתנאי אחסון שונים על פי ניתוח PCA. כל נקודה באיור מתארת את אחת הדגימות מהניסוי (תיבת פרי).

דיון וסיכום

בשנה זו נבחנו איכות הפרי בהשפעת העלאה הדרגתית של החמצן החל מ-1% ועד לכ-6% לאחר 4 חודשים בהמשך לניסוי משנה קודמת בו נבחן האחסון בריכוז חמצן נמוך וקבוע (0.5%). הבקורות נותרו זהות והיו אחסון באוויר רגיל- RA או באוויר מבוקר- CA והממצאים העיקריים היו ככלל, דומים בשתי שנות הניסוי כלהלן:

איכות חיצונית - ככלל, האחסון באוויר מבוקר (CA, DCA) היטיב עם איכות הרימונים במהלך אחסון ממושך במיוחד כתוצאה מעיכוב צרבון הקליפה וכן מעיכוב מקרי הרקבון בתוס האחסון. כתוצאה מכך נמצא אחוזים גבוהים יותר של פרי הראוי לשיווק בתנאי אוויר מבוקר, אך לאחר 4 חודשי אחסון אלו פחתו משמעותית בתוס חיי מדף.

איכות פנימית - עד ל-3 חודשי אחסון האיכות הפנימית היתה טובה ברימונים מכל הטיפולים והחמירה קלות בחיי מדף. אולם, השחמת המחיצות החמירה ובמיוחד ברימוני ה-DCA כשבהתאמה לכך אחוזי הפרי עם איכות פנימית ראוייה לשיווק באלו היו פחותים. מאידך, ברימונים שאוחסנו ב-RA גברו מקרים

בהם צבע הגרגר קיבל גוון חום שאינו אטרקטיבי עם הארכת האחסון ויתכן שזוהי תוצאה מחמצון האנטוציאנינים, שמהווים פיגמנט צמחי מרכזי במיץ הרימון, לקבלת גוון חום. גוון האנטוציאנינים מושפע מ-pH, ולפיכך, יתכן שצבע המיץ שנסחט מרימוני RA שהיה פחות אדום על פי ערך Hue הושפע מה-pH הגבוה ותכולת החומצה הציטרית הנמוכה שבו.

טעם הפרי הושפע במעט מתנאי האחסון ובדל בחמיצות שדורגה כרבה ביותר ברימוני ה-DCA ופחותה ברימוני RA, זאת בהתאמה לממצאי תכולת החומצה הציטרית במיץ הפרי. תוצאה זו זהה לממצאי שנת הניסויים הראשונה, אך אשתקד נמצאו בפרי מ-RA יותר טעמי לוואי והגרגר קיבל הערכה טובה למראהו.

בשנה זו נמדדו השינויים בהצטברות האתנול והאצטאלדהיד בחלל התא במהלך האחסון (איור 11) ובמקביל לכך גם במיץ הפרי (איור 12). בספרות נקראת הנקודה בה מתחילה הצטברות האתנול -LOL lower oxygen limit (Beaudry, 1993) או FIP-fermentation induction point (Petracek et al., 2002) ועל פי ממצאינו יתכן שזו חלה ברימונים כ-50 ימים מתחילת האחסון: במהלך 50 ימי האחסון הראשונים נמצאה מגמה דומה בירידת ריכוזי האתנול בחלל התא ובמיץ הפרי (איור 11ב, 12ב) בעוד שריכוזי האצטאלדהיד נמצאו מגמות הפוכות במיץ הפרי (ירידה, איור 12א) ובחלל התא (עלייה, איור 11א) כשבהמשך האחסון חלה עלייה חדה ברמות האתנול ואצטאלדהיד במיץ הפרי במיוחד בתנאי באוויר מבוקר. יתכן שאתנול ואצטאלדהיד מבקרים את הצטברותם במהלך האחסון, וכתוצאה מהירידה בריכוזם ב-50 ימי האחסון פחת העיכוב וכתוצאה מכך חלה צבירה מהירה שלהם בהמשך האחסון. בתנאי RA הצטברותם במיץ היתה פחותה במהלך האחסון שנובעת מהתנאים האירוביים באחסון, אולם במהלך חיי מדף היתה עליה בריכוזי האתנול והאצטאלדהיד בכל המדגמים ללא השפעה של תנאי האחסון (איור 12ג, 12ד) ויתכן שזוהי הסיבה שלא נמצאו הבדלים בטעמי הלוואי (איור 8). אחת המסקנות מכך היא שנדרשת שיטת אחסון או טיפול לאחר האחסון שתמנע הצטברות נדיפים אלו במהלך חיי מדף. בשנת הניסויים הראשונה נבדקו האתנול והאצטאלדהיד במיץ הפרי ובאופן דומה היתה ירידה בריכוזי האתנול עד כ-70 ימי אחסון ולאחר מכן עליה חדה בעוד שהאצטאלדהיד עלה הדרגתית ולפיכך יתכן שריכוזי האתנול הפוחתים עשויים לשמש כסמן לכושר האחסון של הפרי.

הפרדה טובה בין רימונים מתנאי אחסון שונים נמצאה בהוצאה מאחסון על פי תכולת האתנול והאצטאלדהיד שהיתה פחותה ברימונים מ-RA, והפרדה דומה נמצאה בחיי מדף אך זו היתה על פי השחמה פנימית של המחיצות. לפיכך, יתכן שריכוזי האתנול והאצטאלדהיד בהוצאה מאחסון יכולים לחזות את הופעת ההשחמה הפנימית בחיי מדף.

העלאת החמצן ההדרגתית, בדומה לאחסון בתנאי חמצן נמוך (0.5%) אשתקד הדגישו הבדלים מאחסון ב-RA, בהם השפעה חיובית על האיכות החיצונית בעיכוב הצרבון ורקבונות, עם השפעה שלילית על ההשחמה הפנימית, אך חיובית בעיכוב התפתחות גרגרים חומים. יתכן, שחשיפה לריכוזי חמצן נמוכים בתחילת האחסון, השפעה על תהליכים מטבוליים שמשפיעים על איכות הפרי בהמשך האחסון. דווח שבמגוון פירות, בהם גם סובטרופיים, חשיפה קצרה למשך 1-2 ימים לריכוזי חמצן נמוכים טרם האחסון, הגביר בהם את יצור האתנול והאצטאלדהיד והיטיב עם איכותם באחסון (Pesis, 2005). יתכן שברימונים החשיפה לריכוזי חמצן נמוכים בתחילת האחסון השפיעו באופן דומה על הרימונים, אך עם פגיעה באיכותו הפנימית שיתכן ונובעת מהצטברות האתנול והאצטאלדהיד.

לסיכום, אחסון של רימונים בתנאי חמצן נמוכים (0.5%) כפי שנערך אשתקד או ב-DCA (העלאה הדרגתית של ריכוזי החמצן מ-1% ל-6%) לא שיפרה את איכותם במהלך אחסון ממושך יחסית לרימונים שאוחסנו בתנאי החמצן הנמוך המקובלים (2%), אלא הודגשו השפעותיו החיוביות (כגון עיכוב הצרבון והרקבון) והשליליות (השחמה פנימית) יחסית לאחסון באוויר רגיל. מתאמים בין האתנול והאצטאלדהיד שנמצאו לפגיעה בתכונותיו הפנימיות של הפרי יכולה להצביע עליהם כסמנים להתפתחות הנזק.

הצעות להמשך המחקר-

1. מכיוון שאחסון עם העלאה הדרגתית של החמצן מ-1% ל-6% לא נבדלה מהאחסון ב-2% חמצן, אנו מציעים:

להתחיל את האחסון ב-2% חמצן (כמקובל בתנאי CA) ולהעלות הדרגתית בכ-1% כל שבועיים ולהגיע לכ-10% חמצן בתום 4 חודשי אחסון וכך פחותים הסיכויים לנשימה אנארובית והצטברות אתנול בפרי מאשר בתנאי אוויר מבוקר המקובלים במסחר.

2. לבחון את ההשפעה של השהיית הרימונים בחמצן נמוך טרם האחסון, להגברת יצור האצטאלדהיד והאתנול, עם המשך האחסון בתנאים המקובלים של אוויר מבוקר או אוויר רגיל. אנו מניחים שעקת החמצן הנמוך בתחילת האחסון עשויה להיטיב עם איכות הפרי כפי שדווח בספרות בפירות סובטרופיים נוספים (Pesis, 2005).

ספרות:

Beaudry, R.M., 1993. Effect of carbon dioxide partial pressure on blueberry fruit respiration and respiratory quotient. *Postharvest Biol. Technol.* 3, 249–258.

Pesis, E., 2005. The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. *Postharvest Biol. Technol.*, 37, 1-19.

Pesis, E., Ben-Arie, R., 1984. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. *J. Food Sci.* 49, 896–899.

Petracek, P.D., Joles, D.W., Shirazi, A., Cameron, A.C., 2002. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., cv. 'Sams') fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 259–270.

נספחים:

מראה פנימי	מראה חיצוני	
		RA
		CA
		DCA

תמונה 1: השפעת תנאי האחסון על המראה החיצוני והפנימי של הרימונים מתנאי אחסון שונים לאחר 3 חודשי אחסון + שבוע נוסף של חיי מדף ב-20°C.



תמונה 2: השפעת תנאי האחסון על צבע הגרגר לאחר 4 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף ב-20°C (מימין לשמאל - CA, DCA, RA).

טבלה 5: משכי הזרמת גזים לתאי האחסון:

RA	CA	DCA	הפעולה
-	44.26	29.30	הזרמת חנקן (שעות)
-	0.25	33.57	הזרמת אוויר (שעות)
-	43.34	30.12	ספיחת פד"ח (שעות)

2. הפחתת נזקי חיספוס בוונדרפול באמצעות התכשיר סופרלון

בשיתוף חברת מרחב אגרו בע"מ

רקע

בניסוי ראשוני בשנת 2013 נצפתה מגמה לפיה ריסוס בתכשיר סופרלון בשני מינונים ובשלושה מועדים (כשבועיים 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 אשתקד את השפעת ריסוסי הסופרלון בשלושה ריכוזים, בתדירות דו שבועית החל מגל הפריחה הראשון עד ראשית יולי, ולאחר מכן בתדירות חודשית בארבעה אזורי גידול שונים.

מטרת הניסוי

בחינת השפעת ריסוס בתכשיר סופרלון בריכוזים שונים על איכות הקליפה ברימוני 'וונדרפול'.

חומרים ושיטות

הריסוס - אנשי חברת מרחב אגרו ריססו עצי רימוני וונדרפול החל מכשבועיים לאחר שיא פריחה של גל פריחה מרכזי בתכשיר סופרלון במינונים שונים (0% - בקורת, 0.05%, 0.1%, 0.2%), במספר מועדים (טבלה 1). הניסוי נערך בבלוקים באקראי ובשש חזרות.

טבלה 1: מועדי הריסוס בסופרלון במטעים השונים.

ריסוס	1	2	3	4	5	6	7	8	9	קטיף
איילת השחר	30.4	19.5	2.6	23.6		31.7		28.8	-	14.10
משאבי שדה	28.4	13.5	29.5	13.6	25.6	10.7	12.8	27.8	14.9	19.10
גדרה	-	11.5	1.6	-	30.6	30.7	-	31.8	-	20.10
עברון	7.5	26.5	9.6	30.6		7.8		5.9	-	21.10

הקטיף - רימונים נקטפו בכל מטע מכל העץ או ממחציתו בהתאם לעומס היבול באותו המטע (טבלה 1) ובשטח המטע נערך מיון של הפירות מכל עץ במספר שלבים: בשלב הראשון נאסף כל הפרי כולל פרי שנמצא תחת העץ ונספרו סך הפירות הרקובים והפגועים במכת שמש (תמונה 1 בנספח). בשלב השני נערך מיון של יתר הפרי לפי גודל (קטן, בינוני וגדול) ונרשמו מספר הפירות בכל קטגוריה. בשלב השלישי נערך בכל קטגורית גודל מיון של כל הפירות על פי סדקים (לא סדוק או סדוק). בשלב האחרון נערך ביתר הפרי מיון על פי דרגת החספוס (נקי מחספוס, חספוס קל, חספוס בינוני, חספוס קשה, תמונה 2 בנספח).

דיגום לבדיקות קטיף - מ-5 עצים מכל טיפול נלקחו מכל קטגוריית גודל 10 פירות ובאופן יחסי מכל דרגת חיספוס (כלומר 3 מדגמים מכל עץ- פרי קטן, בינוני וגדול), יש לציין שלא בכל המקרים היו 10 פירות מכל גודל. כל הפרי הובל למעבדה לאחסון בק"ש ונשמר בטמפרטורת החדר (כ-20 מע"צ) עד למחרת. הבדיקות

שנערכו היו: שקילה של כל פרי, הערכה ויזואלית של % כיסוי אדום בקליפת הפרי, מוצקות אלסטית בנגיפה רק לפרי בגודל בינוני (באמצעות מכשיר הסינקלייר), מידת פתיחת הכתר בסקלה שבין 1-5 (1-סגור לחלוטין...5- פתוח לחלוטין). לאחר מכן כל פרי נחצה לאורכו והוערך בו צבע גרגר בסקלה 1-5 (1- לבן...5- אדום לחלוטין), ובמיץ שנשחט מחצאי הפירות של כל גודל בנפרד נלקח מדגם מיץ שסורכו (6,000 סל"ד במשך 5 דקות) לאחר סרכוז להשקעת חלקיקים נבדקו במיץ הצלול תכולת הכ.מ.מ. באמצעות רפרקטומטר, חומצה ציטרית באמצעות טיטרצית המיץ בטיטרטור אוטומטי, pH, וצבע המיץ נבדק באמצעות מד צבע דיגיטלי (מינולטה) מבעד לתחתית של כוס כימית מזכוכית (50 מ"ל) המכילה 15 מ"ל מיץ.

הערכת פרי ראוי לשיווק - סה"כ פרי תקין ופרי עם חספוס קל (ללא פרי רקוב, סדוק או עם חספוס בינוני וקשה).

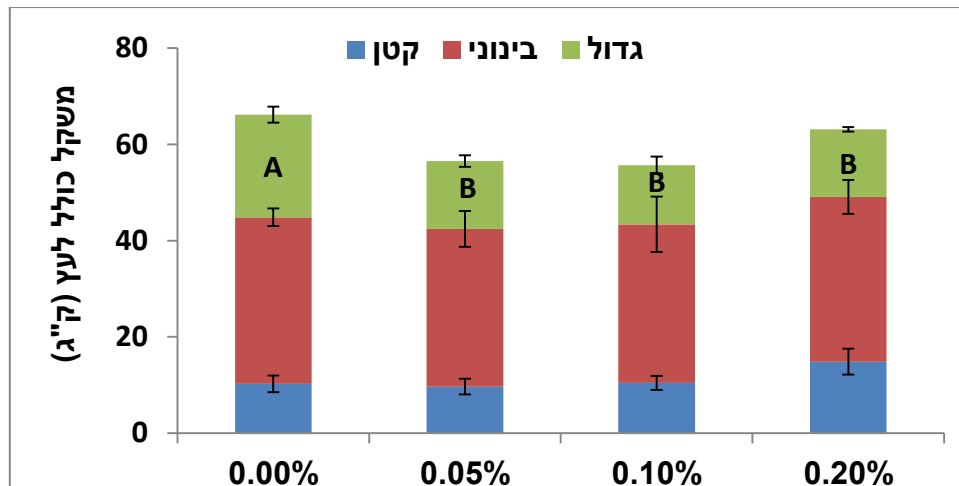
הערכת יבול - במטעים השונים נערכו הקטיפים באופן שונה. בחלקם נקטף כל הפרי ובאחרים רק מחצית או רבע מיבול העץ. הפרי שנקטף חולק לקטגוריות גודל ומספר הפירות בכל קטגוריה נרשם ובמעבדה נשקלו כ-10 פירות מכל קטגורית גודל כך שהתקבל משקל ממוצע. בהמשך הוכפל מספר הפירות מכל קטגורית גודל במשקל הממוצע של אותה קטגוריה. לאחר מכן חושב כלל היבול על פי חלקו היחסי שנקטף. פירות רקובים ועם מכות שמש חושבו על פי משקל ממוצע של פרי מכל העץ (שחושב באופן יחסי).

הערכת פיטוטוקסיות - הערכה ויזואלית של הפיטוטוקסיות נערכה בשלושה מארבעת מטעי המדגם ע"י אנשי מרחב אגרו ואנשי המעבדה. הבחינה נערכה בפרי הקטוף בכל חזרה בכל הטיפולים והנזק דורג (לפי הסקלה: נקי- ללא נזק, קל, בינוני וקשה).

סטטיסטיקה - השפעות הטיפולים, גודל הפרי ומקור הפרי על המדדים השונים נבדקו באמצעות מבחן שונות ומבחן פוסט-הוק (Duncan).

תוצאות ומסקנות

יבול וגודל פרי - בעצי רימון שרוססו בסופרלון היתה הפחתה מובהקת של פירות גדולים לעומת הבקורת שלא רוססה כלל, למרות זאת כלל היבול בכל טיפול לא הושפע וסך המשקל לא נבדל מהבקורת (איור 1). בחלוקת הפרי לקבוצות על פי הגודל נמצאו בין המטעים הבדלים במשקל הממוצע בפרי הקטן והבינוני, אך לא בפרי הגדול (טבלה 2). נראתה מגמה לפיה ככל שעלה ריכוז הסופרלון כך פחת המשקל הממוצע של הפרי אך הבדל זה לא היה מובהק (תוצאות לא מוצגות).



איור 1: השפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים על התפלגות הגדלים של הרימונים בכל טיפול. A-B - להבדלים מובהקים בגודל פרי מסוים בין הטיפולים השונים מכלל המטעים ($p < 0.05$).

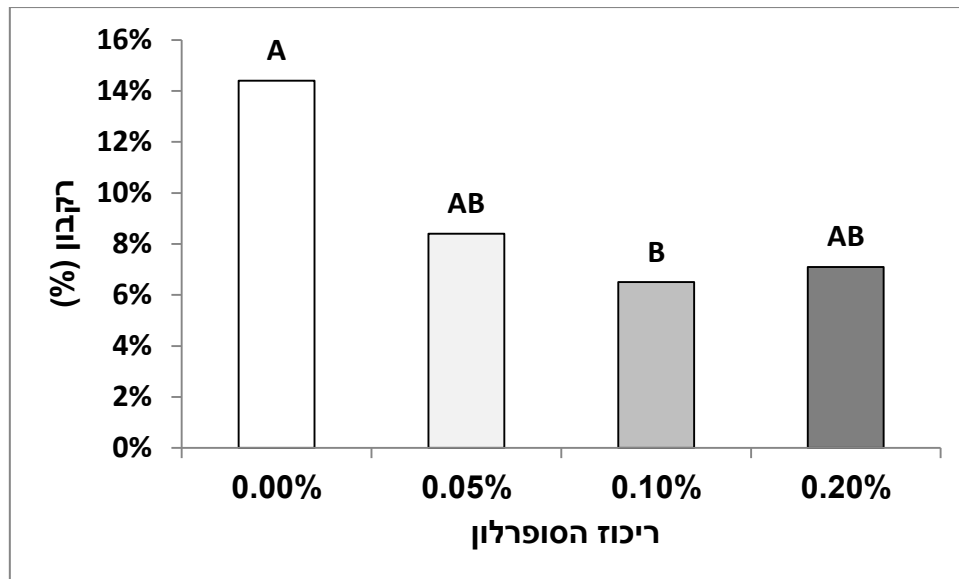
טבלה 2: משקל פרי ממוצע (גרם) בכל קטגוריית גודל במטעים השונים.

המטע	פרי קטן	פרי בינוני	פרי גדול
1	365±9 a	597±9 ab	792±47
2	316±7 b	551±11 c	-
3	331±7 b	612±11 a	844±25
4	312±7 b	573±9 bc	835±10

a-c – להבדל מובהק בין המטעים בכל קטגוריית גודל בנפרד ($p < 0.05$).

השפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים על איכות הפרי

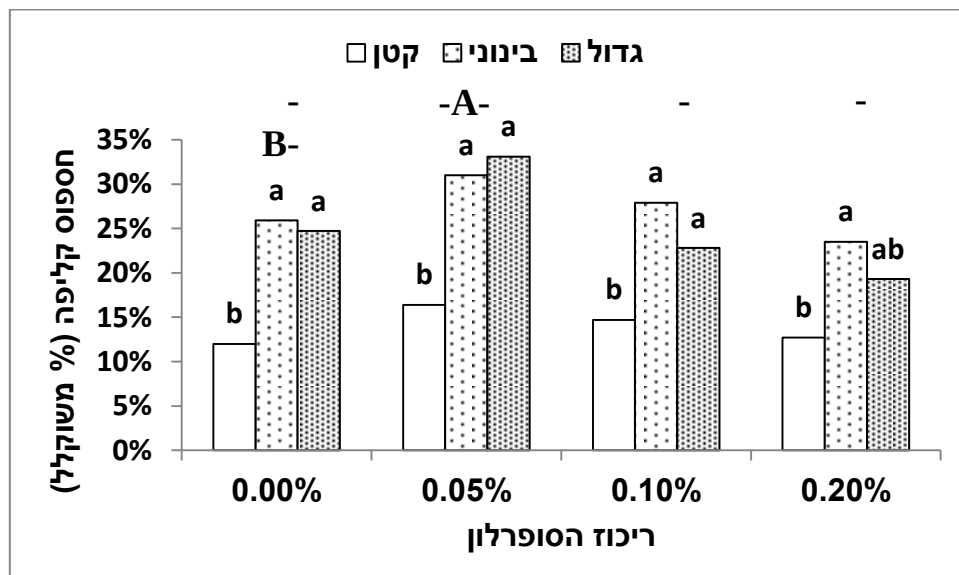
רקבונות- ברימונים שרוססו בסופרלון נמצאו אחוזים נמוכים של פירות רקובים יחסית לבקורת ובאלו שרוססו בריכוז של 0.1% ההפחתה אף היתה מובהקת (איור 2). יתכן והסיבה לכך היא עיכוב ביצירת מיקרו-סדקים בקליפת הפרי שמהווים אתרים לחדירת נבגי פטריות גורמות רקבון, וזאת בדומה לממצאים שדווחו באפרסמון (Biton et al., 2014), ובפיטם תפוחי הפינק לידי (Stern et al., 2013).



איור 2: אחוז פירות רקובים ברימוני וונדרפול בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים.

A-B - להבדל מובהק בין טיפולי הסופרלון השונים ($p < 0.05$).

חספוס קליפה - ההנחה היתה שריסוס הסופרלון עשויים לאפשר גמישות רבה יותר לקליפת הפרי וכך למנוע התפתחות של חיספוסים בנקודות בהן נפגעת הקליפה עקב גדילתו הרבה של הפרי. בבחינת החיספוסים בגדלי הפרי השונים נמצא שאלו פחותים בפרי הקטן ובמידה דומה בפרי הבינוני והגדול (איור 3). הכי הרבה חספוסים נמצאו בפרי שרוסס בסופרלון בריכוז הנמוך (0.05%), וכלל שהריכוז של התכשיר היה גבוה יותר כך פחתו החיספוסים ובמינון הגבוה (0.2%) אף לא נבדלו מהבקורת. על פי ממצאים אלו לא ניתן להסיק על השפעה מובהקת של הריסוס בסופרלון בהפחתת חספוס קליפה ברימונים.

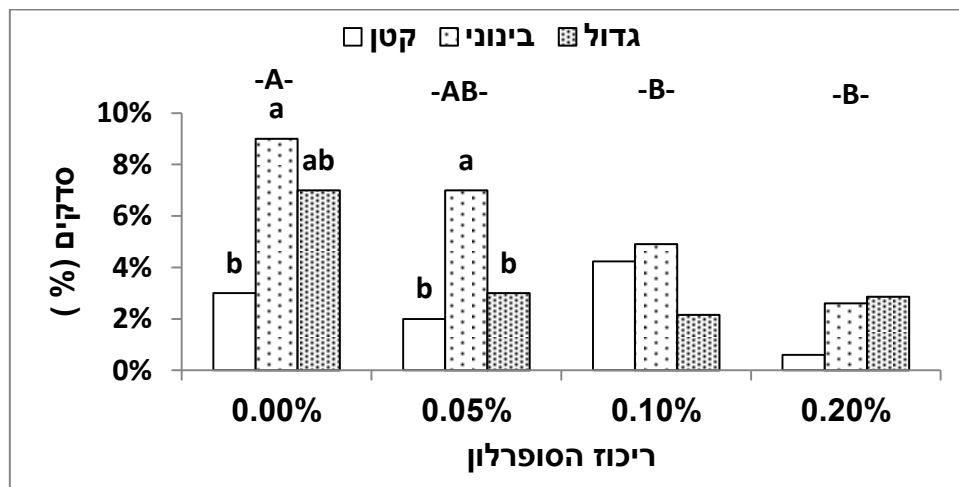


איור 3: חספוס קליפת רימוני וונדרפול מגדלים שונים, בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים.

a-b - להבדל מובהק בין הגדלים באותו טיפול ($p < 0.05$).

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

סדקים - בטיפול הבקורת נמצאו הכי הרבה פירות סדוקים והריסוס בסופרלון הפחית את כלל הפירות הסדוקים עם העלייה בריכוזו וללא הבדל מובהק בהשפעתו מעבר ל-0.1% (איור 4). כצפוי, הפירות הקטנים היו הפחות רגישים להסתדקות בכל הטיפולים.

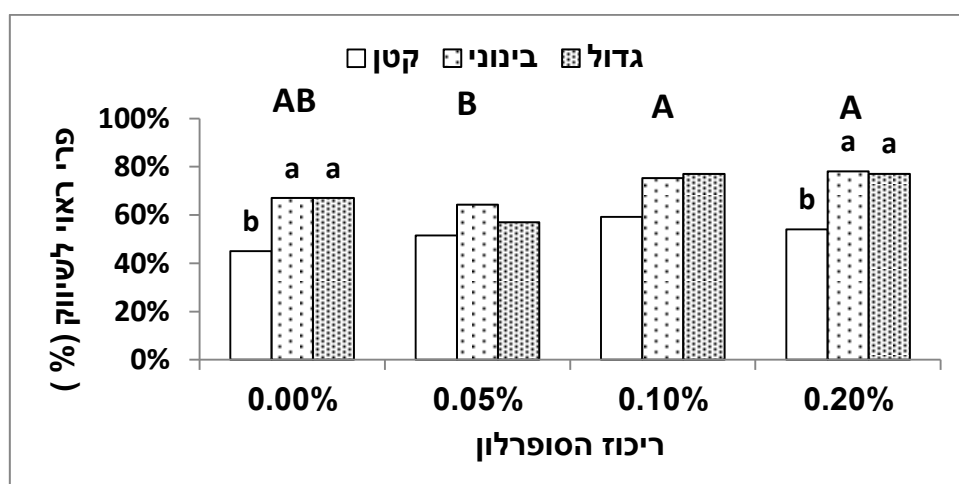


איור 4: שיעור הפרי הסדוק בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים.

a-b - להבדל מובהק בין הגדלים באותו טיפול ($p < 0.05$).

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

פרי לשיווק - בחישוב של הפרי הראוי לשיווק נכללו פירות עם חספוסים קלים בנוסף לפרי התקין ונמצא שבריסוס הסופרלון החל מ-0.1% נמצאו הממוצעים הגבוהים ביותר של פרי ראוי לשיווק, אך ללא הבדל מהבקורת (איור 5). כלומר, יתכן שלריסוס בסופרלון בריכוזים אלו יש השפעה מיטיבה מסוימת על איכות הפרי המשווק הנובעת מהפחתת הסדקים והרקבונות, אך לא מהפחתת החספוס.



איור 5: רימוני וונדרפול ראויים לשיווק (%) בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים.

a-b - להבדל מובהק בין הגדלים באותו טיפול ($p < 0.05$).

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

מדדים נוספים בפרי- להערכת השפעתו הריסוס בסופרלון על הפרי נבדקו בו מדדי הבשלה :

אחוז כיסוי אדום בקליפה- התפתחות הכיסוי האדום של קליפת הפרי עוכבה בהשפעת הריסוס בסופרלון ובמיוחד בפרי שרוסס בריכוז הגבוה (0.2%) (טבלה 3). במרבית הטיפולים נמצא שאחוז הכיסוי האדום בפרי הקטן היה נמוך מאשר ביתר הגדלים באותו טיפול ויתכן שהסיבה לכך היא שפרי זה צעיר.

פתיחת הכתר- ככלל, ריסוסי הסופרלון עיכבו את פתיחת הכתר של הרימונים יחסית לבקורת (טבלה 3). מעניין לציין שפתיחת הכתר ברימונים הגדולים היתה פחותה יחסית ליתר הגדלים.

צבע הגרגר, צבע המיץ ו- pH - ברימונים שרוססו בסופרלון האדימו הגרגרים במידה הרבה ביותר ובמרביתם אף במובהק בהשוואה לבקורת (טבלה 3). הערכה ויזואלית של צבע הגרגר הינה סובייקטיבית ובנוסף נערכה בדיקה אובייקטיבית של צבע מיץ הגרגר באמצעות מד-צבע ולא נמצאו הבדלים בגוון המיץ על פי ערך Hue, או בכהות המיץ על פי ערך L^* . ה- pH של המיץ משפיע מאוד על הגוון של האנטוציאנינים שמהווים מרכיב צבע עיקרי במיץ הרימון (Gil et al., 2000), אולם לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים השונים גם במדד זה.

כ.מ.מ., חומצה ציטרית ויחס ההבשלה- תכולת הכ.מ.מ. במיץ הפרי לא הושפעה מריסוסי הסופרלון ולא נבדלה בין הפירות בגדלים השונים (טבלה 3). ריסוסי הסופרלון לא השפיעו על תכולת החומצה הציטרית בפרי, אולם במרבית הטיפולים נמצא שריכוזי החומצה היו נמוכים ברימונים הגדולים, מה שתומך בהנחה שגודל הפרי קשור למועד החנטה. יחס ההבשלה שמשקלל את שני הערכים האלו (כ.מ.מ. \ חומצה) לא הצביע על הבדלים בהשפעת הריסוס בסופרלון, אולם נמצאה השפעה של גודל הפרי ולפיה הרימונים הגדולים היו אמנם הבשלים ביותר.

מסיכום כלל הממצאים שבחנו את השפעת הריסוסים בסופרלון בריכוזים השונים נראה שקיימת השפעה מסוימת של התכשיר לעיכוב התפתחות הפרי, ככל שריכוזו גבוה יותר במיוחד על תכונותיו החיצוניות של הפרי בהן עיכוב הכיסוי האדום של קליפת הפרי ועיכוב של פתיחת הכתר. לא נראתה השפעה דומה של התכשיר על מדדים במיץ הפרי אלא רק בהערכה ויזואלית של צבע הגרגר.

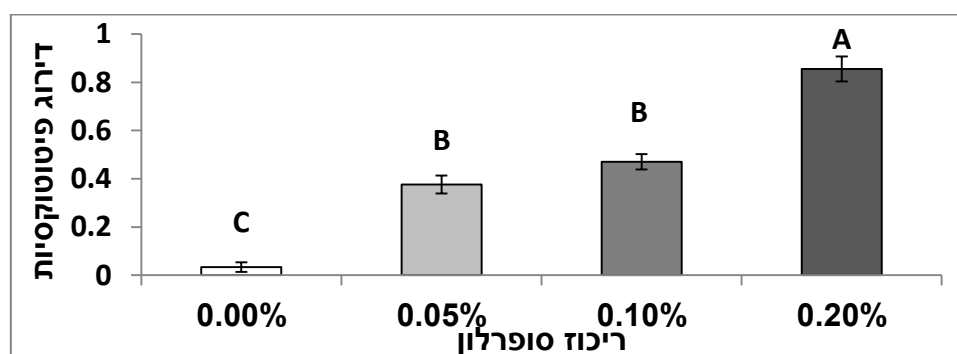
טבלה 3: מדדי הבשלה חיצוניים, פנימיים ובמיץ הפרי בהשפעת הריסוסים בסופרלון.

סופרלון	גודל	כיסוי אדום	פתיחת כתר	צבע גרגר	כ.מ.מ. (%)	חומצה ציטרית (%)	יחס הבשלה	pH	צבע Hue	צבע L
0.00%	קטן	0.734 b	3.48 a	4.58 a	16.6	1.21 ab	13.37 b	3.85	27.0	16.5
	בינוני	0.772 a	3.45 a	4.35 b	16.7	1.24 a	14.33 b	3.74	27.2	17.0
	גדול	0.773 a	2.58 b	4.32 b	17.2	0.98 b	18.14 a	3.77	30.2	15.4
	ממוצע	0.760 A	3.23 A	4.41 B	16.79	1.15	15.14	3.79	27.91	16.39
0.05%	קטן	0.720 b	3.39 a	4.51	16.8	1.18 a	14.08 b	3.84	24.9	16.8
	בינוני	0.752 ab	3.13 a	4.54	16.9	1.21 a	14.71 b	3.78	26.1	16.9
	גדול	0.761 a	2.47 b	4.49	17.2	0.90 b	18.28 a	4.38	28.8	14.2
	ממוצע	0.744 A	3.05 B	4.52 A	16.94	1.12	15.44	3.97	26.38	16.14
0.10%	קטן	0.686	3.24 a	4.49	16.4	1.16	13.80 b	3.8	27.2	17.0
	בינוני	0.682	3.19 a	4.54	16.6	1.22	14.28 b	3.71	27.4	16.8
	גדול	0.708	2.6 b	4.49	17.1	1.07	16.69 a	4.11	31.7	13.9
	ממוצע	0.689 B	3.07 AB	4.51 AB	16.67	1.16	14.77	3.86	28.41	16.17
0.20%	קטן	0.591 c	2.83 a	4.58	16.6	1.29 a	13.66 b	3.56	24.9	17.4
	בינוני	0.645 b	2.93 a	4.64	16.6	1.11 ab	15.44 ab	4.07	27.2	16.5
	גדול	0.691 a	2.32 b	4.47	17.2	1.03 b	17.55 a	4.08	29.3	14.4
	ממוצע	0.636 C	2.75 C	4.58 A	16.78	1.16	15.35	3.89	26.92	16.27

a-c- להבדלים מובהקים במדד הנבדק בין פרי מגדלים שונים באותו ריכוז של סופרלון ($p < 0.05$).

A-C- להבדלים מובהקים במדד הנבדק בין ממוצעי הגדלים ריסוסי סופרלון בריכוזים שונים ($p < 0.05$).

פיטוטוקסיות התכשיר- השפעה מזיקה של הריסוס בתכשיר על קליפת הפרי נבחנה ב-3 ממשעי הניסוי. בפרי שרוסס בסופרלון בריכוז הגבוה ביותר (0.2%) נמצאה הפגיעה הרבה ביותר יחסית ליתר הריכוזים (איור 6) ואילו בפירות הבקורת כמעט שלא נמצאו הפגמים המוצגים בתמונות (תמונה 1). הפגיעה בקליפת הפרי שרוסס בסופרלון בריכוזים 0.1% ו-0.05% היתה דומה.



איור 6: דרגת הפיטוטוקסיות בקליפת רימונים שרוססו בסופרלון בריכוזים שונים.

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

סיכום

בשנת ניסויים זו נערכו ריסוסי סופרלון בריכוזים שונים במספר מועדים במהלך התפתחות הפרי ובמספר מטעי רימונים במטרה לבחון את השפעתם על חיספוס קליפה ועל הסתדקויות הפרי. בניסוי זה נמצאו השפעות של הריסוס על תכונות שונות של הפרי. להלן הממצאים העיקריים של השפעות הריסוס בסופרלון, ובמיוחד בריכוז 0.1%-0.2%:

- הטיפול האט את קצב התפתחות הפרי (שהתבטא למשל בעיכוב של כיסוי אדום בקליפת הפרי ובפתיחת הכתר) וכן בצמצום חלקו של הפרי הגדול ביבול העץ, אולם ללא פגיעה ביבול הכללי.
 - הפחתת אחוז הפירות הרקובים.
 - הפחתת אחוז הפירות הסדוקים.
 - ללא השפעה מובהקת על חספוס הקליפה ואחוזי הפרי הראוי לשיווק.
 - השפעה מסוימת על הערכת צבע הגרגר כיותר אדום.
 - ללא השפעה מובהקת על מדדים במיץ הפרי.
 - פגיעה פיטוטוקסית בקליפת הפרי בעיקר בריסוס בריכוז הגבוה (0.2%).
- לסיכום, הריסוס בסופרלון היטיב עם איכותו של הפרי בהפחתת אחוזי הפירות הסדוקים והרקובים. אולם, הריסוס בסופרלון לא השפיע על חספוס הקליפה ועיכב במידה מסוימת את האדמת הקליפה. בעונת הניסויים הבאה ראוי להמשיך ולבחון את השפעות הסופרלון בריכוז 0.1% שנראה כמבטיח ביותר, אולם ראוי לבחון האם הפחתת מספר הריסוסים עדיין תשפר את תכונות קליפת הפרי ללא פגיעה פיטוטוקסית.

ספרות:

Biton, E., Kobiler, I., Feygenberg, O., Yaari, M., Friedman, H., & Prusky, D. (2014). Control of alternaria black spot in persimmon fruit by a mixture of gibberellin and benzyl adenine, and its mode of action. *Postharvest Biology and Technology*, 94, 82-88.

Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M., & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48(10), 4581-4589.

Stern, R., Ben-Arie, R., & Ginzberg, I. (2013). Reducing the incidence of calyx cracking in 'Pink Lady' apple using a combination of cytokinin (6-benzyladenine) and gibberellins (GA4+ 7). *Journal of horticultural science and biotechnology*.

פרי תקין	פיטוטוקסיות	פיטוטוקסיות
		
פיטוטוקסיות	פיטוטוקסיות	מיון הפרי במטע
		
פרי מפוצץ על העץ	פירות סדוקים ומפוצצים	מיון הפרי במטע
		

תמונה 1: פגיעה פיטוטוקסית כתוצאה מהריסוס בסופרלון, מיון הפרי במטע ופירות סדוקים ומפוצצים.

חספוס קל	פרי תקין- ללא חספוס
	
חספוס קשה	חספוס בינוני
	
	סידוק בקליפה
	

תמונה 2: דרגות של חספוס הפרי ופרי סדוק.

3. אחסון רימוני וונדרפול שרוססו במטע בתכשיר סופרלון בריכוזים שונים

בשיתוף חברת מרחב אגרו בע"מ

מבוא

ריסוסי סופרלון בריכוזים שונים נערכו במטעי רימוני וונדרפול במטרה לבחון את השפעתם על עיכוב חספוסי קליפה וסדקים שפוגעים באיכותם לשיווק. בנוסף לכך, נערכה בחינה של השפעת הטיפול בסופרלון על כושר השתמרותו של הפרי המטופל, לאור השפעה אפשרית של מרכיבי הסופרלון (גיברלין וציטוקינין), הידועים בהשפעתם בפירות אחרים כגון ענבים, אפרסמון ופירות גלעיניים. לפיכך, בניסוי המתואר להלן נבחנה השפעת ריסוסי סופרלון במטע על איכות רימוני הוונדרפול שאוחסנו לזמן ממושך באוויר רגיל.

מטרת הניסוי

בחינת השפעתם של ריסוסי סופרלון בריכוזים שונים על איכותם של רימוני וונדרפול בקטיפ וללא אחסון ממושך באוויר רגיל.

חומרים ושיטות

מהלך הניסוי- רימוני וונדרפול רוססו במטע איילת השחר בתכשיר סופרלון בריכוזים שונים (0%- ללא, 0.05%, 0.10%, 0.20%) בשישה מועדים שונים החל משבועיים לאחר גל פריחה מרכזי ועד לכחודש טרם הקטיפ (28.8, 31.7, 23.6, 2.6, 19.5, 30.4). הניסוי הוצב בבלוקים באקראי ונערך ב-5 חזרות.

קטיפ: ביום הקטיפ (13.10.14) נקטפו כל הפירות בכל אחד מעצי הניסוי ומוינו על פי גודלם ל-3 קבוצות: קטן, בינוני וגדול (במשקלים ממוצעים של 365, 597, 792 גרם, בהתאמה). מדדי הבשלה שונים נבדקו במדגם של 10 פירות מכל גודל פרי, כלהלן: אחוז כיסוי אדום של הקליפה, מידת פתיחת הכתר (1- סגור לחלוטין...5- פתוח לחלוטין) והמוצקות האלסטיות, שנבדקה באמצעות מכשיר הסינקלייר לפרי בגודל בינוני בלבד. הפירות נחצו והוערך בהם צבע הגרגר בסקלה של 1-5 (1- לבן...5- אדום כהה) ולאחר מכן הוכן מיץ בסחיטה במסחטת הדרים ידנית של מחצית פרי מכל חזרה, לכל גודל פרי בנפרד. לאחר סרכוז של 15 מ"ל מיץ להשקעת חלקיקים נבדקו בפרי תכולת ה-כ.מ.מ. באמצעות רפרקטומטר, חומצה ציטרית באמצעות טיטרצית המיץ עם טיטרטור אוטומטי, pH וצבע המיץ שנבדק באמצעות מד צבע דיגיטלי (מינולטה) מבעד לתחתית של כוס כימית מזכוכית (50 מ"ל) המכילה 15 מ"ל מיץ.

אחסון: מדגם של 4 פירות מייצגים מכל גודל בכל חזרה (ובסה"כ 12 פירות) נלקחו לבחינת כושר ההשתמרות באחסון. הפרי נטבל בסקולר 0.1%, קורר למשך יומיים ל-5°C. הפירות מכל חזרה נעטפו בשקית LDPE מחוררת לשמירה על לחות גבוהה באחסון ב-7°C בתנאי אוויר רגיל.

בדיקות במהלך ובהוצאה מאחסון: לאחר 9, 13 ו-16 שבועות נבחנה איכות הפרי החיצונית בלבד, כשהפרי הרקוב נזרק וזוהה בו גורם הרקבון. בשאר הפרי הוערכה דרגת הצרבון ונספרו הפירות עם סדקים ופגמים אחרים. בתום 16 שבועות אחסון כל הפרי שלא נרקב נשמר לשבוע נוסף בחיי מדף ב-20°C.

בתום חיי מדף: נבדקה איכותו החיצונית של הפרי, כפי שנערך בהוצאה מאחסון, ובנוסף כל הפרי נחצה לבחינת איכותו הפנימית (צבע גרגר בסקלה 1-5, דירוג השחמת המחיצות לפי- תקין, קל בינוני וקשה). פרי עם איכות פנימית ראויה לשיווק כלל פרי תקין, ללא רקבון פנימי, שחומרת השחמת המחיצות המקסימלית בו היא קלה. מחצאי הפרי מכל גודל הוכן מיץ ונבדקו תכונותיו כפי שנערך גם בקטיפ. מחציו השני של הפרי בגודל הבינוני נפרטו הגרגרים עבור מבחן טעימה שבוצע ע"י 4 טועמים מנוסים.

סטטיסטיקה- ברוב המדדים שנבדקו לא נמצאה השפעה מובהקת של גודל הפרי ולכן אוחדו הפירות מהגדלים השונים בכל טיפול. הבדלים בהשפעת ריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים נבחנו באמצעות מבחן Anova ונערך במבחן פוסט הוק לפי Duncan ($p < 0.05$) לדירוג בין הממוצעים.

תוצאות ומסקנות

מדדי הבשלה בקטיף- ביום הקטיף נמצא שהריסוס בסופרלון עיכב את האדמת קליפת הפרי, שנבדלה מצבע קליפת פרי הבקורת בריכוז הגבוה מ-0.1% סופרלון (טבלה 1). פתיחת הכתר, שלרוב מתקדמת עם הבשלת הפרי, עוכבה במובהק ברימונים שרוססו בסופרלון בריכוז 0.2%, ואילו האדמת הגרגר של רימונים אלו היתה רבה יותר בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוז 0.2% יחסית לבקורת. בבחינת תכונות המיץ שנסחט מהרימונים מהטיפולים השונים לא נמצאה השפעה עקבית ברורה בהשפעת הריסוס בסופרלון בין ריכוזו לתכונות המיץ (טבלה 1). כמו כן, ההבדל בצבע הגרגר שנמצא בהערכה הויזואלית לא נמצא במדידה אובייקטיבית של צבע המיץ הסחוט (טבלה 1).

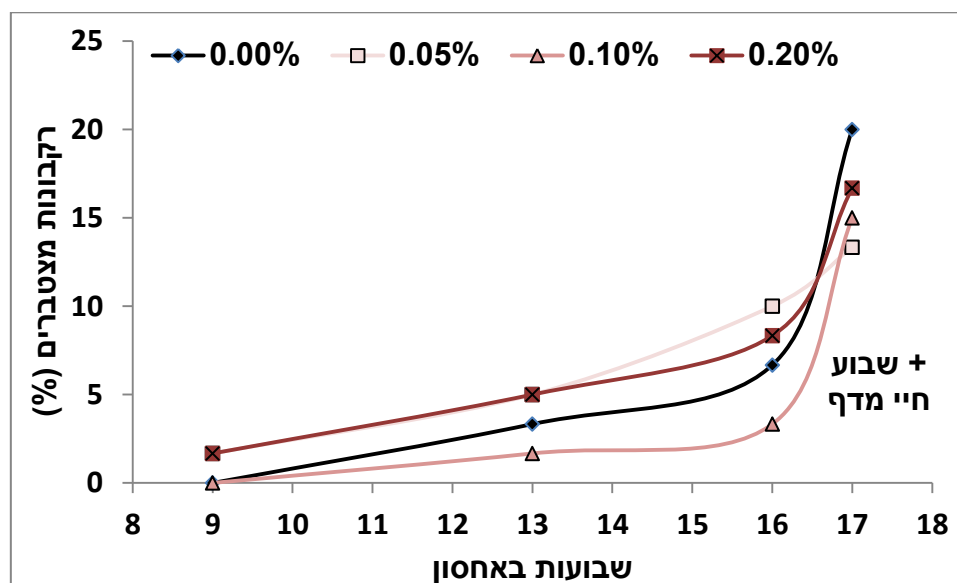
טבלה 1: תכונות הפרי ומיץ הרימונים בהשפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים ביום הקטיף.

Hue angle	L*	pH	יחס הבשלה	חומצה ציטרית	כ.מ.מ.	צבע גרגר	פתיחת הכתר	כיסוי אדום (%)	ריכוז הסופרלון
22.07	16.64	3.72	18.24	1.01	18.13 B	4.24 B	3.2 A	64.6 A	0
24.08	15.81	3.81	18.63	1.07	18.79 A	4.22 B	3.0 A	68.8 A	0.05%
24.06	16.78	3.71	16.61	1.17	18.22 B	4.44 AB	3.0 A	59.9 B	0.1%
20.55	17.33	3.68	18.35	1.03	18.34 B	4.51 A	2.4 B	58.5 B	0.2%

A-B - להבדלים מובהקים בין ריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים ($p < 0.05$).

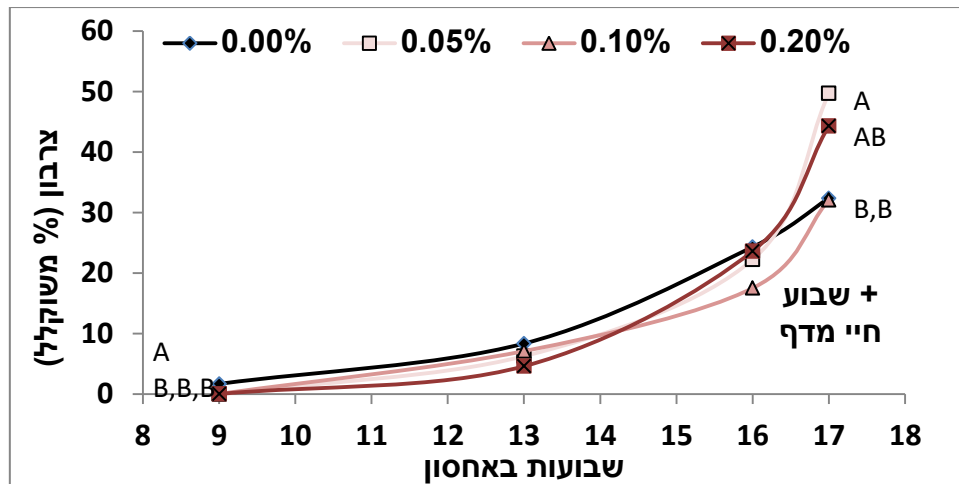
איכות חיצונית:

רקבונות- אלו החלו להופיע באחוזים נמוכים לאחר 9 שבועות אחסון ובתום 16 שבועות באחסון עדיין לא היו הבדלים מובהקים בהשפעת הטיפולים על הרקבונות שהתפתחו (איור 1). לאחר שבוע חיי מדף ב-20°C שיעורם בפרי הבקורת היה הגבוה ביותר והגיע ל-20%.



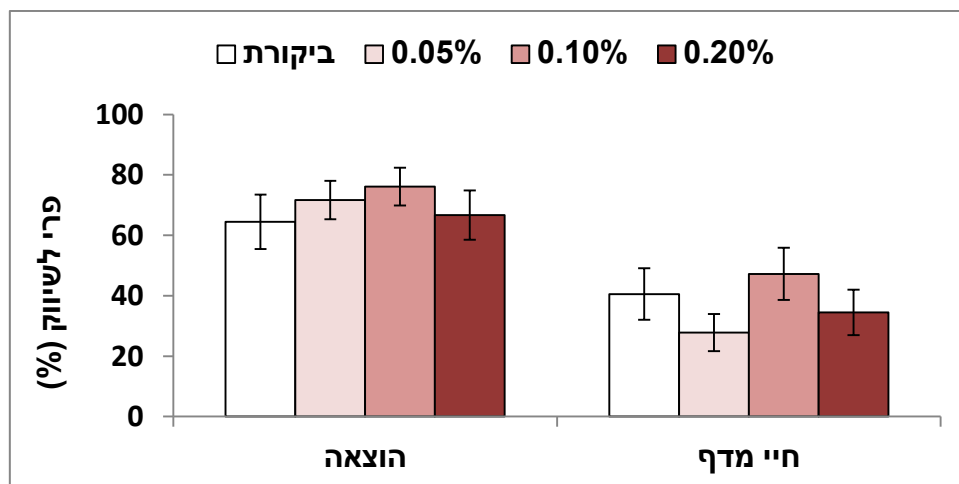
איור 1: השפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים על השינוי שחל באחוזי רימוני וונדרפול שנרקבו במהלך האחסון ב-7°C ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C בתום האחסון.

צרבון- צרבון הקליפה התפתח ברימונים במהלך האחסון כשלאחר 9 שבועות שיעוריו היו נמוכים יותר בהשפעת ריסוסי הסופרלון, אך ההבדלים הטשטשו בתום 16 שבועות אחסון (איור 2). במהלך שבוע חיי מדף החמיר הצרבון ושיעוריו היו דומים בפרי הבקורת ובפרי המטופל בסופרלון בריכוזים הגבוהים מ-0.10% בעוד שהוא החמיר במובהק בפרי שרוססו בסופרלון במינון הנמוך (0.05%).



איור 2: השפעת ריכוזי מטע בסופרלון בריכוזים שונים על השינוי שחל בשיעור צרבון הקליפה ברימוני וונדרפול במהלך האחסון ב-7°C ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C בתום האחסון. A-B - להבדלים מובהקים בין ריכוזי הסופרלון בריכוזים השונים ($p < 0.05$).

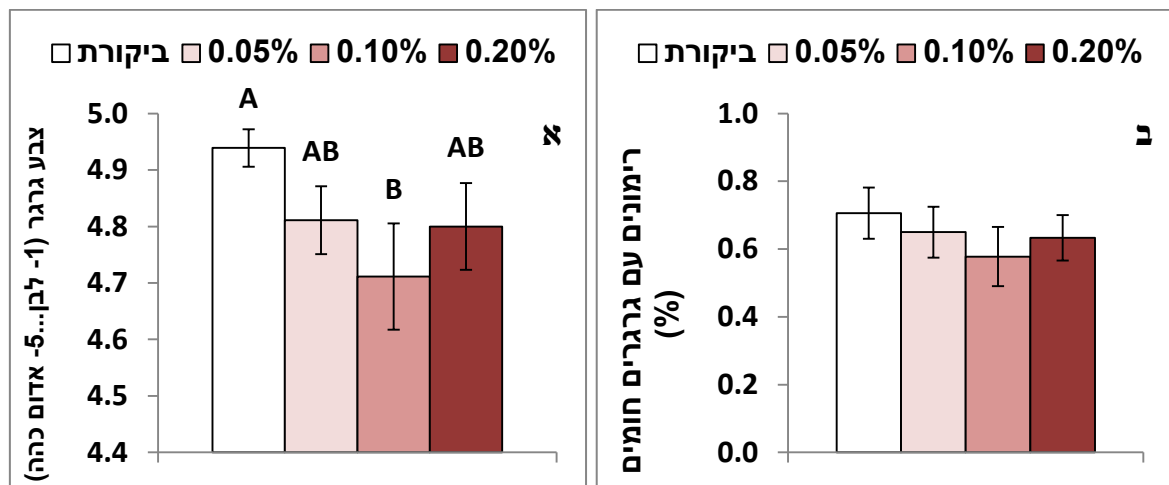
פרי ראוי לשיווק - פרט לרקבון וצרבון הקליפה לא היו פגמים חיצוניים נוספים שפסלו את הפרי לשיווק במהלך האחסון. לריכוזי המטע בסופרלון לא היתה השפעה על אחוזי הפרי הראוי לשיווק בתום 16 שבועות באחסון ואלו עמדו על כ-70% בממוצע, ובמהלך שבוע של חיי מדף ב-20°C פחתו אחוזי הפרי לשיווק אף יותר, בעיקר עקב התפתחות נוספת של רקבון וצרבון הקליפה (איור 3, נספח).



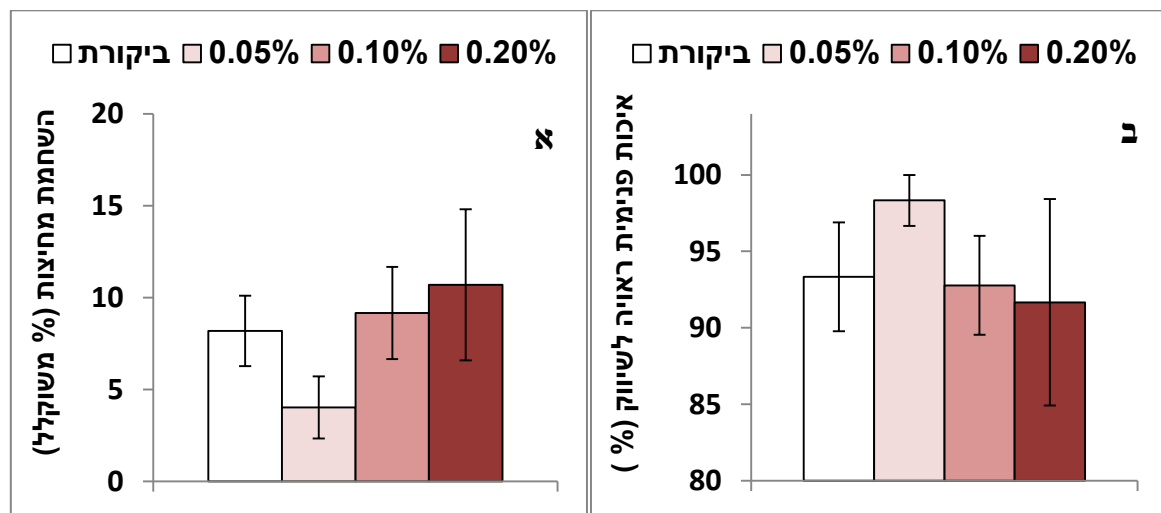
איור 3: אחוז רימוני וונדרפול ראוי לשיווק בהשפעת ריכוזי מטע בסופרלון בריכוזים שונים, בתום 16 שבועות אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.

איכות פנימית וצבע הגרגר - גרגרי רימוני הבקורת הוערכו כאדומים ביותר בעוד שבאלו שרוססו בסופרלון 0.10% הוערך צבעם כפחות אדום במובהק (איור 4א). פגיעה נוספת באיכות הגרגר היתה החמה של הגרגרים שהתבטאה באיבוד צבעם האדום. פגם זה אמנם נמצא באחוזים נמוכים יחסית אך בעיקר ברימוני הבקורת (איור 4ב). ככלל, מצבו הפנימי של הפרי היה טוב עם מעט החמה של המחיצות הבהירות וללא הבדלים בהשפעת הריכוז בסופרלון (איור 4א). איכות פנימית של פרי שהוגדרה כראויה לשיווק כללה פרי תקין ללא רקבון פנימי, ללא החמה של המחיצות הבהירות או החמה קלה בלבד וכך אחוזי הפרי שאיכותם הפנימית תקינה וראויה לשיווק היו גבוהים ומעבר ל-90% (איור 4ב). לא נמצאה השפעה של

ריסוסי הסופרלון על אחוזי הרקבונות הפנימיים, שהגיעו עד לכ- 10% בממוצע (נתונים אינם מוצגים). רקבונות אלו נגרמים בעיקר מהפטריה אלטרנריה עוד במטע, משלב הפריחה, ולכן סביר להניח שהסופרלון שניתן רק לאחר גל פריחה מרכזי לא צפוי להשפיע על כך.



איור 4: (א) מדד לצבע גרגרי הרימונים (ב) ואחוז הפרי עם גרגרים שצבעם חום בהשפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים בתום 16 שבועות אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C. A-B - להבדלים מובהקים בין ריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים ($p < 0.05$).



איור 5: א. החמת המחיצות הבהירות ב. ואיכות פנימית ראווה לשיווק בהשפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים בתום 16 שבועות אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.

תכונות מיץ הפרי: בתום חיי מדף נבחנו תכונות המיץ שנשחט מחצאי הרימונים וככלל לא ניתן להצביע על מגמה ברורה בהשפעת ריכוזי הסופרלון על תכונות המיץ (טבלה 2). במיץ מרימונים שרוססו בסופרלון בריכוז 0.1% נמצאה תכולת הכ.מ.מ. הנמוכה ביותר שלא נבדלה מזו של רימוני הבקורת והערך Hue של מיץ זה היה גבוה במובהק ולפיכך הינו בעל גוון פחות אדום מיתר המיצים וזאת בהתאמה להערכת צבע הגרגר של רימונים אלו (איור 4א). במהלך האחסון חלו שינויים בתכונות המיץ שנשחט מרימוני הטיפול השונים ולפיהם תכולת החומצה הציטרית פחתה בכ-30% (מ-1.00 לכ-0.7%), במקביל לירידה קלה בלבד בתכולת הכ.מ.מ. (כ-1%) ולכך היתה השפעה על עליית יחס ההבשלה (מכ-18 ל-24). כמו

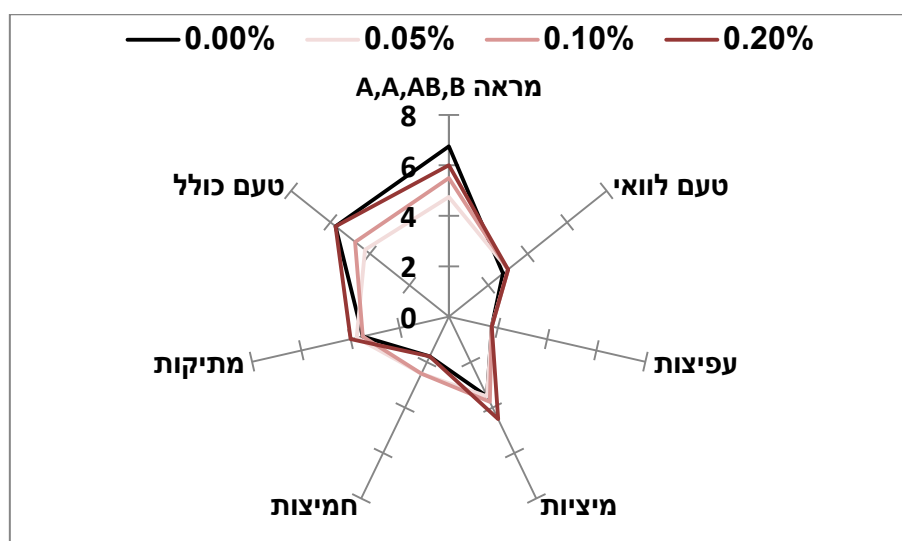
כן, במהלך האחסון היתה עליה ב-pH המיץ (מ-3.7 ל-4.0) ולכך תתכן השפעה על צבע הגרגר כפי שהתבטא בעיקר בעליה של ערך Hue angle שכמעט הכפיל את ערכו ומצביע על כך שצבע המיץ פחות אדום משהיה בקטיפ.

טבלה 2: תכונות מיץ הרימונים בהשפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים בתום 16 שבועות אחסון ושבוע חיי מדף ב-20°C.

Hue angle	L*	pH	יחס הבשלה	חומצה ציטרית (%)	כ.מ.מ.	ריכוז הסופרלון
37.85 B	16.87 A	4.00 B	23.87	0.72	16.79 AB	0
42.29 B	15.57 B	4.04 AB	25.50	0.69	17.26 A	0.05%
50.75 A	16.56 A	4.02 AB	23.61	0.73	16.73 B	0.1%
37.60 B	16.82 A	4.13 A	23.97	0.73	17.24 A	0.2%

A-B - להבדלים מובהקים בין ריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים ($p < 0.05$).

הערכת מראה וטעם הגרגר : לגרגרי פרי הבקורת ניתן הציון הגבוה ביותר, אך בהשפעת הריסוס בסופרלון נמצא כי ככל שריכוזו גבוה יותר כך מראה הגרגר טוב יותר (איור 6). הסופרלון לא השפיע על תכונות הטעם של גרגרי הרימונים אך מגמה דומה לזו של מראה הגרגר נמצאה עבור הערכת הטעם הכולל.



איור 6: מראה וטעם גרגרי הרימונים בהשפעת ריסוסי מטע בסופרלון בריכוזים שונים בתום 16 שבועות אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.
A-B - להבדלים מובהקים בין ריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים ($p < 0.05$).

דיון וסיכום

בניסוי זה נערכה בחינה ראשונית של השפעת הריסוס בסופרלון בריכוזים שונים ב-6 מועדים במהלך התפתחות רימון 'וונדרפול' על איכותו בקטיפ וכישר השתמרותו באחסון. הבדלים מסוימים שנראו ביום הקטיפ בהשפעת הריסוס בסופרלון בריכוז הגבוה (0.2%) הצביעו על עיכוב מסוים בקצב הבשלת הפרי, שהתבטא בפחות כיסוי אדום של הקליפה ועיכוב במידת פתיחת הכתר. אולם, במקביל נמצאה הגברה של האדמת הגרגר. אחסון הפרי באוויר רגיל ב-7°C היה ממושך ביותר (3.5 חודשים) וכמעט כפול מאשר מקובל באחסון במסחר (עד 2 חודשים). על אף זאת, איכותו של הפרי היתה סבירה.

ככלל, לא נמצאו הבדלים בהשפעת הטיפול בסופרלון על איכות הרימונים המאוחסנים ולא נראתה מגמה לפיה יש קשר בין ריכוז הסופרלון שרוסס לאיכות הפרי במועדי הבדיקה השונים. החמרה בצרבון הקליפה נמצאה רק בתום חיי מדף ודווקא בפרי שרוסס בסופרלון בריכוז הנמוך. עדיין לא ידוע ממה נגרם צרבון הקליפה ברימון, אך ממצאים שונים מצביעים על כך שהינו תוצר של תהליך חימצוני. יתכן שעיכוב האדמת הקליפה יכול להשפיע על הרגישות לצרבון, כיוון שהאנטוציאנינים יכולים לשמש כאנטיאוקסידנטים, שמעכבים את התפתחותו. ככלל, לחומרי צמיחה תתכן השפעה אופטימלית בריכוז מסוים, כשלריכוז גבוה או נמוך ממנו תתכן השפעה פחותה. כמו כן, גם למספר הריסוסים תתכן השפעה. לפיכך, יתכן שריכוז של 0.1% הינו ריכוז בו השפעת הסופרלון על הפרי היא אופטימלית לגבי הצרבון. מכיוון שלסופרלון נמצאה השפעה מעכבת על התפתחות סדקי קליפה, צפוי ניסוי דומה גם בעונה הבאה ולכן רצוי להמשיך ולבחון את השפעת הריסוס בסופרלון על איכות הפרי המאוחסן ולהגדיל את מטעי המדגם שלהם תתכן רגישות שונה לנזק.

לסיכום, לריסוס בסופרלון בריכוזים שונים לא נמצאה השפעה מזיקה או מיטיבה על איכותם של רימונים שנשמרו לכ-16 שבועות באחסון ואלו היו דומים לבקורת.

נספח: תמונות הפרי מריסוסי הסופרלון בריכוזים השונים עם ייצוג עבור כל גודל של פרי בתום 16 שבועות אחסון ושבוע נוסף בחיי מדף

איכות פנימית	איכות חיצונית	ריכוז הסופרלון
		0.00% - בקורת
		0.05% - נמוך
		0.10% - בינוני
		0.20% - גבוה

4. שיפור כושר האחסון של רימוני וונדרפול ע"י שמן אתרי מצפורן (התכשיר BioxC).

רקע

התפתחות רקבונות ברימונים במהלך האחסון פוסלת את הפרי לשיווק. כיום, קיים רישוי לקוטל הפטריות סקולר (כ.צ.ט.), בו החומר הפעיל הוא פלודיאוקסוניל, שבו מותר לקלח או לטבול את הפרי הקטוף ולשווקו באירופה. אולם, נחוצים פתרונות נוספים למניעת רקבונות, כשעדיפים כאלו הנחשבים "ידידותיים" שמקורם טבעי ואינם סינטטיים. חברת Xeda משווקת תכשיר הנקרא BioxC שהינו שמן אתרי המופק מזרעי הציפורן (Clove oil) ובו החומר הפעיל Eugenol. היישום של תכשיר זה נערך בנידופו וכך מתאפשרת הגעת אדי החומר לפרי. בספרות המדעית, דווח על פעילות אנטי-פטרייתית של התכשיר (Wang et al., 2010) כנגד הפטריה בוטריטיס סינראה (*Botrytis cinerea*) שמהווה גורם רקבון מרכזי ברימון, ולכן הוחלט לבחון את האפשרות להשתמש בתכשיר BioxC למניעת רקבונות ברימון המאוחסן. כמו כן, הפטריה קוניאלה (*Coniella granati*) מהווה בעיה נוספת שמסתמנת כגורם מרכזי נוסף בגרימת רקבונות ברימון ועדיין לא ידוע על טיפול יעיל במניעתה ויתכן שהתכשיר יהיה יעיל במניעתה. ליישום התכשיר בנידוף יש יתרון נוסף בכך שניתן לחסוך את טבילת הפרי מיד לאחר הקטיף, תהליך שמעכב את כניסת הפרי הקטוף לאחסון בקירור. מאידך, קיים חשש שהחשיפה הממושכת לשמן האתרי עלולה להזיק לפרי ולהשפיע על טעמו בהשאירו טעמי לוואי. בעונה 2013 נערך ניסוי ראשוני בו נערכה חשיפה ממושכת של רימונים עם אילוח טבעי לשמן אתרי של ציפורן במינון נמוך ונמצא שזו עשויה לעכב את התפתחות הרקבונות ברימוני וונדרפול מאוחסנים בדומה לרימונים שטופלו מסחרית בסקולר, כמקובל היום. אולם, הטועמים חשו בטעמי לוואי ולכן הייתה נחוצה בחינה חוזרת של השיטה עם דגש על השפעת הטיפול על טעם הפרי. בניסוי המתואר להלן נבחנה השפעת היישום של התכשיר על התפתחות רקבונות וטעם הפרי הן בפירות מאולחים בגורמי הרקבון בוטריטיס וקוניאלה והן על פרי עם אילוח טבעי.

מטרת הניסוי

מניעת רקבונות אחסון ברימוני וונדרפול באמצעות חשיפתם לאדי התכשיר BioxC המכילים את השמן האתרי מצפורן.

חומרים ושיטות

רימוני וונדרפול מחלקת רחלים שבמטע איילת השחר נאספו בבית הקירור "קירור גליל" יום לאחר הקטיף ל-32 תיבות ובכל אחת מהן 7-12 פירות תקינים. הפרי ב-24 תיבות נוקה באמצעות מטלית עם אתנול 70% לניקוי פני הפרי והסרת מנג קודם (אילוח טבעי) מ-16 תיבות פרי המיועד לאילוח בנבגי פטריות. לאחר יבוש הפרי התיבות חולקו ל-4 קבוצות שטופלו כלהלן:

1. בקורת- (ללא פציעה).
2. בקורת- פציעה+ הנחת טיפת מים סטריליים.
3. אילוח בנבגי הפטריה בוטריטיס.
4. אילוח בנבגי קוניאלה.

כל הפרי מטיפולים 2, 3, ו-4 נדקר באמצעות מסמר בקוטר 2 מ"מ לעומק 5 מ"מ ב-3 נקודות בהיקף הפרי ובנקודת הפציעה הונחו 10 מיקרוליטר של מים סטריליים או נבגי בוטריטיס או קוניאלה (6.2×10^5 נבגים למ"לאו 5.9×10^5 נבגים למ"ל, בהתאמה).

הפירות מטיפולים 1 ו-2 לא אולחו כשבפירות מטיפול 2 נערכה פציעה עם מסמר בקוטר 2 מ"מ ולעומק של 5 מ"מ ב-3 נקודות בהיקפו של כל רימון. הפרי בכל תיבה נעטף בשקית LDPE בעובי 40 מיקרון מחוררת

- לשמירה על לחות גבוהה ונשמר למשך 48 שעות במסדרון בטמפרטורה של 20°C להתבססות הפטריה. השקיות הוסרו מכל תיבות הפרי ואלו חולקו ל-2 קבוצות בנות 4 תיבות:
1. בקורת- אחסון בתנאי אוויר רגיל.
 2. חשיפה לאדי התכשיר BioxC - 0.5 מ"ל מהתכשיר אוידו בתדירות דו ימית (כ-3 פעמים בשבוע) בתנאי אוויר רגיל.

התכשיר BioxC הוזלף דרך צינורית לתוך התא ונספג ביריעת בד ממנה התנדף הודות סחרור רציף של האוויר בתא. השפעת אדי השמן האתרי במניעת התפתחות הרקבונות נבדקה על פי קוטר הריקבון ונביגה. הפירות המאולחים בבוטריטיס נבדקו לאחר 5 שבועות כשהפרי נרקב ברובו ולאחר נזרק. רקבונות מקוניאלה שהתפתחו בקצב איטי יחסית לבוטריטיס נבדקו גם לאחר 8 שבועות באחסון ובאותו האופן לאחר שבוע חיי מדף ב- 20°C . בפרי עם אילוח טבעי ובפרי עם פציעה בלבד נרשם הרקבון שהתפתח בעיקר מפניציליום והוערך אינדקס לנביגה על פי חלקו היחסי בפני השטח של הפרי בסקלה מ-0-4 (0-), ללא, 1-0-25%, 25-50%, 4-100%). נביגת הפניציליום (%) (משוקלל) חושבה על פי מכפלת חלקו של הפרי המונבג (%) באינדקס הנביגה וחלוקה ל-4 (לסקלה של 0-100%), כשמעקב זה נערך לאחר 5, 8, 12 ו-16 שבועות באחסון ובכל מועד הועברה תיבה אחת לחיי מדף ונערכה בה הערכה דומה.

איכות חיצונית- הרימונים אוחסנו ללא עטיפה במטרה לאפשר חשיפה מקסימלית לאדי התכשיר וכתוצאה מכך הפרי הצטמק ואיכותו החיצונית נפגמה. לפיכך, לא נבחנה השפעת הטיפול על האיכות החיצונית של הפרי. ניתן לציין שלא נראו הבדלים מהבקורת ולא נראו נזקים פיטוטוקסיים כתוצאה מהתכשיר.

מבחן טעימה- תיבת פרי הבקורת משני התאים שהועברו לשבוע חיי מדף ב- 20°C לאחר 5, 8 ו-12 שבועות אחסון נפרטו ונערך מבחן טעימה משולש (Triangle test) בו נתבקשו הטועמים לזהות 2 דגימות זהות מתוך 3 שהונחו בפניהם וכמו כן, התבקשו הטועמים לציין את הדגימה המועדפת. מובהקות הזיהוי הוגדרה על פי טבלת מובהקות של התקן הבריטי (BS ISO 4120: 2004). מספר הטעימות היה בין 20-30 בכל מועד.

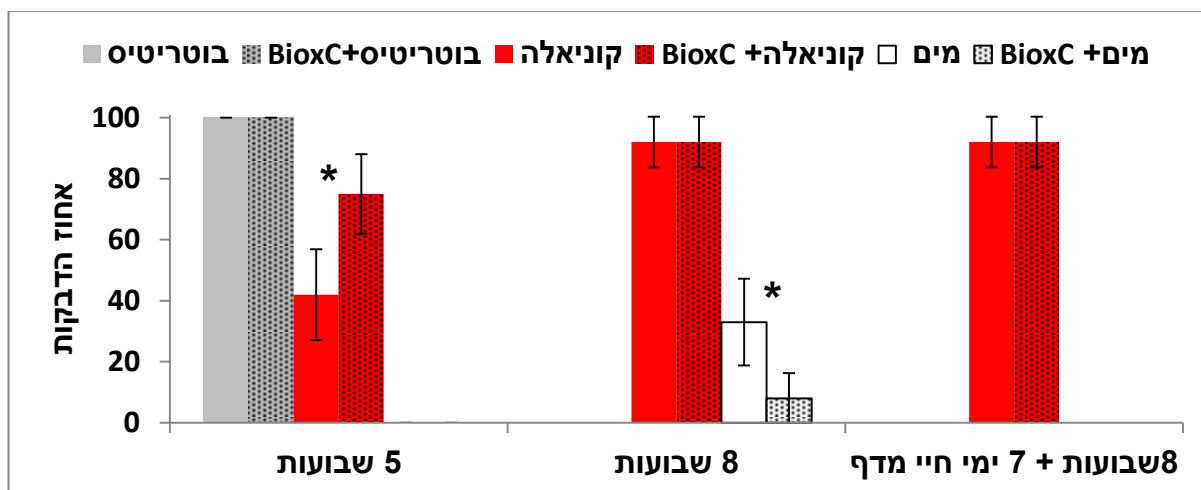
תוצאות ומסקנות

בוטריטיס- הפטריה בוטריטיס התפתחה בכל הפירות שאולחו בנביגה (איור 1), והרקבון הגיע לקוטרו המקסימלי כבר במועד הבדיקה הראשון שהיה כ-5 שבועות באחסון (איור 2).

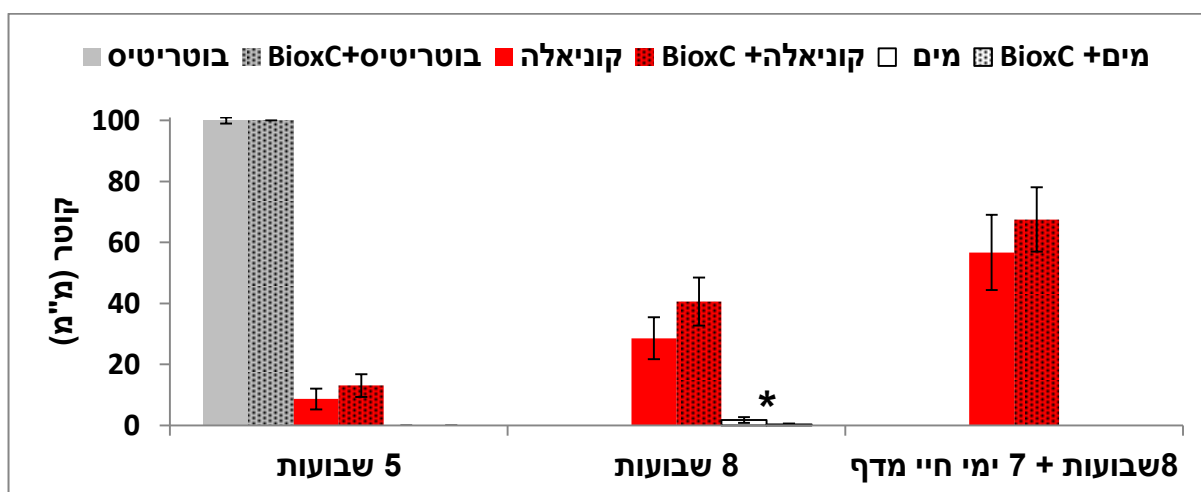
קוניאלה- הפטריה קוניאלה התפתחה בקצב איטי מהבוטריטיס ולאחר 5 שבועות באחסון החשיפה לאדי התכשיר BioxC נמצאה יותר נגיעות בקוניאלה ובמובהק יחסית לבקורת (איור 1), אולם לאחר 8 שבועות באחסון כמעט בכל נקודות האילוח התפתח הרקבון אך ללא השפעה של אדי התכשיר BioxC על קוטרו, וזאת גם לאחר שבוע בחיי מדף (איור 2).

בקורת עם פציעה+ מים- אדי ה-BioxC עיכבו במובהק מקרי רקבון בפרי עם מים בנקודת הפציעה לאחר 8 שבועות אחסון (איור 1), וכמו כן, קוטר הרקבון באותן נקודות היה קטן במובהק (איור 2). הפרי הרקוב נזרק ולא התפתח רקבון נוסף בתום חיי מדף.

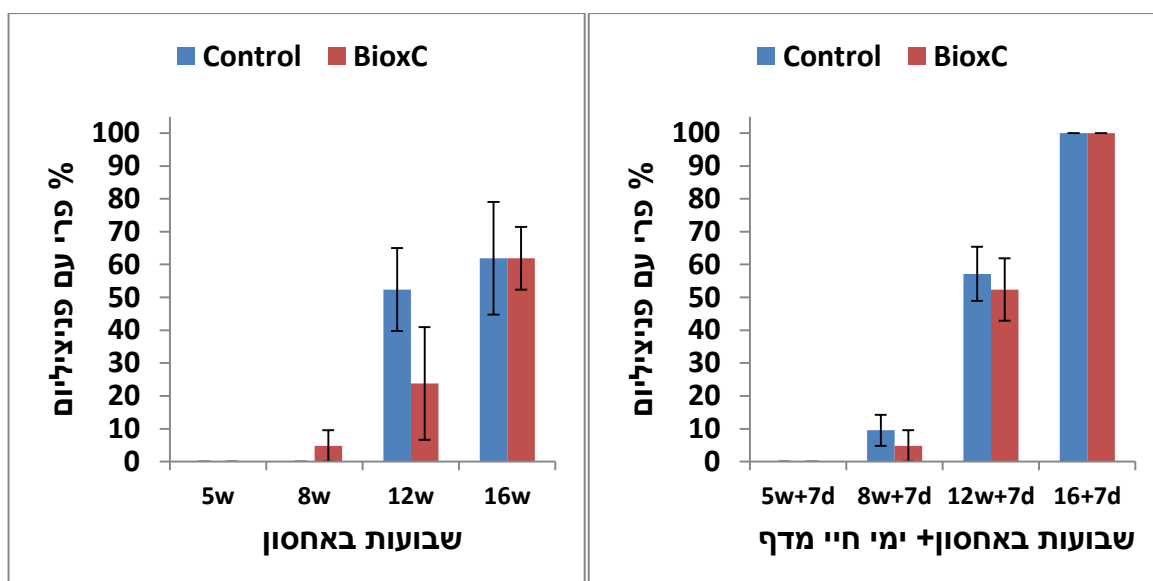
אילוח טבעי- הרקבון העיקרי שנמצא על פני הרימוני הבקורת מאילוח טבעי היה מפניציליום, ולאדי ה-BioxC לא הייתה השפעה מעכבת על התפתחותו (איור 3).



איור 1: אחוז הפירות הרקובים במהלך האחסון בהשפעת החשיפה לאדי התכשיר BioxC, בפרי שאולח בנבגי בوترייטס, קוניאלה או עם אילוח טבעי.
 * - להבדל מובהק בהשפעת ה-BioxC באותו הטיפול ובאותו מועד הבדיקה ($p < 0.05$).



איור 2: קוטר הרקבון במהלך האחסון בהשפעת החשיפה לאדי התכשיר BioxC, בפרי שאולח בנבגי בوترייטס, קוניאלה או עם אילוח טבעי.
 * - להבדל מובהק בהשפעת ה-BioxC באותו הטיפול ובאותו מועד הבדיקה ($p < 0.05$).



איור 3: אחוזי הפרי מאילוח טבעי שנוגע בפניציליום בהשפעת אדי BioxC במהלך אחסון באוויר רגיל.

אתנול ואצטאלדהיד במיץ - לא נמצאו הבדלים באצטאלדהיד ובאתנול בין המיצים שנשחטו מרימוני הבקורת או מאלו שטופלו ב-BioxC לאחר 8 שבועות באחסון + שבוע בחיי מדף (תוצאות לא מוצגות). הערכת טעם הגרגרים- הרימון עלול לצבור טעמי לוואי עקב החשיפה לשמן האתרי במהלך האחסון. במבחן טעימה משולש נתבקשו הטועמים להצביע על 2 דוגמאות זהות מתוך 3 שהוצגו בפניהם במטרה לבחון אם היתה לשמן האתרי השפעה על הטעם. הטועמים הבדילו במובהק בין הדגימות השונות ומכאן שלטיפול היתה השפעה מובהקת על טעם הגרגר. כמו כן, נראה שהשמן האתרי השפיע משמעותית על טעמו של הפרי מכיוון שהטועמים הבחינו בין הדגימות גם לאחר אחסון ממושך מאוד, בשלב בו חלה הדרדרות בטעמו של הפרי במהלכה מתפתחים טעמי לוואי. אולם, כשהטועמים התבקשו לציין את הדגימה שטעמה מועדף עליהם לא נמצא הבדל בהעדפת טעם רימוני הבקורת או המטופלים באדי השמן, מתוך אלו שזיהו נכונה את צמד הדגימות הזהות. כלומר, על אף שהורגשה השפעה של התכשיר הוא לא פגם בטעמו של הפרי.

טבלה 1: מספר הטועמים שהבחינו וכן מספר אלו שלא הבחינו בצמד דגימות זהות במבחן טעימה משולש בתום מועדי אחסון ורמת המובהקות להשפעת הטיפול על הטעם.

מועד הטעימה	דגימות שזיהו	דגימות שלא זיהו	מובהקות (p)
5w+7d	19 (63%)	11 (27%)	0.001
8w+7d	16 (59%)	11 (41%)	0.01
12w+7d	12 (60%)	8 (40%)	0.04

דיון וסיכום

בניסוי זה נבחנו שתי השפעות עיקריות של התכשיר BioxC: האחת, מניעת התפתחותם של רקבונות במהלך האחסון והשנייה השפעתו על טעם הפרי.

חשיפה ממושכת לאדי התכשיר לא עיכבה את התפתחות הרקבונות ברימונים שאולחו בנבגי הפטריות בוטריטיס או קוניאלה וכמו כן לא עוכבו רקבונות מפניציליום שנמצא באופן טבעי על פני הפרי. כפי הנראה, ההדבקה בנבגי הבוטריטיס היתה אגרסיבית יחסית לפרי במצב הבשלה מתקדם והרקבון התפתח במהירות כך שלא ניתן היה להתרשם מהשפעת הטיפול ב-BioxC. ריכוז הנבגים באילוח הפרי הינו גבוה יחסית לריכוזם המצוי באופן טבעי על פני הפרי, ויתכן שבריוזים נמוכים מכך ניתן יהיה להבחין בהשפעת התכשיר. בניסוי שנערך שנה קודם לכן לא נמצאו הבדלים במניעת הרקבונות באמצעות התכשיר BioxC לבין הטיפול המסחרי בסקולר, ובניסוי הנוכחי חסרה בקורת מסחרית לפיה ניתן היה להסיק האם הפרי היה במצב הבשלה מתקדם בו לא ניתן היה למנוע את התפתחות הרקבון, אף באמצעות התכשיר המסחרי.

טעם הפרי הושפע במובהק מהחשיפה לתכשיר על פי מבחני הטעימה, אולם לטועמים לא היתה העדפה כלשהי לטעם הפרי המטופל או לזה של פרי הבקורת ולפיכך לא ניתן לומר שהתכשיר פגע בטעם. בניסוי שנערך בעונה הקודמת חשו הטועמים בטעמי לוואי בפרי המטופל. אנו מעוניינים שהצרכן יהנה מטעמו האופייני של הרימון והשפעה כלשהי על טעמו אינה רצויה.

איכות הפרי נפגמה באופן חמור מכיוון שאינו עטוף, וזאת במטרה לאפשר לאדי התכשיר להגיע באופן מיטבי לפרי. אולם, הפגיעה באיכות כה חמורה שלא ניתן לשווק את הפרי כלל, ולפיכך ראוי בהמשך לבחון את השפעת אדי התכשיר על הפרי כשהוא עטוף, בדומה למקובל במסחר, לשמירה על איכותו המסחרית.

לסיכום, חשיפה ממושכת לאדי התכשיר BioxC לא עיכבה את התפתחות הרקבונות ברימונים שאולחו בנבגי בוטריטיס או קוניאלה וכן לא מנעו התפתחות של רקבונות מפניציליום שהיו על פני הפרי באופן טבעי. כמו כן, לתכשיר היתה השפעה על טעם הפרי אם כי זו לא פגמה בטעמו.

הצעות להמשך המחקר :

לבחון השפעה של חשיפה יחידה לאדי התכשיר BioxC בריכוזים שונים על מניעת רקבונות באחסון, בהנחה שחשיפה כזו תשפיע על התפתחות נבגי הרקבונות ותעכב את התפתחותם באחסון, כשבמקביל לכך לא תהיה השפעה על טעם הפרי. בשיטה זו ניתן יהיה לעטוף את הפרי לאחר החשיפה לאדי התכשיר ולשמור על איכותו החיצונית. אפשרות נוספת היא לבחון את השפעת האידוי על פרי עטוף בשקיות אוויר מתואמת.

לבחון את השפעת חשיפה ממושכת לריכוזים נמוכים של אדי אתנול, שנערך בו שימוש בטבילה למניעת רקבונות בענבי מאכל (Lichter et al., 2002), והינו חומר ידידותי שמיוצר באופן טבעי ע"י פירות.

ספרות

- Wang, C., Zhang, J., Chen, H., Fan, Y., & Shi, Z. (2010). Antifungal activity of eugenol against *Botrytis cinerea*. *Tropical Plant Pathology*, 35(3), 137-143.
- Lichter, A., Zutkhy, Y., Sonego, L., Dvir, O., Kaplunov, T., Sarig, P., & Ben-Arie, R. (2002). Ethanol controls postharvest decay of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3), 301-308.

5. מניעת רקבונות אחסון ברימוני וונדרפול באמצעות טבילה בקוטלי פטריות

רקע

רימונים רגישים להתפתחות רקבונות באחסון כתוצאה מפטריות פתוגניות הפוגעות בפרי כשבעיקריות שבהן ניתן למנות את ה- *Botrytis cinerea* (להלן בוטריטיס) וכמו כן את ה- *Coniella granati* (להלן קוניאלה) שבדדה לראשונה במעבדה בקריית שמונה ושהפגיעה ממנה גוברת בשנים האחרונות. עם הזדקנות הפרי והחלשותו באחסון מבחינים בהתגברות מקרי רקבון כתוצאה מהפטריות *Penicillium sp*. אשתקד ערכנו ניסוי שמטרתו העיקרית היתה למנוע את התפתחות הפטריה קוניאלה ברימונים שאולחו בנבגיה באמצעות מגוון תכשירי הדברה. מהתוצאות נמצא שלתכשיר לונה אקספיריינס (חברת לידור) יש פוטנציאל בהדברת הקוניאלה, וכן לתכשירים המכילים את החומר הפעיל פרוכלורז, בהם ספורטק ואוקטאב (חברת מרחב-אגרו). אך, מכיוון שהדברה באמצעות החומר הפעיל פרוכלורז אינה מורשית לשימוש בשוק האירופאי, הוחלט בניסוי זה לבחון חומרים אחרים בעלי פוטנציאל להדברת שתי הפטריות הבוטריטיס והקוניאלה.

מטרת הניסוי

מניעת רקבונות אחסון, בוטריטיס וקוניאלה, ברימוני וונדרפול באמצעות מגוון חומרי הדברה

חומרים ושיטות

ב-28.10.2014 נאספו ממיכלי קטיף רימוני וונדרפול מחלקת רחלים שבאיילת השחר ל-32 תיבות, 12 פירות לתיבה (פרי=חזרה). בדיקות הבשלה בקטיף כללו בדיקת תכולת כ.מ.מ., חומצה ציטרית ו-pH במיץ שנשחט מ-4 חזרות של 5 פירות. תיבות הפרי חולקו ל-4 טיפולים (קבוצות של 8 תיבות) עבור הטיפולים הבאים:

1. בקורת- אילוח טבעי.
2. אילוח טבעי + פציעה.
3. אילוח בנבגי בוטריטיס.
4. אילוח בנבגי קוניאלה.

הפירות מטיפולים 1 ו-2 נותרו עם המנבג הטבעי כשבפירות מטיפול 2 נערכה פציעה עם מסמר בקוטר 2 מ"מ ולעומק של 5 מ"מ ב-3 נקודות בהיקפו של כל רימון. בטיפולים 3,4 נערך אילוח בהנחת 10 מיקרוליטר של נבגי בוטריטיס (6.2×10^5 נבגים למ"ל) או קוניאלה (5.9×10^5 נבגים למ"ל), בהתאמה. כל תיבה נעטפה בשקית LDPE בעובי 40 מיקרון מחוררת לשמירה על לחות גבוהה והפירות אוחסנו למשך לילה (כ-20 שעות) להתבססות הפטריה. למחרת, תיבת פרי מכל טיפול נטבלה במשך 30 שניות באחד התכשירים, כמפורט בטבלה 1.

טבלה 1: התכשירים בהם נערך שימוש להדברת הרקבונות ברימוני וונדרפול.

שם התכשיר	ריכוז	חומר פעיל	חברה	קיצור
מים- בקורת	-	-	-	Water
סקולר	0.1%	Fludioxonil	כ.צ.ט.	Scholar
לונה אקספיריינס	0.1%	Tebuconazol + Fluopyram	לידור	LunaEx
לונה טרנקיליטי	0.16%	Pyrimethanil + Fluopyram	לידור	LunaTr
סקולר חדש*	0.1%	Fludioxonil	כ.צ.ט.	newScholar
גרין אפ	5%	תערובת חומרים ידידותית	Green life group	GreenUp
אקנטו פלוס	0.1%	picoxistrobin + ciproconazol	מרחב אגרו	AcantoP
מרק בורדו אולטרה	0.25%	Tri Basic Copper Sulphate	רימי להגנה"צ	BordeauxS

*- לסקולר החדש- פרמולציה חדשה עם אותו מינון של חומר פעיל.

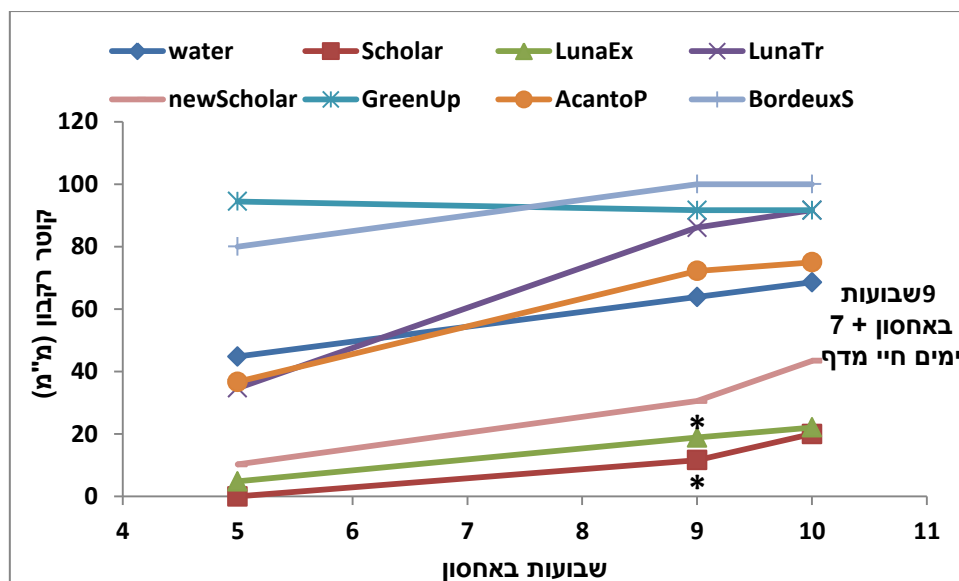
לאחר הטבילה הפרי יובש למשך לילה תוך קירורו ל-7°C במסדרון קר ולמחרת נעטף לשמירה על תנאי לחות גבוהים במהלך האחסון בתנאי אוויר רגיל. השפעת הטיפול על התפתחות הרקבון נבדקה על פי קוטר הריקבון והנביגה בפירות, לאחר 5 ו-9 שבועות באחסון, כשהתפתחות הבוטריטיס נבדקה בנוסף לאחר 9 שבועות+ שבוע חיי מדף ב-20°C. הפרי נזרק והמעקב אחריו נפסק כאשר קוטר הרקבון גדול ונוצר מגע בין 2 נקודות אילוח סמוכות.

בפרי עם אילוח טבעי ובפרי עם פציעה בלבד נרשם הרקבון שהתפתח בעיקר מפניציליום והוערך אינדקס לנביגה על פי חלקו היחסי בפני השטח של הפרי בסקלה מ-0-4 (0- ללא, 1- 0-25%, 2- 25-50%, 3- 50-100%). נביגת הפניציליום (%) משוקלל) חושבה על פי מכפלת חלקו של הפרי המונבג (%) באינדקס הנביגה וחלוקה ל-4 (לסקלה של 0-100%). מעקב זה נמשך בפרי גם לאחר 13 ו-18 שבועות באחסון.

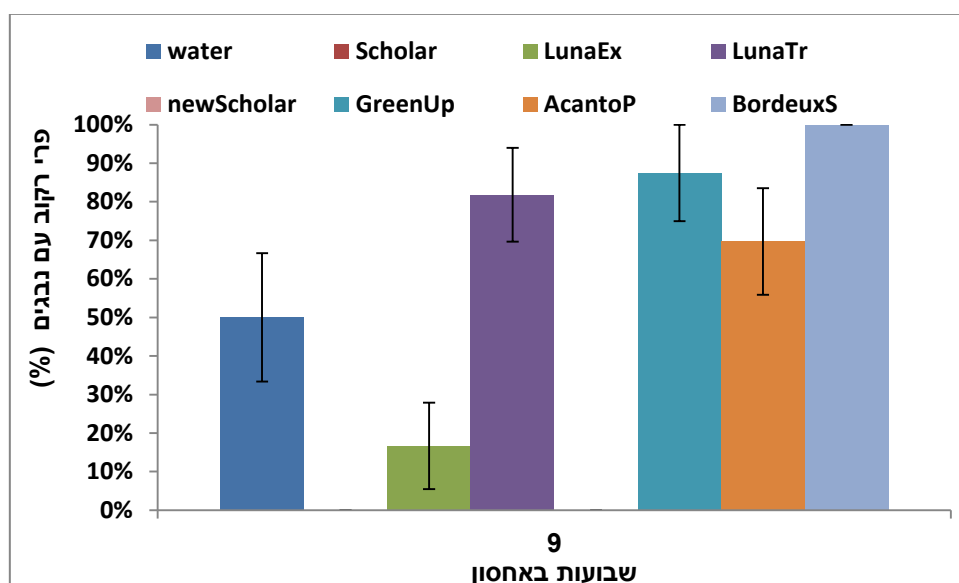
תוצאות ומסקנות

מניעת רקבונות בוטריטיס באמצעות חומרי הדברה :

האילוח באמצעות נבגי הבוטריטיס היה מוצלח כך שבפרי הבקורת, שנטבל במים בלבד, קוטר הרקבונות מבוטריטיס הגיע לכ-60 מ"מ לאחר 9 שבועות באחסון (איור 1). התכשירים סקולר ולונה אקספיריינס עיכבו במובהק את התפשטות הרקבון וקוטרו לאחר 9 שבועות לא עלה על 20 מ"מ, כשבחיי מדף נשמרה מגמה דומה. גם הסקולר בפרמולציה החדשה עיכב במידה רבה את הבוטריטיס, ולעומת זאת הטבילה בחומרים לונה טרנקיליטי, גרין אפ ומרק בורדו סופר עודדו את התפשטות כתם הבוטריטיס. נביגה בפירות הרקובים עוכבה ביעילות ע"י הסקולר, הסקולר החדש והלונה אקספיריינס, בעוד שבפירות מיתר הטיפולים היתה אף הגברה של הנביגה (איור 2).



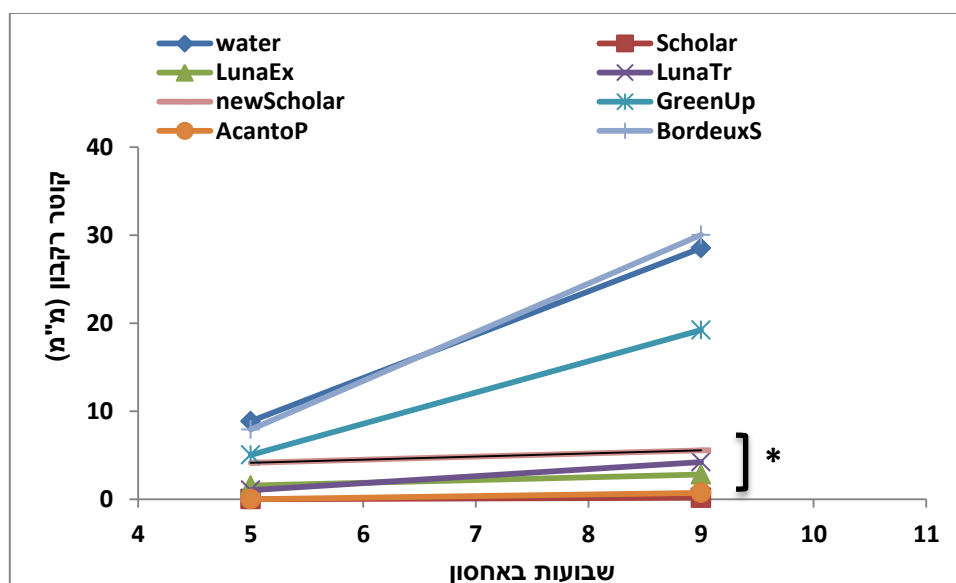
איור 1: השינוי בקוטר הרקבון מנבגי בוטריטיס בהשפעת טבילה בחומרי הדברה במהלך 9 שבועות אחסון ולאחר שבוע חיי מדף ב-20°C.



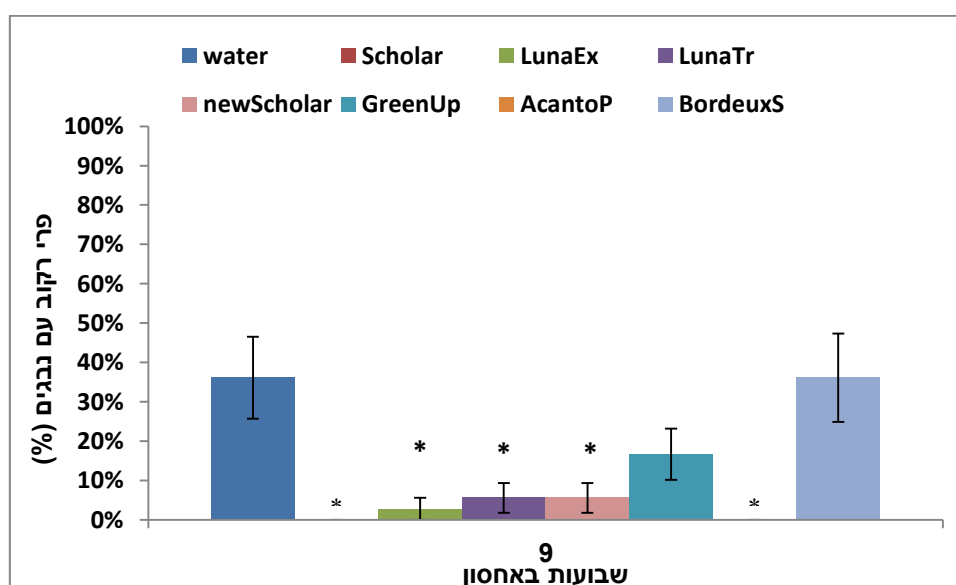
איור 2: שיעור הרימונים הרקובים עם נבגים בפירות שאולחו מנבגי בוטריטיס בהשפעת חומרי הדברה בתום 9 שבועות אחסון.

מניעת רקבונות קוניאלה באמצעות חומרי הדברה:

התפתחות רקבונות כתוצאה מהדבקה מנבגי הקוניאלה היתה איטית, יחסית להדבקה מנבגי הבוטריטיס, ובבקורת הגיעה לקוטר של כ-30 מ"מ לאחר 9 שבועות אחסון (איור 3). כתם הרקבון נותר קטן מ-10 מ"מ הודות לעיכוב התפשטותו ע"י מרבית החומרים בהם הסקולר והסקולר החדש, לונה טרנקיליטי ולונה אקספיריינס, וכן אקנטו פלוס, בעוד שהגרין אפ עיכב באופן חלקי בלבד (כ-20 מ"מ) והמרק בורדו סופר כלל לא השפיע. כמו כן, הנביגה עוכבה במובהק בפירות הרקובים ע"י אותם חומרי הדברה שערכו את התפתחות הרקבון (איור 4).



איור 3: השינוי בקוטר הרקבון שנגרם מאילוח בנבגי קוניאלה בהשפעת חומרי הדברה במהלך 9 שבועות אחסון.



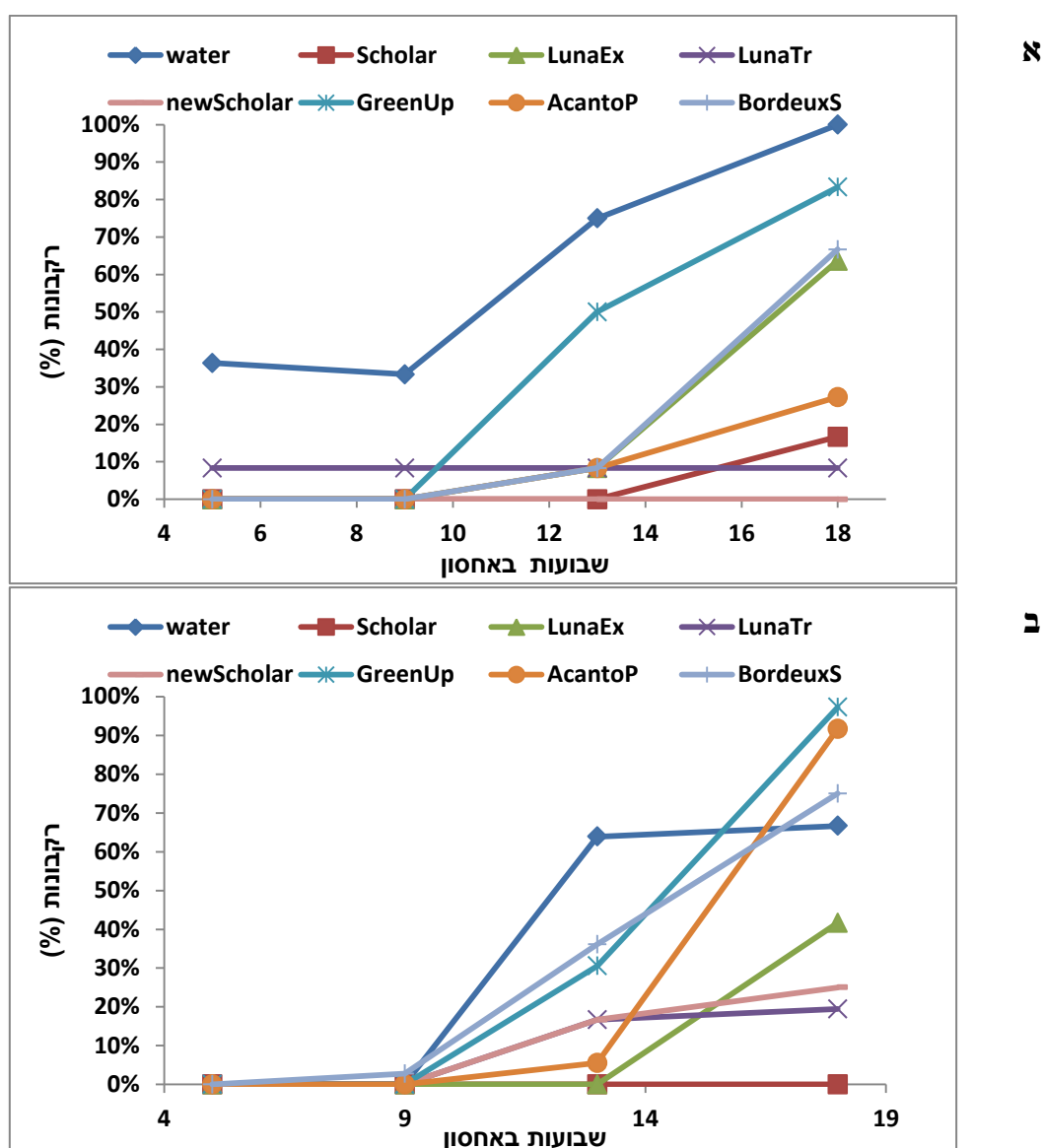
איור 4: שיעור הרימונים עם נבגים ברקבונות שאולחו בנבגי קוניאלה בהשפעת חומרי הדברה בתום 9 שבועות אחסון.

מניעת רקבונות מאילוח טבעי או פציעה בלבד באמצעות חומרי הדברה :

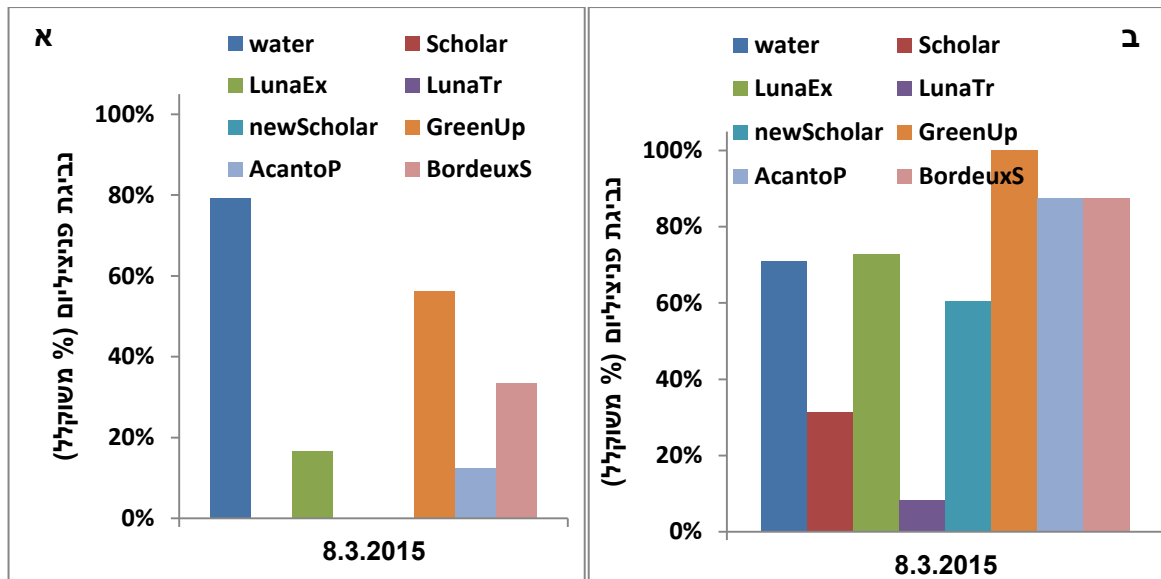
הפטריה פניציליום היתה גורם הרקבון העיקרי על פני פירות עם אילוח טבעי שנטבלו בתכשירים השונים, וזו עוכבה ביעילות ע"י כל החומרים עד ל-9 שבועות באחסון שהינו משך הזמן האחסון המקובל לרימונים באוויר רגיל (איור 5א). בהארכת האחסון ל-18 שבועות נמצא רקבון בשיעורים של עד ל-25% מהפרי שנטבל בסקולר ובסקולר החדש, בלונה טרנקיליטי, ובאקנטו פלוס, וכמו כן נביגת הפניציליום עוכבה

ביעילות ע"י אותם החומרים כשהשפעת התכשירים לונה אקספיריינס ואקנטו פלוס נמצאו נבגים בפחות מ-20% מהפירות (איור 6א, תמונה 1).

בפרי עם אילוח טבעי, שנדקר לעידוד התפתחות הרקבון, עיכבו מרבית החומרים את התפתחות הפניציליום עד ל-9 שבועות אחסון, אך לאחר 18 שבועות הרקבון נמצא בפחות מ- 25% מהפירות שטופלו בסקולר, בסקולר החדש ובלונה טרנקיליטי (איור 6ב), וכן נביגת הפניציליום באותם התכשירים עוכבה בפחות מ-20% מהפירות (איור 6ב).



איור 5: שיעור הנגיעות בפניציליום בפרי עם אילוח טבעי (א) או בפרי פצוע עם אילוח טבעי (ב) בהשפעת חומרי הדברה במהלך 18 שבועות אחסון ב-7°C.



איור 6: נביגת פניציליום (%) (משוקלל) בפרי עם אילוח טבעי (א) או בפרי פצוע עם אילוח טבעי (ב) בהשפעת חומרי הדברה, בתום 18 שבועות אחסון ב-7°C (ב-8.3.15).

דיון וסיכום

התפתחות רקבונות במהלך אחסון רימונים הוא בין הגורמים המרכזיים לפגיעה כלכלית ברווחיות הענף. הפטריות בוטריטיס וקוניאלה הן בין גורמי הרקבון העיקריים ברימון ובניסוי זה נבחנה הדברתן בזן 'וונדרפול' באמצעות טבילה בחומרי הדברה שונים. התכשיר סקולר בשתי הפורמולציות (ישנה וחדשה), בהן החומר הפעיל הוא פלודיאוקסוניל, עיכב ביעילות רבה את שתי הפטריות במהלך 9 שבועות אחסון. וכמו כן את נביגת הפטריות. בנוסף לכך, תכשירי הסקולר עיכבו התפתחות ונביגה של פניציליום על פני הפרי המזדקן לאורך 18 שבועות, משך זמן הכפול מהמקובל באחסון רימון בתנאי RA. בדומה מאוד לסקולר, התכשיר לונה אקספיריינס, בו החומרים הפעילים הם Fluopyram ו-Tebuconazole היה יעיל כנגד שתי הפטריות, ותוצאה זו דומה ממצאי השנה הראשונה בה עיכב תכשיר זה ביעילות את התפתחות הקוניאלה. מאידך, הסקולר שלא השפיע על הקוניאלה אשתקד היה היעיל ביותר השנה בעיכובה ולפיכך ראוי לחזור ולבחון את השפעתו. רקבון כתוצאה מפניציליום התפתח בפרי עם אילוח טבעי ושלוש התכשירים (סקולר בשתי הפורמולציות ולונה אקספיריינס) עיכבו ביעילות את התפתחותו ואת הנביגה במהלך 12 שבועות האחסון ואילו הסקולר אף עיכב למשך 18 שבועות באחסון.

לסיכום, התכשירים סקולר (בשתי הפורמולציות) ולונה טרנקיליטי עיכבו ביעילות רבה את התפתחות רקבונות האחסון ברימוני וונדרפול שאולחו בפטריות בוטריטיס וקוניאלה. כמו כן, תכשירים אלו היו יעילים בעיכוב הרקבון כתוצאה מפניציליום שמקורו באילוח טבעי על פני הפרי. לפיכך, לתכשירים אלו פוטנציאל לבהדברת רקבונות באחסון של רימונים.

תודות

על עזרתכם ומעורבותכם בניסוי: אייל כרמי- מטע איילת השחר, טל וולף ורם עין גל- קירור גליל, ליאור הדס, אופיר נאות ורחלי יצחקי- חברת לידור, עופר לוי ושלמה גלידאי- חברת מרחב אגרו, חוזי ודורון באום- חברת כ.צ.ט., יוסי שטרן- חברת רימי להגנה"צ, אבי פריצגר- גרין לייף גרופ.

בקורת	סקולר חדש (0.1%)
	
סקולר (0.1%)	גרין אפ (5%)
	
לונה אקספיריינס (0.1%)	אקנטו פלוס (0.1%)
	
לונה טרנקיליטי (0.16%)	מרק בורדו סופר
	

תמונה 1: מראה הפירות מאילוח טבעי בתום 18 שבועות אחסון.