

ניסויים באחסון תפוח

דוח ניסויים לעונת 2015

צוות המעבדה: דני גמרסני, טלי גולדברג, אוהד נריה, לילך שיפמן,
אלה צבילינג, היבא איברהים, לילך ברקוביץ,
רון שפיר, הראל אגרא ורות בן-אריה

דצמבר 2016

תקצירים

1. בחינת מדדי קטיף לתפוח פינק לידי.

במעקב אחר התקדמות הבשלת תפוחי פינק לידי, שנערך בשני מטעים מאזורי גידול שונים (סאסא במרום הגליל וכין זיוון ברמת הגולן), החל מראשית אוקטובר עד לסוף נובמבר, התברר שקיים הבדל מובהק בין שני המטעים מבחינת הפיזיולוגיה של הפרי בכל מועדי הדיגום. למרות שקצב התקדמות ההבשלה היה דומה בשני המטעים, התהליך התחיל מאוחר יותר בעין זיוון, כנראה בעיקר בגין השפעת תנאי הסביבה האקלימיים. לפיכך, הפרי מסאסא הגיע לנקודת המינימום הקלימקטרי (הנחשב כמועד אופטימלי עבור קטיף פרי המיועד לאחסון) סביב ה-20/10, חודש ימים לפני הפרי מעין זיוון, סביב ה-20/11. הדבר התבטא בכושר השתמרות הפרי באחסון, שהיה במובהק טוב יותר בפרי של עין זיוון בהשוואה לפרי מסאסא. בשני מועדי הקטיף בסאסא הפרי היה כבר מעבר למינימום הקלימקטרי, אך עדיין ניתן היה להבחין ביתרון מסוים בכושר השתמרות הפרי מהקטיף המוקדם יותר, שנפגע פחות מריקבון מאשר הפרי מהקטיף המאוחר – כמחצית. לעומת זאת, הפרי בשני מועדי הקטיף בעין זיוון היה לפני המינימום הקלימקטרי והוא נשמר היטב באחסון, ללא הבדל משמעותי ביניהם, למרות ששיעור הריקבון הנמוך מאוד היה גם כן כפול בקטיף השני לעומת הראשון. מאחר שלא התפתח צירבון כלל לא ניתן לראות יתרון ממשי לטיפול בסמארט-פרש. שינוי גוון בקליפת הפרי, שהוגבר ע"י טיפול זה בפרי מסאסא מזכיר את תגובת תפוחי זהוב לטיפול והצורך בהגדרת תנאי טיפול מיוחדים עבור זן זה וראוי להקדיש לכך תשומת לב בעתיד.

לאור כל זאת, המדד היחיד בעת הקטיף שהעיד על כושר השתמרות הפרי באחסון היה המינימום הקלימקטרי, אותו לא ניתן היה לקשור לאף אחד ממדדי ההבשלה האחרים שנמדדו.

2. התאמת תנאי אחסון של הזן 'גרני סמית' באוויר מבוקר לטיפול ב-1-MCP לאחר הקטיף.

בשנת הניסויים הנוכחית נבחנו השפעותיהם של גורמי אחסון בהתאם לשנות הניסויים הקודמות: טמפרטורת האחסון היתה 3°C (במקום 4°C) ורמת ה- CO_2 הופחתה ל-1% (במקום 2%). שינויים אלו היטיבו עם איכות הפרי ובמיוחד נמנעה הופעתם של נזקים הקשורים ל- CO_2 כגון נזקי CO_2 חיצוניים שהופיעו כצריבה על קליפת הפרי ונזקי CO_2 פנימיים שנראו כחללים שחומים בציפת הפרי. גם בשנה זו הטיפול ב-1-MCP היטיב עם איכותם החיצונית של התפוחים הודות למניעת הצרבון וללא הבדלים בהשפעת ריכוזי ה- CO_2 , בעוד שבתפוחי הבקורת הפגיעה מצרבון היתה חמורה מאוד ובמיוחד לאחר 9 חודשי אחסון. נזקים שנראו בעבר כגון נקודות שחורות על הקליפה או צריבה (נזק CO_2 חיצוני) כמעט שלא נמצאו ומנתוני השנה הזו עולה שיתכן ונזק זה מושפע ממקור הפרי ויתכן שפרי מרמת הגולן עלול להיות יותר רגיש לפגם זה ויש להתחשב בכך בעת קבלת החלטות על אחסון הפרי. האיכות הפנימית של התפוחים נפגמה בעיקר מהשחמת הציפה שעד ל-7 חודשי אחסון כמעט ולא נראתה, אך אחוזה היו גבוהים בתום 9 חודשי אחסון עם נטיה להחמרה בפרי שטופל ב-1-MCP, בחלק מתנאי האחסון.

לסיכום, התנאים בהם התקבלו האחוזה הגבוהים ביותר עם איכות חיצונית תקינה ועם איכות פנימית טובה היו לפרי שטופל ב-1-MCP ואוחסן בטמפרטורה של 0°C עם $1\%\text{CO}_2$. בדומה לכך, איכות טובה מאוד נמצאה לתפוחים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו בטמפרטורה של 3°C עם $0.5\%\text{CO}_2$. בתנאים אלו ניתן יהיה להשיג פרי שטופל ב-1-MCP באיכות טובה.

3. השפעת ריסוסי בלאש ואלפאנוול לשיפור צבע ומניעת נשירה על כושר האחסון של תפוחי

סטרקינג

בניסוי זה שנערך להגברת צבעם האדום של תפוחי סטרקינג בעזרת ריסוסי מטע במתיל ג'יסמונאט (התכשיר 'בלאש') לקראת קטיף הפרי, לא נמצאה השפעה כלשהי של הטיפולים, שכללו גם את הטיפול המסחרי המקובל למניעת נשירה טרום קטיפת באלפאנוול, הן על צבע הפרי והן על מצב ההבשלה של הפרי בעת הקטיף. מאחר שהפרי היה צבעוני למדי בעת הקטיף, יתכן שלא היה מקום להגברת הצבע במקרה זה. אולם, העדר השפעה מובהקת על מצב הבשלת הפרי בעת הקטיף ועל נשימת הפרי וייצור האתילן מצביע על כך שלריסוסים לא הייתה השפעה פיזיולוגית ולכן גם לא ניתן היה להבחין בהשפעה משמעותית על כושר השתמרות הפרי באחסון. ממצא אחד שהיה ראוי לציון, הוא ההבדל המובהק בשיעורי הריקבון בפרי שרוסס בבלאש לעומת פרי שרוסס באלפאנוול, לאור השפעתו הידועה של המתיל ג'יסמונאט בהגברת עמידות הצמח בפני התפתחות פתוגנים. עם זאת, לא נמצא הבדל בין הטיפול לביקורת הן בריקבון החיצוני והן בריקבון הפנימי המתחיל במטע. בחינת נשירת הפרי בהשפעת הטיפולים נבחנה ע"י פרופ' רפי שטרן ומדווחת בנפרד.

תוכן העניינים

מס"ד	שם הניסוי	עמודים
1	בחינת מדדי קטיף לתפוח פינק ליידי	5-10
2	התאמת תנאי אחסון של הזן 'גרני סמית' באוויר מבוקר לטיפולים בתכשיר סמרטרש (1-MCP) לאחר הקטיף.	11-21
3	השפעת ריסוסי בלאש ואלפאנול לשיפור צבע ומניעת נשירה על כושר האחסון של תפוחי סטרקינג	22-26

תודות

למגדלי האגסים ואנשי השטח:

למגדלי התפוחים מהמטעים הבאים על אספקת הפרי: שי גולני ממלכיה, מאוריזיו מסאסא, יוני ממנרה, עמי מאורטל, אלכס מעין זיוון, גבי וג'ניה ממרום גולן.

אייל יונאי ואריה פלג מתאגיד "בראשית" על העזרה והתיאומים לאספקת הפרי.

ישראל דורון – ממ"ר תפוח.

לרפי שטרן ומשה עגיב- מו"פ צפון.

לאנשי בתי הקירור:

טל וולף ורם עין גל מ"קירור גליל".

לאנשי חברות:

יוסי שטרן ומשה יפה- חברת רימי להגנה"צ על אספקת והטיפול ב-1-MCP.

לשולחן תפוח - מועצת הצמחים על מימון ניסויים.

1. בחינת מדדי קטיף לתפוח פינק לידי

רקע

קטיף תפוחים מהזן פינק לידי נערך בד"כ בתחילת חודש נובמבר כיוון שבתנאי האקלים בישראל צבירת הגוון האדום בקליפת הפרי מאוחרת ולכן החקלאים ממתינים עד להאדמתו. אולם, עקב דחיית הקטיף הפרי בשל יחסית וכתוצאה מכך כושר השתמרותו באחסון פוחת. בשנים האחרונות מקובל לטפל בתפוחי הפינק לידי בתכשיר סמרטרש שמעכב את פעולת האתילן, הורמון ההבשלה. יישום של תכשיר זה שומר על קשיותו של הפרי, פציחותו וטעמו הטוב ואף יכול לעכב את התפתחות הצרבון. יישום של תכשיר זה נערך בחלון זמן בו השפעתו על הפרי תהיה יעילה ותשיג את התוצאות הרצויות, אך כיום קטיף הפרי נערך בשלבים מתקדמים של ההבשלה וראוי לבחון מיהם מדדי ההבשלה לפיהם ניתן יהיה להגדיר את המצב בו לתכשיר יש את ההשפעה הרצויה. בנוסף לכך, רצוי לנסות ולחזות את מועד הקטיף של הפרי כך שיתאים לאחסון ממושך ולכן נחוץ איסוף נתונים רב שנתי כדי לבסס מודל מהימן למטרה זו.

מטרות הניסוי הן:

1. הערכה מחודשת של המדדים לקטיף תפוחי פינק לידי, לאור אימוץ הטיפול בסמארט-פרש (1-MCP) בפרי המיועד לאחסון ארוך של 8 חודשים.
2. איסוף נתונים רב-שנתי של מדדי הקטיף לקראת בניית מודל לחיזוי מועד הקטיף המיטבי עבור זן זה בתנאי אחסון שונים.

שיטות וחומרים

הפרי נדגם משני מטעים בשני איזורי גידול – סאסא במרום הגליל ועין זיוון ברמת הגולן. בראשית אוקטובר (השבוע ה-33) סומנו בכל מטע 6 חזרות (בלוקים) בנות 3 עצים באחת משורות המטע.

קצב הבשלת הפרי: מדגמים בני 16 פירות נקטפו מכל חזרה בשבעת המועדים הבאים:

8/10, 18/10, 25/10, 1/11, 8/11, 15/11 ו-22/11. (הדיגום האחרון בוצע רק במטע עין זיוון, מאחר שלא נותר פרי על העצים בסאסא). בדיקות קטיף נערכו ב-8 פירות מכל מדגם כלהלן: משקל ממוצע, הערכת אחוז הכיסוי האדום בקליפת הפרי, צבע ירוק ואדום בקליפת הפרי במד צבע מינולטה CR-400, מדד כלורופיל בקליפה במכשיר DA, מוצקות בשיטה לא הרסנית במכשיר סינקלייר, קושיות בפנטרומטר, מדד פירוק עמילן, אחוז חומר יבש ע"י ייבוש בתנור, תכולת הכ.מ.מ. והחומצה במיץ הסחוט. שמונת הפירות הנותרים שימשו למעקב יומי אחר רמת הנשימה וייצור האתילן, שנבדקו בעזרת כרומטוגרפיה גזית ע"י כליאת כל מדגם בכלי בנפח 5.5 ליטר במשך שעה מדי יום עד לדיגום הבא לערך.

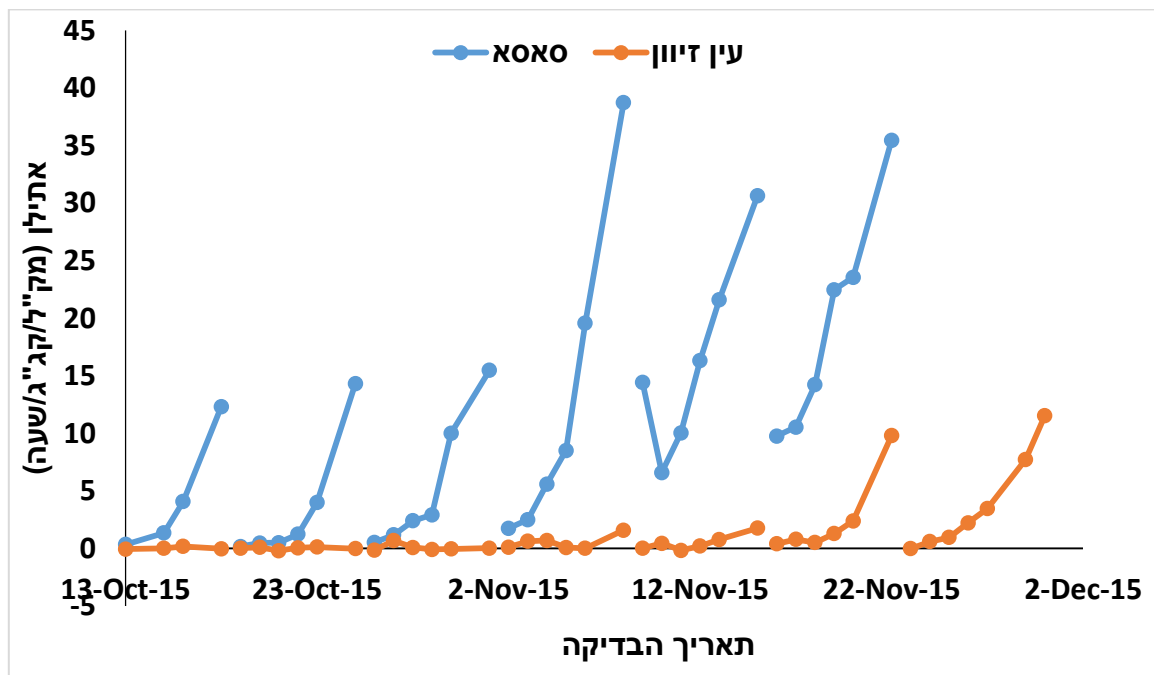
כושר השתמרות הפרי באחסון: לאחסון נקטף פרי בשניים ממועדי הדיגום, 25/10 ו-8/11, שצינו את תחילת וסיום הקטיף המסחרי. בכל מועד נקטפו 2 תיבות פרי (כ-40 פירות) מכל חזרה, שקוררו ביום הקטיף ל- 0°C . למחרת, תיבה אחת מכל חזרה טופלה ב-0.6 ח"מ 1-MCP במשך 24 שעות. בתום הטיפול כל הפרי אוחסן באוויר מבוקר של 1.5% חמצן ו-2% פד"ח למשך 8 חודשים. איכות הפרי החיצונית נבדקה בעת ההוצאה מקירור ובמדגם של 10 פירות תקינים נבדקו מוצקות וקשיות הפרי, תכולת הכ.מ.מ. והחומצה ומצבו הפנימי של הפרי. שאר הפירות הועברו לתנאי חיי מדף למשך שבועיים, כשבסיומם נערכו שוב אותן בדיקות כמו בהוצאה מקירור. בדיקות נשימת הפרי וייצור האתילן יומיות נערכו למחרת ההוצאה מקירור עד לעלייה הקלימקטרית.

סטטיסטיקה: השפעות מועדי הקטיף והשילוב בין מועד הקטיף לטיפול MCP נבדקו במבחן שונויות ומבחן פוסט-הוק (Duncan $P < 0.05$). ההבדלים בין המטעים נבדקו במבחן t.

תוצאות ודיון

קצב הבשלת הפרי

מעקב אחר ייצור האתילן ע"י הפרי במשך כשבוע ימים לאחר כל דיגום הצביע כבר באמצע אוקטובר על הבדל בולט בין שני המטעים (איור 1). בעוד הפרי מסאסא היה קרוב לעלייה הקלימקטרית בדיגום הראשון והגיע למינימום הקלימקטרי בדיגום השלישי (25/10/15), הפרי מעין זיוון הגיע למינימום רק בדיגום האחרון (22/11/15).

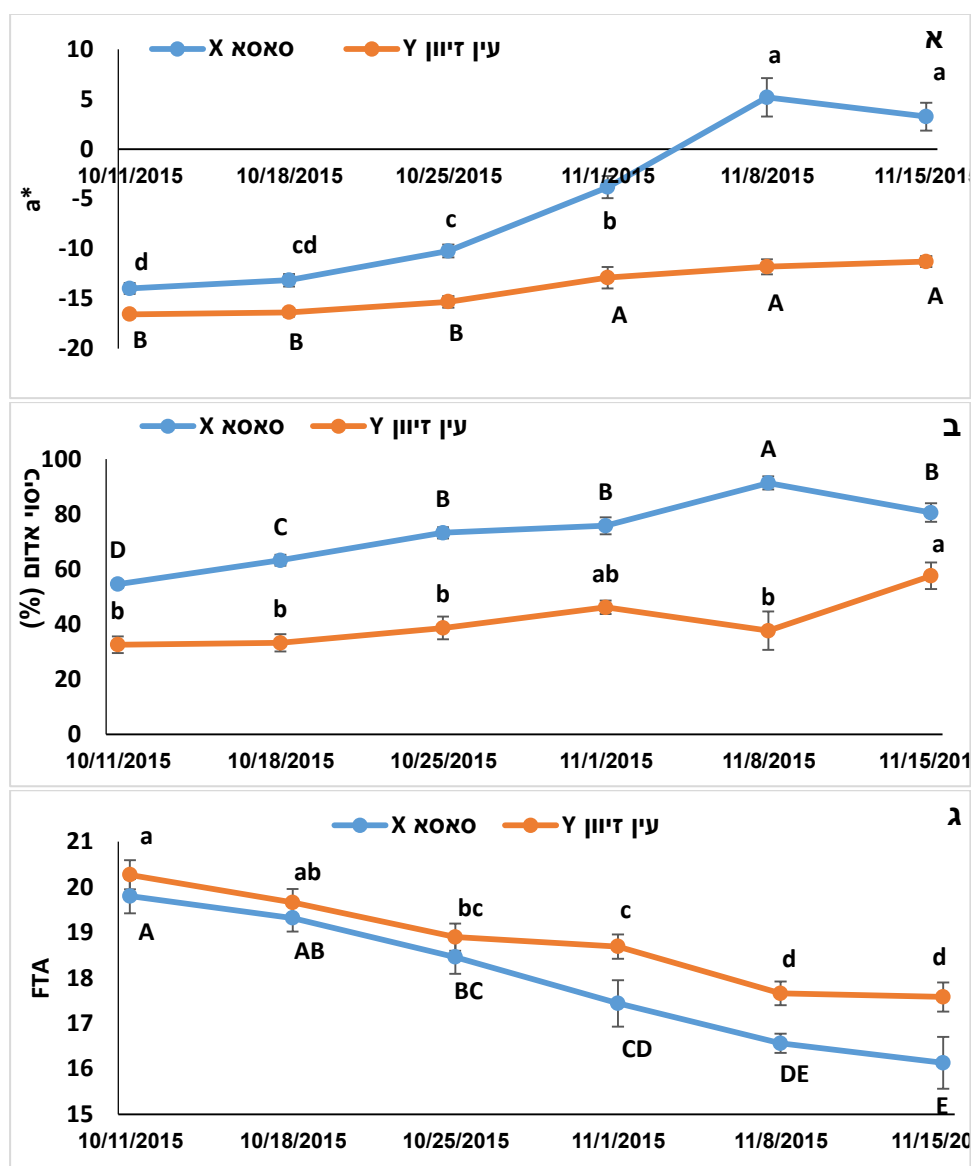


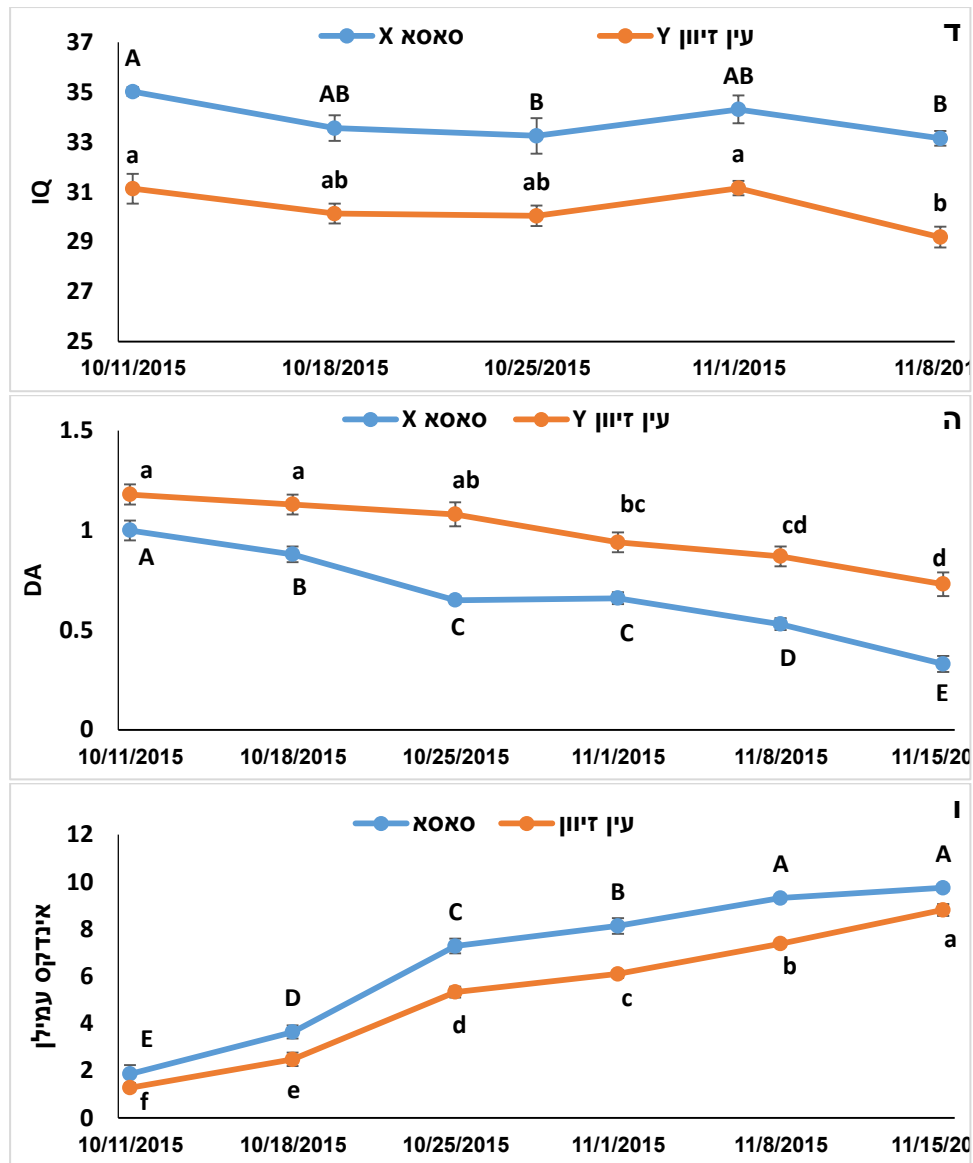
איור 1. ייצור אתילן ע"י תפוחי פינק ליידי ממטעי סאסא ועין זיוון עם התקדמות הבשלת הפרי, בעת הדיגום ובמשך 5-7 ימים ב-20°C לאחר קטיף הפרי.

מדדי הקטיף האחרים גם כן הצביעו על הבדל מהותי בין המטעים במצב הבשלת הפרי בכל מועד דיגום (איור 2). בשניהם חלה התקדמות מתמדת לאורך עונת הקטיף ברוב המדדים, למעט שני מדדים לא הרסניים – הכיסוי האדום והמוצקות האלסטיות. אמנם בשני מדדים אלה נמצאו הבדלים מובהקים בין הדיגום הראשון והאחרון בשני המטעים, אבל השינויים לאורך עונת ההבשלה לא היו עקביים או משמעותיים. בשאר המדדים נמצאו הבדלים מובהקים בין הדיגום הראשון לשלישי ובין השלישי לחמישי, כך שנתקבל הבדל מובהק במצב הבשלת הפרי בין מועד הקטיף הראשון (25/10/16) לבין מועד הקטיף השני (8/11/16), של פרי לאחסון מכל מטע וזאת בנוסף להבדל המובהק בין המטעים. לפיכך, התאפשר בניסוי זה להעריך את השפעת מצב הבשלת הפרי בעת הקטיף על כושר השתמרותו באחסון.

כּוּשֵׁר הַשְׁתַּמְרוֹת הַפְּרִי בֶּאֱחִסּוֹן

בתקופת האחסון הופיעו שלושה פגמים, שהושפעו ע"י שלושת הגורמים שנבדקו – המטע, מועד הקטיף והטיפול ב-MCP-1. הפגמים היו: שינוי צבע הקליפה, ריקבון והשחמת הציפה. שינוי גוון בקליפת הפרי נצפה בעת הוצאת הפרי מקירור ולא הוסיף להתפתח בחיי מדף (איור 2א). לא ברור ממה הוא נבע אך לרוב הוא הוגבר ע"י הטיפול בסמארט-פרש. בפרי מהקטיף המאוחר בעין זיוון שיעור הפגיעה היה נמוך ולא הושפע ע"י הטיפול. הריקבון פגע קשה בפרי מסאסא, במיוחד בקטיף המאוחר, ללא השפעה של סמארט-פרש (איור 2ב). גם השחמת ציפת הפרי הופיעה יותר בפרי מסאסא מאשר בפרי מעין זיוון, ללא הבדלים בין מועדי הקטיף וללא השפעה של הטיפול בסמארט-פרש (איור 2ג). אך הפרי מהקטיף המאוחר בעין זיוון לא נפגע כלל בפגם זה.





איור 2. השינויים במדדי ההבשלה של תפוחי פינק ליידי ממטעי סאסא ועין זיוון עם התקדמות הבשלת הפרי: א. צבע הרקע הירוק של הפרי לפי מדד a^* במד צבע מינולטה

ב. אחוז הכיסוי של הלחי האדומה.

ג. קשיות הפרי בפנטרומטר FTA (לבי"כ)

ד. מוצקות אלסטית במכשיר סינקלייר

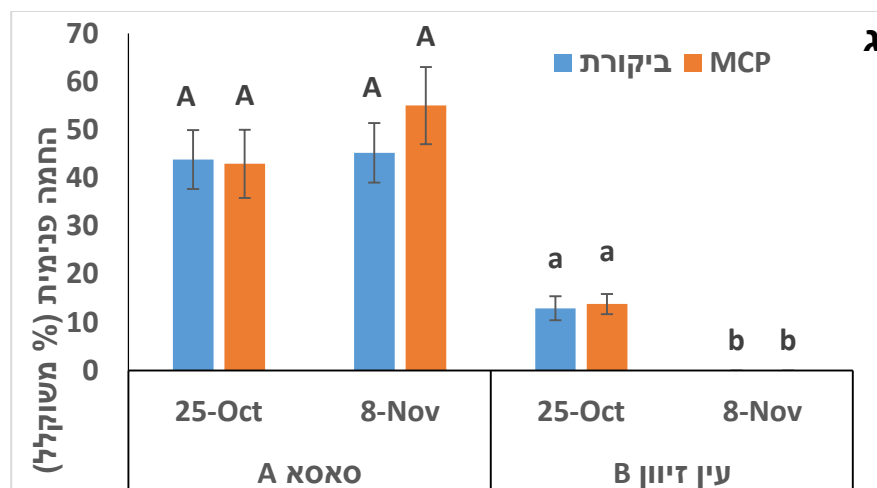
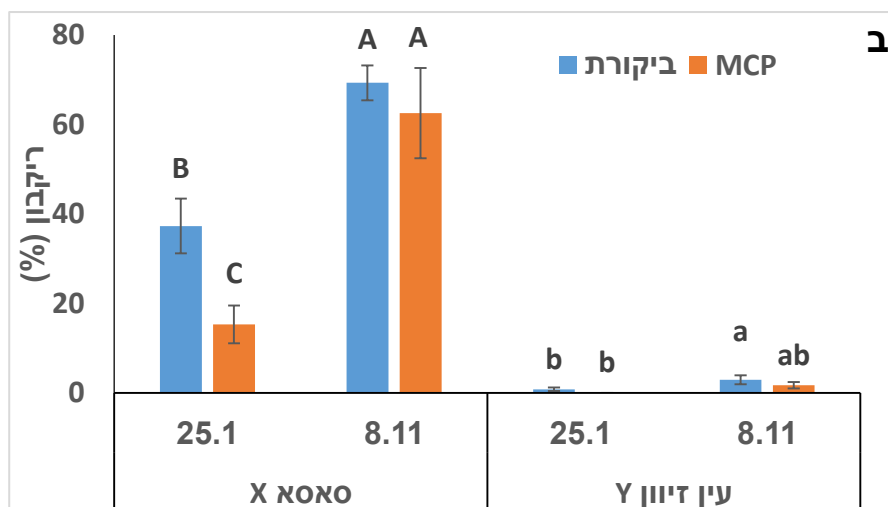
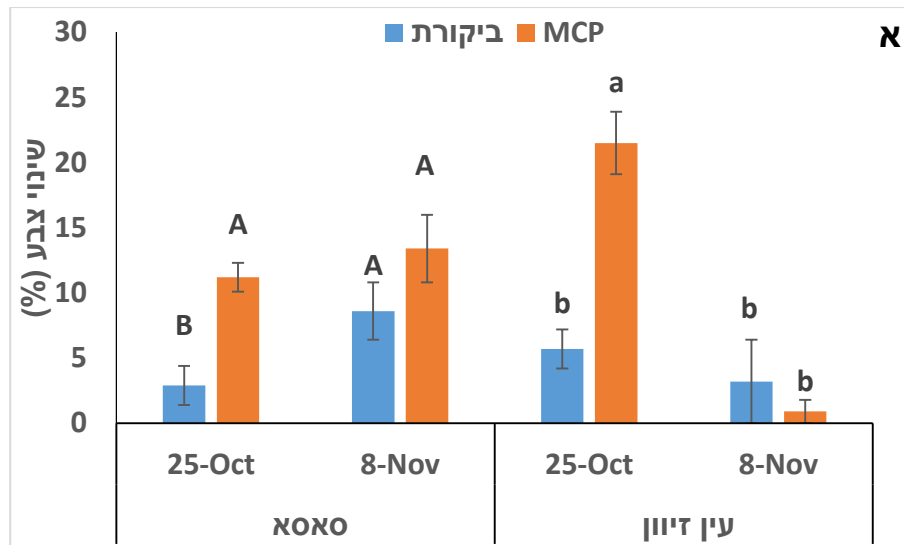
ה. מדד לתכולת הכלורופיל בקליפת הפרי במכשיר DA

ו. מדד לפירוק העמילן בציפת הפרי

a-f אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין מועדי הדיגום בעין זיוון.

A-E אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בין מועדי הדיגום בסאסא.

X-Y מציינות הבדלים מובהקים בין המטעים עבור סך כל המדידות.



איור 3. איכות תפוחי פינק ליידי משני מועדי קטיף במטעי סאסא ועין זיוון לאחר אחסון: א. אחוז הפירות עם שינוי צבע קליפת הפרי. ב. אחוז הפירות עם ריקבון חיצוני. ג. אחוז משוקלל של השחמת ציפת הפרי.

a-b, A-C אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בכל מטע בנפרד. X-Y מציינות הבדלים מובהקים בין המטעים עבור סך כל הדגימות.

סיכום ומסקנות

במעקב אחר התקדמות הבשלת תפוחי פינק ליידי, שנערך בשני מטעים מאזורי גידול שונים (סאסא במרום הגליל וכין זיוון ברמת הגולן), החל מראשית אוקטובר עד לסוף נובמבר, התברר שקיים הבדל מובהק בין שני המטעים מבחינת הפיזיולוגיה של הפרי בכל מועדי הדיגום. למרות שקצב התקדמות ההבשלה היה דומה בשני המטעים, התהליך התחיל מאוחר יותר בעין זיוון, כנראה בעיקר בגין השפעת תנאי הסביבה האקלימיים. לפיכך, הפרי מסאסא הגיע לנקודת המינימום הקלימקטרי (הנחשב כמועד אופטימלי עבור קטיפת פרי המיועד לאחסון) סביב ה-20/10, חודש ימים לפני הפרי מעין זיוון, סביב ה-20/11. הדבר התבטא בכושר השתמרות הפרי באחסון, שהיה במובהק טוב יותר בפרי של עין זיוון בהשוואה לפרי מסאסא. בשני מועדי הקטיפה בסאסא הפרי היה כבר מעבר למינימום הקלימקטרי, אך עדיין ניתן היה להבחין ביתרון מסוים בכושר השתמרות הפרי מהקטיפה המוקדם יותר, שנפגע פחות מריקבון מאשר הפרי מהקטיפה המאוחר – כמחצית. לעומת זאת, הפרי בשני מועדי הקטיפה בעין זיוון היה לפני המינימום הקלימקטרי והוא נשמר היטב באחסון, ללא הבדל משמעותי ביניהם, למרות ששיעור הריקבון הנמוך מאוד היה גם כן כפול בקטיפה השני לעומת הראשון. מאחר שלא התפתח צירבון כלל לא ניתן לראות יתרון ממשי לטיפול בסמארט-פרש. שינוי גוון בקליפת הפרי, שהוגבר ע"י טיפול זה בפרי מסאסא מזכיר את תגובת תפוחי זהוב לטיפול והצורך בהגדרת תנאי טיפול מיוחדים עבור זן זה וראוי להקדיש לכך תשומת לב בעתיד.

לאור כל זאת, המדד היחיד בעת הקטיפה שהעיד על כושר השתמרות הפרי באחסון היה המינימום הקלימקטרי, אותו לא ניתן היה לקשור לאף אחד ממדדי ההבשלה האחרים שנמדדו.

2. התאמת תנאי אחסון של הזן 'גרני סמית' באוויר מבוקר לטיפול בתכשיר סמרטרפרש (1-MCP) לאחר הקטיף

מבוא

במהלך מספר עונות נערכו ניסויים לבחינת התאמת תנאי האחסון עבור תפוחי גרני סמית המטופלים בתכשיר סמרטרפרש, המבוסס על המולקולה 1-methylcyclopropene (1-MCP), שביכולתו לעכב את פעולת האתילן במערכות צמחיות. באחסון תפוחים בארץ נעשה שימוש בתכשיר בהיקף נרחב למדי, הודות ליעילותו במניעת התפתחות הצרבון השטחי ושמירת מוצקות ופציחות הפרי. לתכשיר זה השפעה פיזיולוגית דרמטית על הפרי המטופל ולכן נבחנו מחדש התנאים שהוגדרו בעבר כאופטימליים לאחסון של פרי שאינו מטופל בתכשיר. בכל אחת משנות הניסויים נערכו שינויים והתאמות של חלק מתנאי האחסון במטרה לשפר את איכות הפרי ולמנוע נזקים שנגרמו לפרי באחסון הממושך. בשנת הניסויים הקודמת מצאנו שאחסון של תפוחי גרני סמית אפשרי אף ב-3°C, אך נראה שבריכוזי פחמן דו חמצני של 2% נגרמו לעיתים נזקים חיצוניים או פנימיים. לפיכך, הוחלט בשנת ניסויים זו להמשיך ולבדוק את איכות הפרי באותה טמפרטורת אחסון (בנוסף ל-0°C המקובל באחסון) אך נבחנו 2 רמות פחמן דו חמצני: 0.5% שנבחנה אשתקד ו-1% שנבחן לראשונה (אלו רמות פד"ח נמוכות יחסית למקובל, 2%). כמו כן, בחנו העונה את תגובתו של פרי ממגוון מקורות גידול: פרי מ-3 מטעים מהגולן ומ-3 מטעים מהגליל בכדי להעריך האם למקור הפרי תהיה רגישות שונה לתנאי האחסון.

מטרת המחקר

בחינה של התנאים המיטביים לאחסון תפוחים מהזן גרני סמית, בטמפרטורה גבוהה מהמקובל ובאוויר מבוקר לאחר טיפול בסמרטרפרש (1-MCP), על מנת להוזיל עלויות ולשפר את איכות הפרי.

חומרים ושיטות

תפוחי גרני סמית שנקטפו ב-15.10.20-19 מ-3 מטעים מרמת הגולן (עין זיוון, מרום גולן ואורטל) ומ-3 מטעים מהגליל (מנרה, סאסא ומלכיה) נדגמו ממכלי קטיף של כל מטע ל-16 תיבות ובכל אחת כ-40 פירות תקינים (מטע שימש כחזרה). בדיקות מדדי הבשלה נערכו ב-10 פירות מכל מטע ביום הקטיף וכללו בדיקת קשיות באמצעות פנטרומטר עם ראש חודר בקוטר 11 מ"מ, מידת פירוק העמילן באמצעות צביעת חתך הפרי בתמיסת יוד והערכת מידת הפירוק באמצעות מכשיר ה-Amilon, וצבע הקליפה נבדק באמצעות מד צבע (מתוצרת מינולטה) על פי הסקלה $L^*a^*b^*$. נערך ניסוי רב גורמי בו נבדקה השפעת טמפרטורת האחסון (0°C, 3°C), ריכוז ה-CO₂ (0.5%, 1%) וטיפול ב-1-MCP (0.6ppm, 0ppm) ואזור הגידול, כאשר המטעים שימשו כחזרות. הפרי קורר במשך לילה במסדרון מקורר ולמחרת (15.10.21) מחצית מתיבות הפרי טופלו בסמרטרפרש בריכוז 0.6 ח"מ למשך 24 שעות ב-3°C. הפרי אוורר למספר שעות ולאחר מכן חולק ל-4 תאי אחסון בהם הוגדרו התנאים כלהלן:

1. 0°C, 1% CO₂, 1.5% O₂ (בפועל הערכים הממוצעים היו 0.0°C, 0.7% CO₂, 1.7% O₂)
2. 3°C, 1% CO₂, 1.5% O₂ (בפועל הערכים הממוצעים היו 2.7°C, 0.8% CO₂, 1.8% O₂)
3. 0°C, 0.5% CO₂, 1.5% O₂ (בפועל הערכים הממוצעים היו 0.1°C, 0.4% CO₂, 0.7% O₂)
4. 3°C, 0.5% CO₂, 1.5% O₂ (בפועל הערכים הממוצעים היו 3.0°C, 0.4% CO₂, 1.7% O₂)

בכל אחד מתנאי האחסון אוחסנו 2 תיבות מכל מטע שטופלו בסמרטפרש ו-2 תיבות בקורת (ללא טיפול) שנבדקו לאחר כ-7 חודשי אחסון (15.5.16) ותיבה שניה לאחר כ-9 חודשי אחסון (31.7.16). בתום האחסון נבדקה איכותם החיצונית של כל הפירות בתיבה (בדגש על צרבון, נקודות שחורות, צריבה ונזקי פד"ח) ופירות רקובים נרשמו ונזרקו. נזק של צרבון שטחי דורג בכל פרי על פי חומרתו כנקי (ללא נזק), קל (פחות מ-10% משטח פני הפרי), בינוני (עד 50%) או קשה (מעל ל-50%) ובניתוח התוצאות חושבה הנגיעות במחלה כאחוז משוקלל (0-100%) השווה לסכום מכפלות אחוז הפרי הנגוע בכל דרגה בחומרת הנגע (1-4) וחלוקה ל-4 כמפורט בנוסחה לחישוב אחוז משוקלל של נזק:

$$Damage (weighted \%) = [\% light * 1 + \% medium * 2 + \% severe * 4] / 4$$

כל הפרי (מלבד הפרי הרקוב) הועבר לשבוע ימים בחיי מדף ב-20°C וכ-65% לחות יחסית ונבדק באותו אופן. ב-10 פירות מכל תיבה נבדק צבע הקליפה, ובפירות אלו נבדקה הקשיות כמתואר לעיל ולאחר מכן פירות אלו נחצו ונבדקה איכות ציפתם. נרשמו פגמי הציפה שכללו נזקי CO₂ וכן השחמה שדורגו לפי חומרת פגיעתם בציפה (קל >25%, בינוני 26%-50% וקשה <50%). שיקלול נזק ההשחמה נערך בדומה לשיקלול חומרת הצרבון (לעיל).

סטטיסטיקה: השפעות תנאי הניסוי (שילוב הגורמים אווירת אחסון וטיפול בסמרטפרש) וההבדלים בין ששת המטעים נבדקו באמצעות מבחן שונויות חד-גורמי ומבחן פוסט-הוק (דנקן). הבדלים בין מטעי הגולן לגליל נבדקו במבחן t.

תוצאות ודיון

מצב ההבשלה בקטיף- על פי מדד פירוק העמילן נראה שתפוחי עין זיוון היו במצב ההבשלה המתקדם ביותר ובמובהק ממטעי מרום גולן, מנרה וסאסא, ועל פי הקושיות תפוחי מנרה ומלכיה היו קשים יחסית לתפוחים מיתר המטעים (טבלה 1). מאידך, לא נמצאו הבדלים בצבע הקליפה על פי ערכי a* ו-L* בין הפירות מכל המטעים (טבלה 1). לסיכום, הן על פי הקשיות והן על פי מידת פירוק העמילן נראה שתפוחי מנרה היו פחות מתקדמים בהבשלתם בעוד שהתפוחים מעין זיוון ואורטל היו המתקדמים בהבשלתם. למרות שהיו הבדלים במצב ההבשלה, כיוון שהפרי נקטף ממטעים מאזורי גידול שונים, נמצאה תגובה דומה של התפוחים במגוון תנאי האחסון שנבחנו בניסוי זה. לפיכך, המטעים שימשו כחזרות ולא נערכה הפרדה בינם אולם, כאשר נמצא קשר בין מקור הפרי והנזק התוצאות מוצגות עם הפרדה של המטעים.

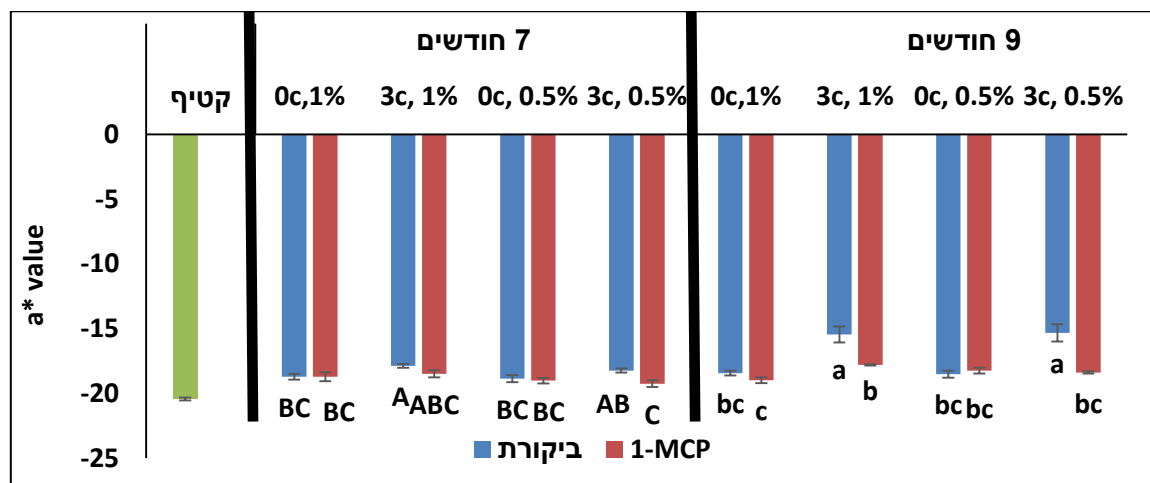
טבלה 1: מדדי הבשלה בקטיף של תפוחי גרני ממטעים שונים.

המטע	פירוק עמילן (1-10)	קושיות	a*	L*
עין זיוון	6.0±0.3 a	14.7±0.2 c	-20.2	62.9
מרום גולן	4.9±0.2 b	14.7±0.2 c	-20.2	64.0
אורטל	5.5±0.3 ab	15.0±0.3 c	-20.4	64.0
מנרה	3.5±0.1 c	17.1±0.2 a	-20.9	62.4
מלכיה	5.8±0.7 ab	16.0±0.2 b	-20.6	62.3
סאסא	5.5±0.2 b	14.6±0.2 c	-20.5	62.0

a-c- להבדל מובהק במדד הנבדק בין מטעים (p<0.05).

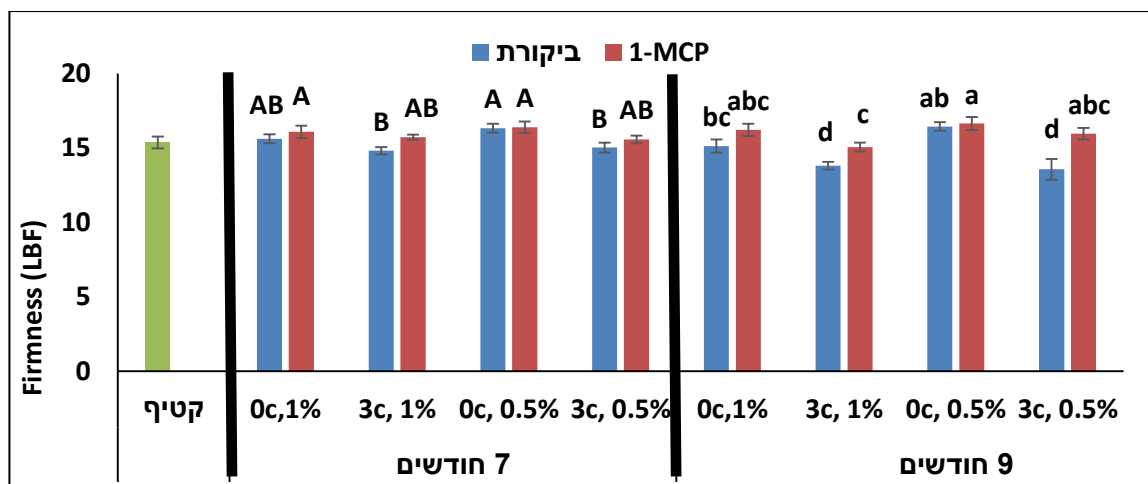
שינויים באיכות החיצונית של הפרי במהלך האחסון וחיי המדף

צבע הקליפה - איבוד הכלורופיל בקליפת התפוח גורמת לכך שצבעו יהיה פחות ירוק וניתן להעריך שינוי זה על פי ערך a^* (הפרי יותר ירוק ככל שערך a^* שלילי). במרבית תנאי האחסון הטיפול ב-1-MCP עיכב את הצהבת הקליפה ושמר על קליפה ירוקה בעוד שאחסון בטמפרטורה של 3°C עודד את הצהבתה (איור 1). כלומר, לטיפול ב-1-MCP השפעה משמעותית על שמירת קליפה ירוקה במיוחד בתפוחים שאוחסנו ב- 3°C ולא היתה השפעה לריכוז הפחמן דו חמצני. השפעות אלו נראו בתום 7 חודשי אחסון, אולם אלו התגברו במיוחד בתום 9 חודשי אחסון וראוי לציין שממצאים אלו בהתאמה לממצאי שנים קודמות.



איור 1: צבע רקע בקליפת תפוחי גרני סמית (על פי ערך a^*) עם או ללא טיפול ב-1-MCP, בתום 7 או 9 חודשי אחסון בתנאי טמפרטורה ואווירה שונים ולאחר שבוע בחיי מדף ב- 20°C (עבור כל עמודה $n=6$). A-D, a-b - להבדל מובהק בין עמודות לאחר 7 או 9 חודשי אחסון בהתאמה ($p \leq 0.05$).

קשיות - 1-MCP שמר על תפוחים קשים במובהק מתפוחי הבקורת כאשר אלו אוחסנו ב- 3°C בתום 9 חודשי אחסון ושבוע בחיי מדף (איור 2). מגמה זו נראתה גם לאחר 7 חודשי אחסון אולם הבדלים מובהקים התפתחו רק לאחר 9 חודשים באחסון ואילו לריכוז הפחמן דו חמצני לא נראתה השפעה על קשיות הפרי. ממצאים אלו בהתאמה לממצאי השנים הקודמות בהן הטיפול ב-1-MCP עיכב את התרככות הפרי בעיקר בפרי שאוחסן בטמפרטורה גבוהה.



איור 2: קשיות תפוחי גרני סמית עם או ללא טיפול ב-1-MCP, בתום 7 או 9 חודשי אחסון בתנאי טמפרטורה ואווירה שונים ולאחר שבוע בחיי מדף ב-20°C (עבור כל עמודה n=6).
A-B, a-d - להבדל מובהק בין עמודות לאחר 7 או 9 חודשי אחסון בהתאמה ($p \leq 0.05$).

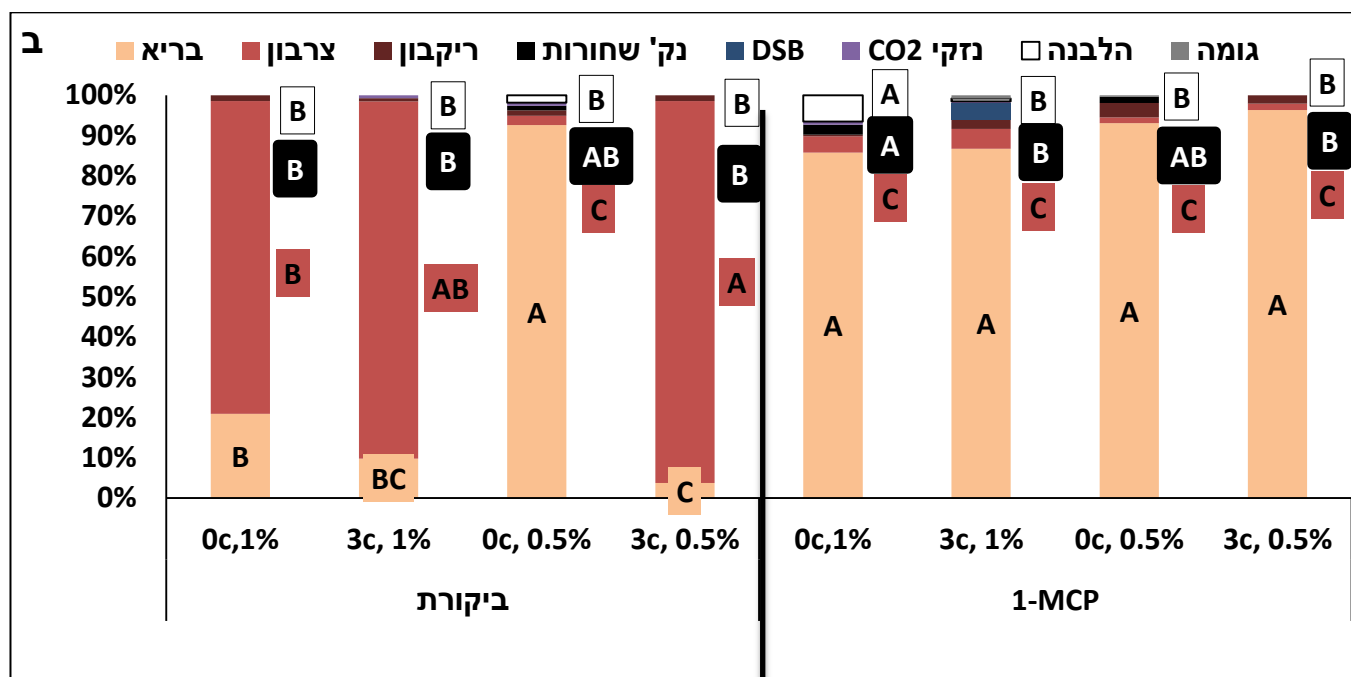
פגמי קליפה:

בתום 7 ו-9 חודשי אחסון נבחנה איכותם החיצונית של התפוחים וכן לאחר שבוע נוסף בחיי מדף ב-20°C, כשבמהלכם החמירו חלק מהנזקים (כגון הצרבון) (איור 3). בתום 7 חודשי אחסון איכות הפרי היתה טובה למדי במרבית תנאי האחסון ולכן הנתונים אינם מוצגים.

פרי בריא- הטיפול ב-1-MCP היטיב עם האיכות החיצונית של הפרי בהשוואה לתפוחי הבקורת במרבית תנאי האחסון ובהשפעתו התקבל אחוז גבוה יותר של פרי בריא (ללא נזק) במיוחד ב-3°C במשך 9 חודשי אחסון ושבוע חיי מדף ב-20°C (איור 3). ב-0°C היה יתרון לטיפול ב-1-MCP רק ב-1% CO₂, כיוון שבריכוז זה עוכב במובהק הצרבון השטחי. ראוי לציין שבאחסון ב-0.5% פד"ח ב-0°C כמעט שלא נמצא צרבון בפרי הבקורת שלא נבדל מהפרי שטופל ב-1-MCP, אולם יתכן והצרבון נמנע כתוצאה מכך שריכוז החמצן היה 0.7% בלבד בתנאי אחסון אלו (במקום 1.5% כמתוכנן).

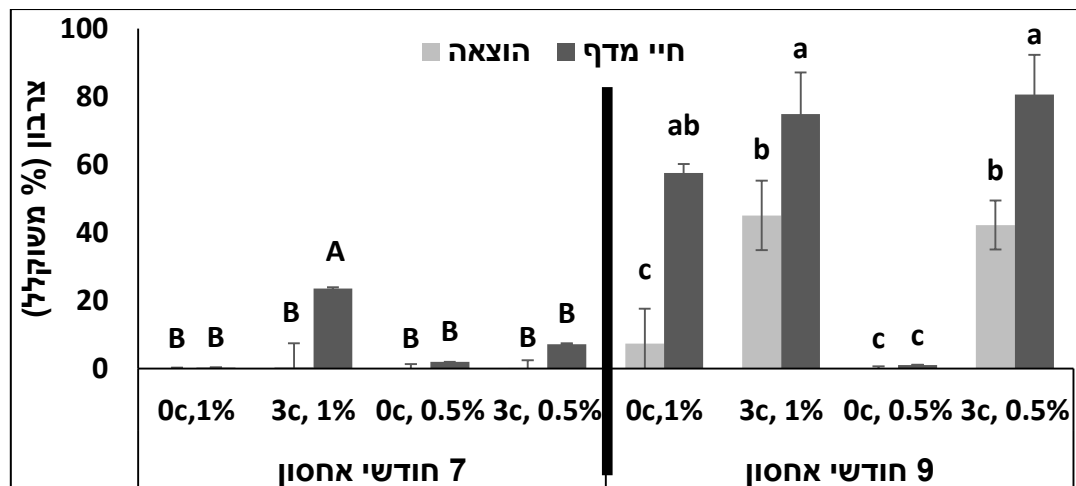
צרבון- הטיפול ב-1-MCP עיכב כמעט לחלוטין את הצרבון, אולם בתפוחי הבקורת נזק זה נמצא באחוזים גבוהים במרבית תנאי האחסון ושיעוריו הגיעו אף לכ-95% בחיי מדף בתום 9 חודשי אחסון (איור 3). בבחינת הצרבון על פי שקלולו עם חומרת הנזק (חומרים ושיטות) נראה שצרבון החל להופיע בתום 7 חודשי אחסון וכמעט ללא הבדלים בהשפעת תנאי האחסון, אולם לאחר 9 חודשי אחסון החמיר הצרבון במיוחד כשאוחסן ב-3°C ובאחוזים גבוהים מאוד בתום חיי מדף (איורים 3,4). ממצא זה בהתאמה לממצאים קודמים לפיהם הצרבון עוכב ביעילות בהשפעת ה-1-MCP גם בטמפרטורת אחסון גבוהה של 3°C. כאמור, באחסון ב-0.5% פד"ח ב-0°C כפי הנראה כמעט שלא נמצא צרבון בפרי הבקורת הודות לריכוז חמצן של 0.7% בלבד בתנאי אחסון אלו (במקום 1.5% כמתוכנן).

נזקים נוספים - מעט מאוד נזק של נקודות שחורות על קליפת התפוחים הופיע בחלק מתנאי האחסון אולם ללא מגמה ברורה וזאת בשונה מניסויים קודמים בהם התפוחים שטופלו ב-1-MCP היו רגישים במובהק להופעת נקודות שחורות על קליפת הפרי כשאוחסנו ב-0°C (איור 3, תמונה 1), ויתכן שהסיבה לכך היא ריכוזי הפד"ח הנמוכים באחסון יחסית לשנים קודמות. נזק נוסף בו נראתה הלבנה של הקליפה (איבוד הכלורופיל כמעט לחלוטין) בתום 9 חודשי אחסון באחוזים נמוכים בתפוחים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו ב-0°C עם 1% פד"ח. תופעה זו חדשה לנו ואיננו יודעים עדיין את פשרה. בניסוי זה נמצאו נזקי CO₂ חיצוניים (צריבה) באחוזים נמוכים מאוד בדומה לעונת הניסויים הקודמת, כפי הנראה הודות להפחתת ריכוזי ה-CO₂ באחסון (איור 3, תמונה 1). את הפגם הזה ניתן ליחס למקור הפרי כיוון שנמצא באחוזים גבוהים יותר במובהק ב-2 ממטעי הגולן ויתכן שנובע מהבדלים בתכולת המינרלים שבהזנת הפרי עקב גדילת העץ בקרקע השונה בין הגליל והגולן (איור 5). כמעט שלא היו נזקים מרקבונות, גומה ונזקי DSB (diffuse skin browning) ועל כן לא ניתן ליחס את אלו לתנאי האחסון או ל-1-MCP.

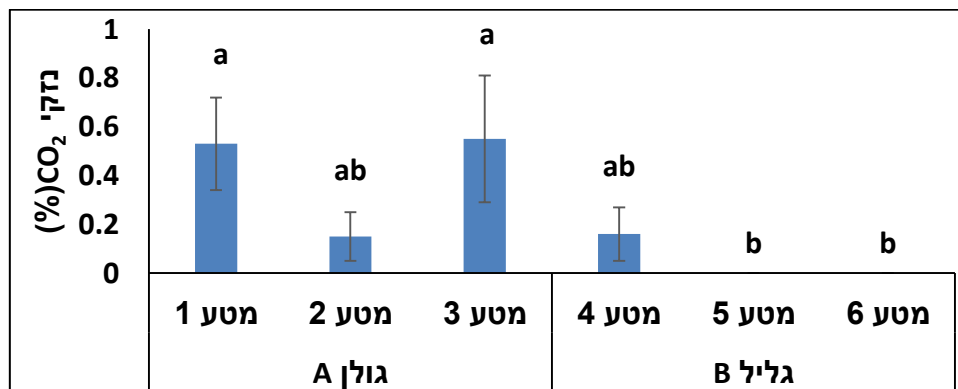


איור 3: נזקים חיצוניים בתפוחי גרני סמית עם או ללא טיפול ב-1-MCP בתום 9 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, (עבור כל עמודה n=6).

A-C - להבדל מובהק של הנזק בין תפוחים מתנאי אחסון בפרי בקורת ומטופל ב-1-MCP בתום חיי מדף שלאחר א. 7 חודשי אחסון או ב. 9 חודשי אחסון ($p \leq 0.05$).



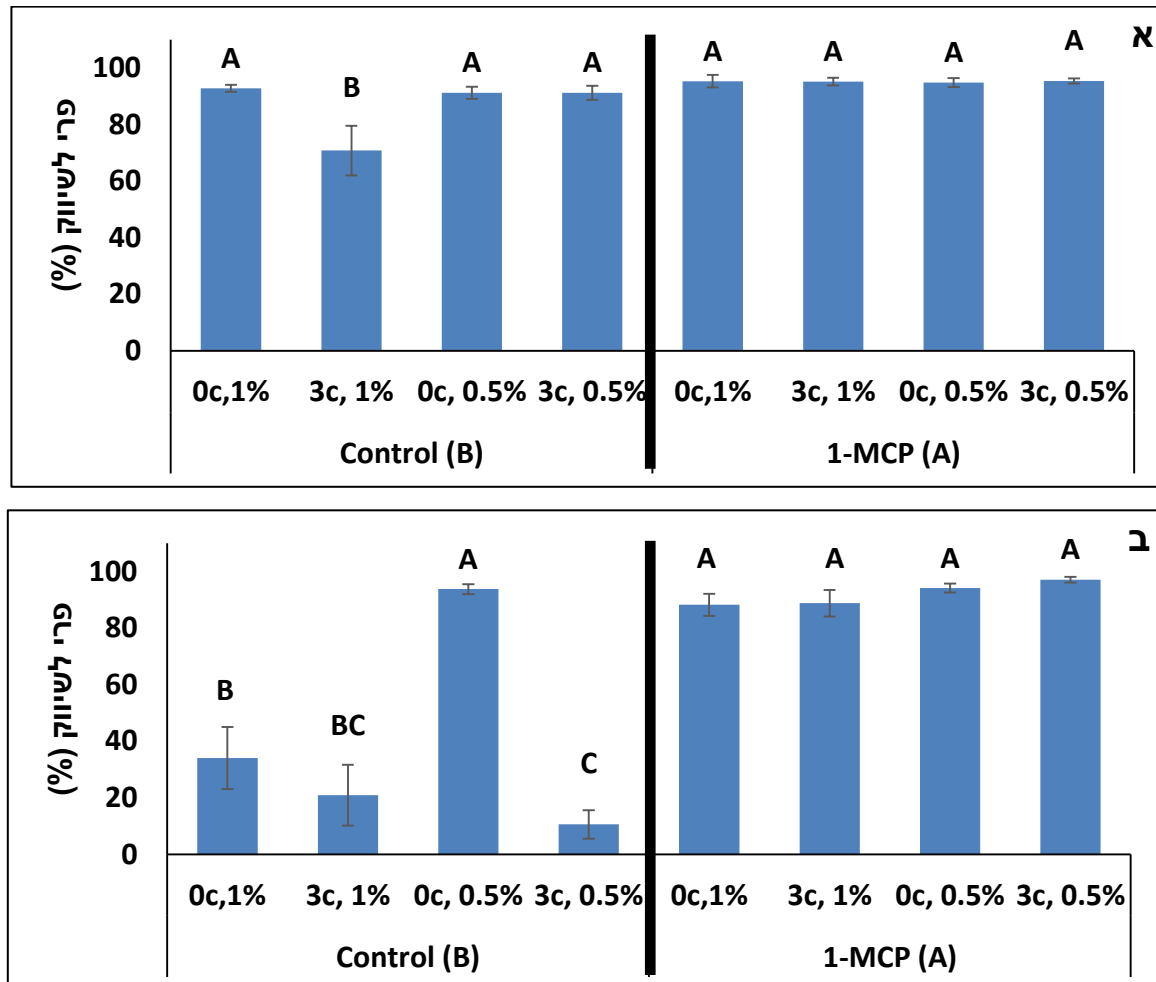
איור 4: צרבון (%) משוקלל) בתפוחי הבקורת בלבד בתום 7 או 9 חודשי אחסון בתנאי טמפרטורה והרכב אווירה שונים וכן לאחר שבוע נוסף בחיי מדף ב-20°C (עבור כל עמודה n=6)..
 A-B, a-c להבדל מובהק בצרבון (%) משוקלל) בין עמודות בכל אחד ממשכי האחסון ($p \leq 0.05$).



איור 5: נזקי CO₂ חיצוניים (צריבה) בקליפת תפוחי גרני סמית בתום 9 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, (עבור כל עמודה n=32). a-b - להבדל מובהק בנזקי CO₂ בין המטעים השונים.
 A-B - להבדל מובהק בנזקי CO₂ בין פרי ממטעי הגליל לבין פרי ממטעי הגולן.

פרי לשיווק - בהערכת הפרי המיועד לשיווק נכלל הפרי התקין ואיתו פרי עם נזקים בחומרה קלה (כגון צרבון) וככלל נמצאו אחוזים גבוהים יותר לשיווק כשהפרי טופל ב-1-MCP ובמיוחד בתום 9 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף (בין 88% ל-97%) הודות לעיכוב הצרבון (איור 6). אחוזים גבוהים יותר של פרי הראוי לשיווק נמצאו בפרי שטופל ב-1-MCP ואוחסן עם 0.5% CO₂ (מעל ל-94%) ללא השפעה של הטמפרטורה, אולם זוהי מגמה בלבד שאינה מובהקת. כפי הנראה אחוזים גבוהים של תפוחי בקורת לשיווק נמצאו ב-0°C ועם 0.5% CO₂ הודות לעיכוב הצרבון כתוצאה מריכוז חמצן של 0.7% במהלך האחסון (במקום 1.5% כמתוכנן).

מסיכום כלל הממצאים לגבי מצבו החיצוני של הפרי נראה שטיפול ב-1-MCP יכול לשמור על איכות טובה של קליפת הפרי בשילובים השונים שנבדקו בניסוי (טמפרטורה $0^{\circ}\text{C}/3^{\circ}\text{C}$ ופחמן דו חמצני (0.5%/1.0%) ובמיוחד בריכוזי CO_2 נמוכים.



איור 6: תפוחי גרני סמית שראויים לשיווק עם או ללא טיפול ב-1-MCP. א. בתום 7 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, ב. בתום 9 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, (עבור כל עמודה n=6).
A-C להבדל מובהק בשעורי הפרי הראוי לשיווק ($p \leq 0.05$).



תמונה 1: נזקים על פני קליפת תפוחי גרני שטופלו ב-MCP-1: נקודות שחורות בקליפת הפרי (שמאל, ונזקי CO₂ חיצוניים הנראים כצריבה (ימין).



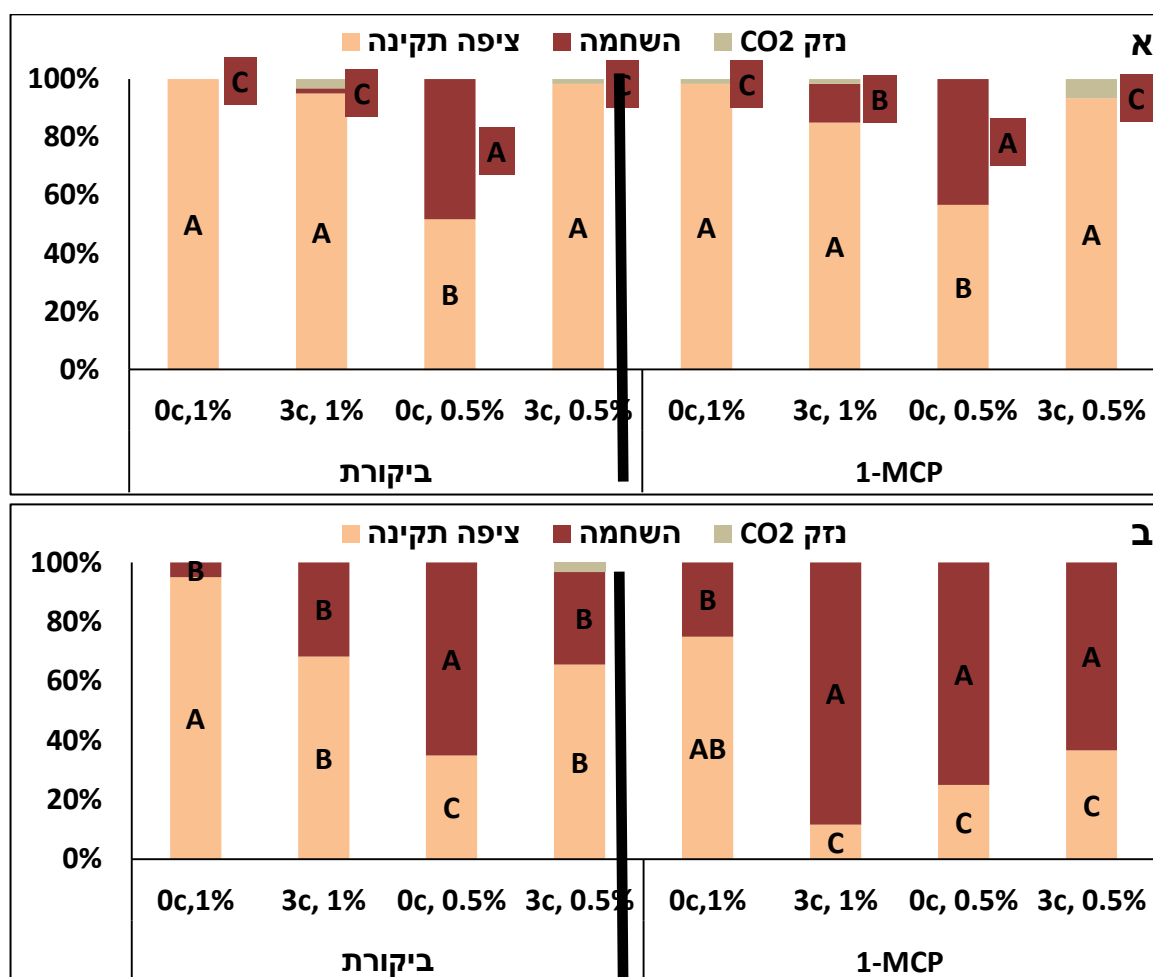
תמונה 2: נזקים בציפת תפוחי גרני לאחר אחסון ממושך: נזקי CO₂ (משמאל) והשחמה פנימית בחומרה קשה בציפת הפרי (מימין).



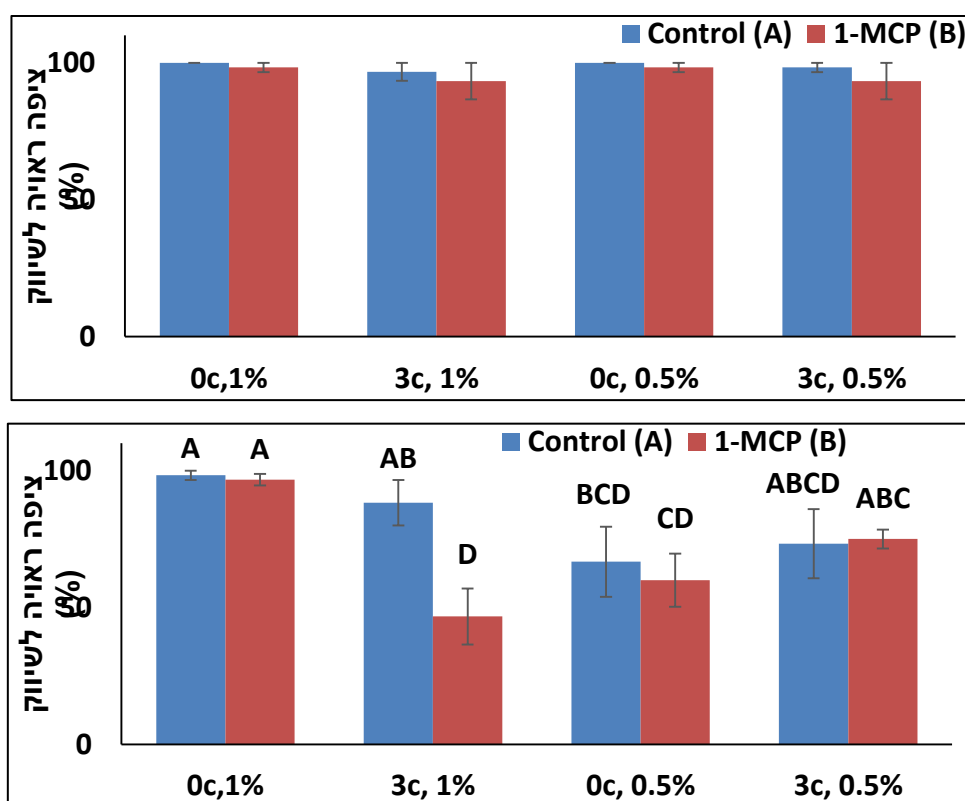
תמונה 3: נזק CO₂ קל בקליפת התפוח (מימין) והשחמה פנימית קלה בציפת התפוח (משמאל) שנכללו בפרי הראוי לשיווק ובציפה ראויה לצריכה.

שינויים באיכות הפנימית של הפרי במהלך האחסון וחיי המדף:

בתום אחסון ולאחר חיי מדף נבדקה איכותם הפנימית של התפוחים ונמצאו פגמים בהם השחמה פנימית שהיתה הנזק העיקרי ורק מעט נזקי CO₂ (איור 7, תמונה 2). השחמה פנימית נמצאה באחוזים גבוהים יחסית בציפת פרי שטופל ב-1-MCP אך לא באלו שאוחסנו ב-0°C וב-1%CO₂, ובהתאמה לכך גם בתפוחי הבקורת שאוחסנו באותם התנאים. בחישוב של ציפה פנימית ראויה לצריכה נכלל פרי עם ציפה תקינה ונזקים קלים כתוצאה מהשחמה פנימית או נזקי CO₂ (תמונה 3). בתום 7 חודשי אחסון במרבית הפירות הציפה היתה תקינה וראויה לצריכה (איור 8א), אולם בתום 9 חודשי אחסון שעורי הציפה הראויה לצריכה היו גבוהים ביותר (מעל ל-96%) בפרי שאוחסן ב-0°C וב-1%CO₂ (איור 8ב), ופחות מכך אך לא במובהק בתפוחים שאוחסנו ב-3°C ו-0.5%CO₂. החמרה מובהקת באיכות הציפה בתגובה לטיפול ב-1-MCP נמצאה בתפוחים שאוחסנו ב-3°C ו-1%CO₂ בתום 9 חודשי אחסון בלבד. לסיכום, התנאים המיטביים לאחסון תפוחי גרני סמית עד ל-9 חודשים וקבלת ציפה ראויה לצריכה הם ב-0°C וב-1%CO₂, אולם גם אחסון ב-3°C ו-0.5%CO₂ יכול לאפשר איכות דומה.



איור 7: נזקים פנימיים מצטברים בציפת תפוחי גרני סמית עם או ללא טיפול ב-1-MCP. א. בתום 7 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, ב. בתום 9 חודשי אחסון + שבוע חיי מדף, (עבור כל עמודה n=6).
A-C - להבדל מובהק בין עמודות בכל סוג של נזק ($p \leq 0.05$).



איור 8: איכות פנימית ראויה לשיווק של תפוחי גרני עם או ללא טיפול ב-1-MCP, ולאחר שבוע חיי מדף בתום א. 7 חודשי אחסון ב. 9 חודשי אחסון בתנאי טמפרטורה ואווירה שונים (עבור כל עמודה n=6). A-C - להבדל מובהק בין עמודות ($p \leq 0.05$).

סיכום השפעות על איכות לשיווק- תפוחי גרני סמית שטופלו ב-1-MCP נבדלו באיכותם החיצונית מתפוחי הבקורת הודות לעיכוב הצרבון, אולם נראה שאיכותם הפנימית של תפוחי הבקורת היתה טובה מעט יותר (טבלה 3). על פי ממצאי ניסוי זה האחוזים הגבוהים ביותר של פרי ראוי לשיווק ועם איכות פנימית טובה היה כשהפרי אוחסן ב- 0°C עם $1\%\text{CO}_2$ וכן ב- 3°C עם $0.5\%\text{CO}_2$ (טבלה 2).

טבלה 2: שיעורי התפוחים עם האיכות החיצונית הראויה לשיווק והאיכות הפנימית של הציפה תקינה הראויה לצריכה בהשפעת תנאי האחסון והטיפול ב-1-MCP.

1-MCP תפוחי		תפוחי בקורת		Temp,CO ₂
איכות פנימית (%)	איכות חיצונית (%)	איכות פנימית (%)	איכות חיצונית (%)	
97	88	98	34	0c,1%
47	89	88	21	3c,1%
60	94	67	94	0c,0.5%
75	97	73	11	3c,0.5%

הודגשו שיעורי פרי בהם הן איכות חיצונית לשיווק והאיכות הפנימית הראויה לצריכה גבוהים מ-75%.

סיכום ומסקנות

בשנת הניסויים הנוכחית (2015, עונה רביעית) נבחנו השפעותיהם של גורמי אחסון בהתאם לשנות הניסויים הקודמות: טמפרטורת האחסון היתה 3°C (במקום 4°C) ורמת ה- CO_2 הופחתה ל-1% (במקום 2%). שינויים אלו היטיבו עם איכות הפרי ובמיוחד נמנעה הופעתם של נזקים הקשורים ל- CO_2 כגון נזקי CO_2 חיצוניים שהופיעו כצריבה על קליפת הפרי ונזקי CO_2 פנימיים שנראו כחללים שחומים בציפת הפרי. גם בשנה זו הטיפול ב-1-MCP היטיב עם איכותם החיצונית של התפוחים הודות למניעת הצרבון וללא הבדלים בהשפעת ריכוזי ה- CO_2 , בעוד שבתפוחי הבקורת הפגיעה מצרבון היתה חמורה מאוד ובמיוחד לאחר 9 חודשי אחסון. נזקים שנראו בעבר כגון נקודות שחורות על הקליפה או צריבה (נזק CO_2 חיצוני) כמעט שלא נמצאו ומנתוני השנה הזו עולה שיתכן ונזק זה מושפע ממקור הפרי ויתכן שפרי מרמת הגולן עלול להיות יותר רגיש לפגם זה ויש להתחשב בכך בעת קבלת החלטות על אחסון הפרי. האיכות הפנימית של התפוחים נפגמה בעיקר מהשחמת הציפה שעד ל-7 חודשי אחסון כמעט ולא נראתה, אך אחוזה היו גבוהים בתום 9 חודשי אחסון עם נטיה להחמרה בפרי שטופל ב-1-MCP, בחלק מתנאי האחסון.

לסיכום, התנאים בהם התקבלו האחוזה הגבוהים ביותר עם איכות חיצונית תקינה ועם איכות פנימית טובה היו לפרי שטופל ב-1-MCP ואוחסן בטמפרטורה של 0°C עם 1% CO_2 (טבלה 2). בדומה לכך, איכות טובה מאוד נמצאה לתפוחים שטופלו ב-1-MCP ואוחסנו בטמפרטורה של 3°C עם 0.5% CO_2 (טבלה 2). בתנאים אלו ניתן יהיה להשיג פרי שטופל ב-1-MCP באיכות טובה.

הצעות להמשך מחקר:

המטרה של הניסוי היתה להפחית את עלויות האחסון של הפרי הודות להיותו מטופל ב-1-MCP. להלן מספר המלצות להמשך המחקר:

1. הודות להצלחה בקבלת תפוחי גרני סמית איכותיים באחוזה גבוהים בתום 9 חודשי אחסון בשתי שנות הניסוי האחרונות מומלץ לבחון את האחסון של התפוחים בקנה מידה גדול יותר, כלומר בתנאים חצי מסחריים או מסחריים. שילובים אפשריים לבחינת התפוחים שמטופלים ב-1-MCP הם:

שילוב אפשרי	O_2 (%)	CO_2 (%)	טמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$)
1	1.5	1	0
2	1.5	0.5	3
3	1.5	0.75	2

2. מומלץ לבחון את עלויות אחסון הפרי בכל אחד מהתנאים המוצעים כדי להעריך את החסכון הכלכלי האפשרי עקב העלאת הטמפרטורה. המדדים המומלצים לבחינה: עלות הקירור, עלות ספיחת פד"ח, עלות הזרמת החנקן, התמורה עבור הפרי התקין הראוי לשיווק.

3. לבחון מהן הגורמים האפשריים לרגישות גבוהה יותר של פירות מהגולן לנזקי CO_2 חיצוניים.

3. השפעת ריסוס בלאש ואלפאנול לשיפור צבע ומניעת נשירה על כושר האחסון של תפוחי סטרקינג

בשיתוף רפי שטרן ומשה עגיב – מו"פ צפון

רקע

אחת הבעיות בקביעת מועד קטיף תפוחי סטרקינג היא שהפרי מוכן לקטיף על פי מידת פירוק העמילן ומידת קשיותו אך בשלב זה טרם התפתח מספיק צבע אדום בקליפתם. על כן, ממתינים לצבירת הגוון האדום בקליפה (אנטוציאנינים), אולם כתוצאה מדחיית הקטיף עלול הפרי לנשור הודות להתקדמות הבשלתו. בכדי להתמודד עם שתי הבעיות הוחלט לבחון את השפעתם של שני תכשירים: "בלאש" ו"אלפאנול סופר". התכשיר "בלאש" (תוצרת חברת Fine, אנגליה), מכיל מתיל-ג'יסמונאט נגזרת של חומצה ג'יסמונית, מווסת צמיחה אורגני נדיף המשפיע על עמידות הצמח בפני מזיקים ע"י השראת ייצור פיטואלקסינים ומעורב בתהליכים רבים הקשורים להתפתחות הצמח כגון, נביטת זרעים, צמיחת שורשים, פריחה, הבשלת פירות והזדקנות (Cheong et al. 2003). בניסויים קודמים שנערכו במעבדה לאחסון פירות עבור חברת מרחב אגרו בע"מ נמצא שריסוס בתכשיר "בלאש" בתפוחים מהזן פינק ליידי הגביר את אחוז הכיסוי האדום בקליפת הפרי ואת עוצמת הצבע האדום (דו"ח שהוגש לחברה) וזאת בהתאמה לדיווח על השפעת מתיל-ג'יסמונאט בייצור אנתוציאנין בשורשים (Shimizu, Maeda et al. 2010). התכשיר השני באמצעותו ניתן לעכב את נשירת הפרי הוא "אלפאנול סופר" (201 גרם בליטר של NAA חומצה אלפא נפתלן אצטית, מתוצרת תפזול) ובאמצעותו עוכבה נשירת התפוח הטרומ קטיפת בניסויים קודמים שנערכו ע"י פרופ' שטרן. לפיכך, הנחנו שניתן באמצעות שילוב של ריסוס עם שני התכשירים לעודד את קבלת הצבע האדום וכן לעכב את נשירת הפרי. בנוסף לכך, בניסוי בו רוססו תפוחי פינק ליידי בתכשיר "בלאש" (בריכוז של 0.4%) הוגבר ייצור האתילן, הורמון ההבשלה, וזאת בהתאמה לדיווח על כך שהחומצה הג'יסמונית מעורבת בתהליך ייצור האתילן (Berger et al. 1996). האתילן עלול לעודד את הבשלת הפרי ועל כן נבחנה השפעת הטיפול על כושר השתמרות הפרי באחסון.

חומרים ושיטות

הניסוי נערך במטע של מרום גולן בארבעה בלוקים כאשר בכל בלוק ניתנו הטיפולים הבאים:

1. ריסוס בתכשיר "בלאש" 0.2% (נערך ב- 3/9/15).
2. ריסוס בתכשיר "אלפאנול" 60 ח"מ ח"פ (נערך ב- 10/9/15).
3. טיפול 1 + טיפול 2
4. ביקורת – ללא ריסוס

אפיון מצב הבשלת הפרי ביום הקטיף ובחינת כושר השתמרותו באחסון נערכו ב-4 חזרות מכל טיפול. בעת הקטיף המסחרי ב-17/9/16 נדגמו מכל חזרה 10 פירות אחידים ומייצגים לבדיקות הבשלה, 10 פירות למעקב אחר נשימת הפרי וייצור אתילן ו-40 פירות לאחסון. הפרי לאחסון נטבל ביום הקטיף ב-2000 ח"מ DPA + 0.5% מרפאן 48 ולאחר מכן קורר ב-0°C ואוחסן בתנאי אוויר מבוקר (1.5% חמצן + 2% CO₂) במשך כ-6 חודשים. בעת הקטיף הוערך שיעור הכיסוי האדום של קליפת הפרי ונמדדו צבע הרקע וצבע הלחי בכל הערוצים (L, a, b, C, H) במד צבע (מינולטה), קשיות הפרי בפנטרומטר, מידת פירוק עמילן, תכולת החומצה והסוכר. במדגם נפרד נערך מעקב יומי אחר נשימת הפרי וייצור האתילן ב-20°C, ע"י כליאת הפרי בכלי אטום ודגימת האווירה למדידת אתילן ופד"ח שהצטברו במשך שעה, בכרומטוגרפיה גזית. בחינת נשירת הפרי בהשפעת הטיפולים נבחנה ע"י פרופ' רפי שטרן ומדווחת בנפרד.

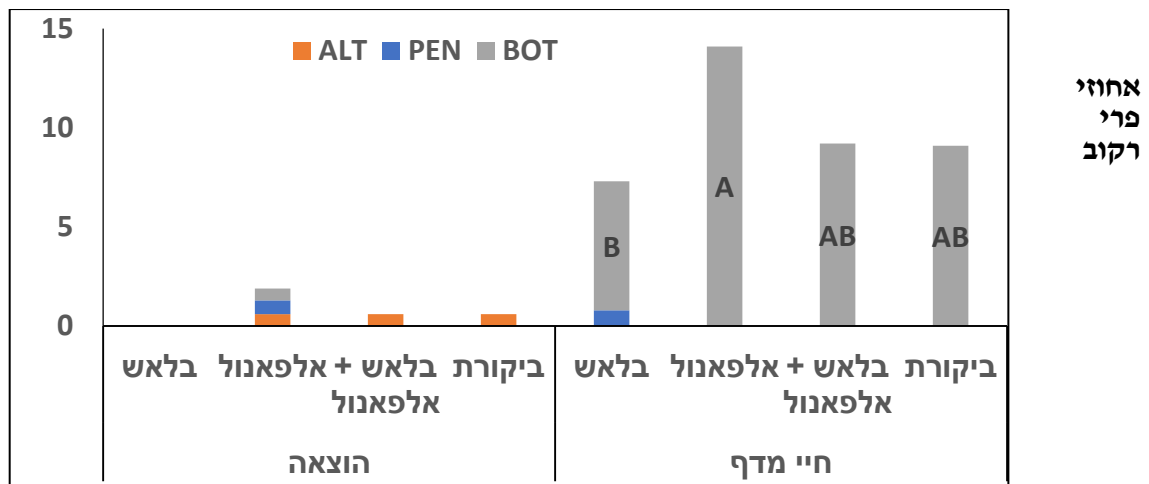
תוצאות

הבשלת הפרי – לטיפולים לא נמצאה השפעה כלשהי על אחוז הכיסוי האדום ועל עצמת צבע הפרי כפי שנמדד בכל הערוצים (מוצגות תוצאות רק של H - טבלה 1). כמו-כן, מרבית מדדי ההבשלה לא הושפעו מהריסוסים. הפרי מהטיפול המשולב היה קשה יותר במובהק משאר הטיפולים בעת הקטיף, אך בתום חיי המדף לא נבדלה קשיותו מזו של שאר הפירות. בפרי הביקורת תכולת החומצה נמצאה נמוכה במובהק מאשר בפרי מטיפולי הריסוס, אבל לשתי ההשפעות הללו לא נמצא ביטוי במדדים פיזיולוגיים המאפיינים את הבשלת הפרי, דהיינו פירוק העמילן וקצב הנשימה וייצור האתילן לאחר הקטיף (איור 1). אמנם היו אי אלה הבדלים מובהקים בין הטיפולים בימים מסוימים (אחרי 3 ימים בייצור האתילן ואחרי שבוע בקצב הנשימה), אבל אין כל קשר ביניהם לבין עצמם ואין קשר למדדי ההבשלה, כך שניתן להסיק שבניסוי זה הבשלת תפוחי הסטרקינג, כמו גם צבע הפרי, לא הושפעה ע"י ריסוסי המטע במוסתי הצמיחה שבתכשירים בלאש ואלפנול.

טבלה 1. השפעת ריסוסי בלאש ואלפאנול על מדדי ההבשלה של תפוחי סטרקינג ביום הקטיף ולאחר שבוע בחיי מדף (n=10).

טיפול	בלאש 0.2%	אלפאנול 60 ח"מ	בלאש + אלפאנול	ביקורת	מובהקות (p<)
ביום הקטיף					
% כיסוי אדום	85.6	86.0	80.9	80.3	ל.מ.
צבע רקע H	100.6	98.1	101.1	101.8	ל.מ.
צבע לחי H	30.2	31.5	33.3	31.7	ל.מ.
קשיות (לב"כ)	14.6 b	13.8 b	15.0 a	14.0 b	0.05
פירוק עמילן (1-10)	8.5	8.6	7.7	8.5	ל.מ.
כ.מ.מ. (%)	12.6	12.5	12.6	12.4	ל.מ.
חומצה (%)	0.38 a	0.37 a	0.37 a	0.32 b	0.05
קשיות (לב"כ) לאחר חיי מדף	11.8	12.3	12.6	12.7	ל.מ.
a-b אותיות שונות בשורה מצביעות על הבדלים מובהקים בין הנתונים. ל.מ. – לא מובהק					

נושך השתמרות הפרי באחסון – בעת ההוצאה מקירור, לאחר 6 חודשי אחסון, מעל ל-98% מהפרי היה תקין והפגם היחיד היה ריקבון חיצוני, שנגרם ע"י אלטרנריה, פניציליום או בוטריטיס (איור 2). נמצא הבדל מובהק בשיעור הריקבון בין הטיפול באלפאנול לבין הטיפול בבלאש, בו לא התפתח כל ריקבון. קשיות הפרי הייתה סביב 14 לב"כ, ללא הבדלים בין הטיפולים (הנתונים אינם מוצגים). בתקופת חיי המדף ב-20°C הריקבון התרחב בכל הטיפולים, בעיקר בגין התפתחות הבוטריטיס, אך הפער המובהק בין שני טיפולים אלה נשמר. הנגיעות בריקבון פנימי, הנובע כידוע בזן זה מנגיעות במטע, הייתה גבוהה ונעה בין 30% (בלאש) ל-42% (ביקורת), אך ללא הבדל מובהק בין הטיפולים.



איור 2. השפעת ריסוסי בלאש ואלפאנול על כושר השתמרות הפרי באחסון של 6 חודשים באוויר מבוקר ולאחר שבוע בחיי מדף. A-B- להבדל מובהק בין טיפולים במועד הבדיקה ($p < 0.05$).

סיכום ומסקנות

בניסוי שנערך להגברת צבעם האדום של תפוחי סטרקינג בעזרת ריסוסי מטע במתיל ג'יסמונאט (בלאש) לקראת קטיף הפרי, לא נמצאה השפעה כלשהי של הטיפול, שכללו גם את הטיפול המסחרי המקובל למניעת נשירה טרום קטיפת באלפאנול, הן על צבע הפרי והן על מצב ההבשלה של הפרי בעת הקטיף. מאחר שהפרי היה צבעוני למדי בעת הקטיף, יתכן שלא היה מקום להגברת הצבע במקרה זה. אולם, העדר השפעה מובהקת על מצב הבשלת הפרי בעת הקטיף ועל נשימת הפרי וייצור האתילן מצביע על כך שלריסוסים לא הייתה השפעה פיזיולוגית ולכן גם לא ניתן היה להבחין בהשפעה משמעותית על כושר השתמרות הפרי באחסון. ממצא אחד שהיה ראוי לציון, הוא ההבדל המובהק בשיעורי הריקבון בפרי שרוסס בבלאש לעומת פרי שרוסס באלפאנול, לאור השפעתו הידועה של המתיל ג'יסמונאט בהגברת עמידות הצמח בפני התפתחות פתוגנים. עם זאת, לא נמצא הבדל בין הטיפול לביקורת הן בריקבון החיצוני והן בריקבון הפנימי המתחיל במטע.

הצעה להמשך מחקר :

- מכיוון שבניסוי זה הכיסוי האדום של קליפת תפוחי הבקורת היה גבוה יחסית בעת הקטיף, ראוי לבחון את השפעת הריסוס בתכשיר בלאש על האדמת הפרי במטעי סטרקינג הידועים בבעיות בהתפתחות הצבע האדום בפרי.
- מכיוון שהבלאש הינו תכשיר צמיחה יתכן וראוי לבחון בתפוחי הסטרקינג מספר ריכוזים במספר מועדים, אף בשלבים מוקדמים יותר בהתפתחות הפרי, עקב הבדלים שיתכנו בינו לבין הפינק לידי.

ספרות

Cheong, Jong Joo and Yang Do Choi. [<http://www.aloj.us.es/bioqplantas/tema9-11/biblio%20hormonas/Jasmonato.pdf>, *Trends in Genetics*, 2003.

Berger, S., E. Bell, and J. Mullet. Two Methyl Jasmonate-Insensitive Mutants Show Altered Expression of AtVsp in Response to Methyl Jasmonate and Wounding, 1996. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC157863/pdf/1110525.pdf>, Shimizu, Y., et al. (2010). "Methyl jasmonate induces anthocyanin accumulation in *Gynura bicolor* cultured roots." *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 46(5): 460-465.