

החברה למחקר ופיתוח קירור ואיסוס פירות ק"ש בע"מ
קרית שמונה
טל. 04-6817421, 04-6940208 פקס. 04-6940113
www.fruitlab.co.il
e-mail: fruitlab@netvision.net.il

ניסויים באחסון דובדבן

דו"ח לשנת 2009

**צוות המעבדה: דני גמרסני, אוהד נריה, אסיה גיזיס, אלה צביליניג,
מיכל מעוז-כ"ץ, ליאת עזאני ורות בן-אריה**

מרץ 2010

תודות

אייל יונאי, אריה פלג, שאול נשיץ, אנדריי -פירות גולן
שמעון אנטמן – שה"ם
סולימאן פרחאת- מו"פ צפון
טל שני – חיפה כימיקלים
פרופ' אורי מרחיים ומרדכי קורן – חברת הייפרי
ד"ר סמיר דרובי – מנהל המחקר החקלאי
ד"ר צ'ירו זבנלה – טכנולוגיות אדמנט
קובי שפרינגר, עופר שחר, רן שניימן – חברת מייטרוניקס, קיבוץ יזרעאל. Maytronics LTD.
יוסי אנג'ל ועוזי שחם – מערכות אוזון ירוקות.
שולחן מגדלי הדובדבן במועצת הצמחים.

תוכן

מס' עמוד

3	תקציר
5	1. בעית הגומה באחסון דובדבן מתוק
11	2. אחסון דובדבן במארז "הייפרי"
18	3. השפעת האוזון על איכות הדובדבן באחסון
20	4. הידרוקולוניג בדובדבן מתוק באמצעות מים שעברו אלקטרוליזה

1. בעית הגומה באחסון דובדבן מתוק

זו השנה השנייה בה מסתמנת השפעה קלה של ריסוסים בטרם קטיף הדובדבן בחנקת סידן על הפחתת שעורי הגומה המתפתחים בפרי לאחר הקטיף. אשתקד הושגה הפחתה של כ- 10% בזן בינג ע"י 3 ריסוסי חנקת סידן לקראת הקטיף. השנה נתקבלה הפחתה של קרוב ל-10% בזנים סטלה ולפינס ע"י 4 ריסוסים בבונוס שהחלו כחודש לפני הקטיף. למרות שהפחתה זו היתה לעתים מובהקת מבחינה סטטיסטית, היא אינה נותנת מענה לבעית התפתחות הגומה באחסון. לכל היותר היא עשויה להצביע על המשך כיוון המחקר, שמטרתו צריכה להיות העלאת יעילות הטיפול. יתכן שניתן להשיג זאת ע"י הגברת חדירת חנקת האשלגן לתוך הפרי. דרכים אפשריות הראויות למבחן הן ביצוע הריסוסים בשלבי התפתחות מוקדמים יותר ו/או שימוש במשטחים טובים יותר.

הקשר המובהק שנמצא בין שעורי הגומה וחדירות הממברנה של התאים, רומז על כך שאם אכן נצליח לשפר את יעילות הקליטה של מלחי אשלגן ו/או סידן, המשפיעים על תקינות הממברנות, אולי ניתן יהיה להפחית את שעורי הגומה המתפתחים בפרי.

2. אחסון דובדבן במארז "הייפרי"

הניסוי שנערך השנה היה מעין שילוב בין אחסון באווירה מתואמת לבין אחסון באווירה מבוקרת, כאשר מערכת בקרת גזים חוברה למארזים האטומים של חברת הייפרי. מאחר שמערכת הבקרה הגיעה וחברה ברגע האחרון, נדרש זמן עד להשגת הרכבי האווירה הרצויים והתייצבותם. למעשה, הטכנולוגיה נלמדה תוך כדי ביצוע הניסוי ורק לקראת סופו הושגו הרכבי האוויר שתוכננו. למרות הקשיים הללו, החלו להופיע הבדלים קלים באיכות הדובדבנים שאוחסנו בתנאים השונים החל מהשבוע הרביעי באחסון. כלומר, בתנאים המסחריים הנהוגים בבית הקירור "פירות גולן", ניתן היה לשמור על איכות פרי סבירה, ללא הגדלת שעורי הפחת שנבעו מהמטע, במשך 4 שבועות. במארזי האווירה המתואמת/מבוקרת איכות הפרי נשמרה באותה רמה במשך שבועיים נוספים. אולם בתום 6 שבועות אחסון החל רקבון להופיע בפרי בתקופת חיי המדף ובהמשך האחסון. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הרכבי האוויר השונים אולם מאחר שהיתה תנודתיות רבה בהרכב האוויר במשך מרבית תקופת האחסון, אין ללמוד מכך ששמירה על רמה יציבה של $10\% \text{CO}_2$ לא היתה עשוייה למנוע את התפתחות הרקבון. מכל מקום, מראה הפרי מבחינת טריות העוקצים, רעננות ומוצקות הפרי נשמרו היטב ואפשרו את שיווק הפרי, שכפי שנמסר, היה עדיין באיכות סבירה בסוף הניסוי, אף לאחר 7 שבועות אחסון. ראוי לציין שטעם הפרי במבחני טעימה הוגדר כדי טוב (7.5 מתוך 10) ע"י צוות טועמים, במועד זה.

3. השפעת האוזון על איכות הדובדבן באחסון

נבדקה השפעת טבילת דובדבנים במים מועשרים באוזון (3 ח"מ) על איכות הפרי לאחר 3 שבועות אחסון ב- 0°C . לאור ההשפעה המיטיבה של הטיפול בהפחתת שעור הגומה, שהתפתחה בפרי במהלך האחסון, ראוי יהיה לבחון את היישום של אוזון במי ההידרוקולינג.

4. הידרוקולוניג בדובדבן מתוק באמצעות מים שעברו אלקטרוליזה

נערך ניסוי השוואתי בדובדבן מתוק, אשר קורר בהידרוקולינג עם תמיסת כלור בריכוז 100 ח"מ, כשהתמיסה הוכנה בשתי שיטות: האחת ע"י קלציום היפוכלוריט והשנייה ע"י אלקטרוליזה של תמיסת מלח. הניסוי בוצע בתנאים מסחריים. באופן עקבי, התוצאות הטובות ביותר של איכות הפרי לאחר האחסון וחיי המדף התקבלו בשיטת ההידרוקולינג עם מים שעברו אלקטרוליזה, אולם בשל השונות הרבה באיכות הפרי בין ששת מטעי הניסוי, ההבדל בין שתי המערכות הנבדקות לא היה מובהק ברמת ביטחון של 95%.

עם זאת, שיעור הרקבון בפרי שטופל ב-Oxineo (אלקטרוליזה) הופחת בהשוואה לפרי שטופל באוויר מקורר, בעקבות עיכוב התפתחות העובש האפור (*Botrytis cinerea*), עיכוב שלא התרחש במערכת המוכלת המסחרית. מאידך, נראה כי בהשוואה לאוויר מקורר, גרם ההידרוקולינג להגברת היקף וחומרת הפגם הפיזיולוגי המכונה גומה, פגם הפוגע באיכות הפרי באחסון, כמתואר בניסוי הנ"ל. למרות זאת, התוצאות מצביעות כי שיטת ההידרוקולינג עם מים שעברו אלקטרוליזה עדיין הזיקה פחות מהשיטה המסחרית הנוכחית.

1. בעיית הגומה באחסון דובדבן מתוק

הגומה בדובדבן היא פגם פיזיולוגי המתפתח בדובדבן בפרי הקטוף, אשר נמצא כגורם העיקרי לירידה בסיווג הפרי בזנים רגישים. בספרות המקצועית קושרים את הופעת הגומה בטיפול לא זהיר בפרי בעת הקטיפה ולאחריו, אולם לא הצלחנו למצוא תימוכין להשערה זו בניסויים שערכנו עד כה בפירות של מטעי רמת הגולן. הפרי מאזור זה רגיש במיוחד, בהשוואה לפרי מאותם זנים הגדלים באזורי גידול אחרים (מרום הגליל, הרי ירושלים וגוש עציון) ולכן קיימת השערה שאחד הגורמים המשפיעים על רגישות הפרי לתופעה הוא הזנת הפרי, בגין סוגי הקרקע השונים. בעבר ערכנו השוואות בהרכב המינרלי של הפרי מאזורי הגידול השונים בהקשר לגומה, אך לא התקבלו ממצאים חד-משמעיים, שחזרו על עצמם במשך 3 שנות המחקר. עם זאת, היו רמזים שיתכן שמעורבים היסודות אשלגן וסידן בהתהוות הגומה. ניסויים בריסוסי סידן במשך שנתיים, לא העידו על אפשרות של הפחתת הנזק באמצעותם. אשתקד, הוחל בבדיקת אפשרות הפחתה בעזרת ריסוסי עלווה בחנקת האשלגן. הסתמנה נטייה להפחתת שעורי הנזק בעקבות 3 ריסוסים בחנקת האשלגן לקראת הקטיפה. נמצא שקצב התפתחות הגומה, שמתקדם באופן ליניארי במשך 3 שבועות אחסון ב-0°C, הואט בעקבות הטיפול בחנקת האשלגן. לפיכך, הוחלט השנה לחזור על הניסוי תוך הרחבת מספר הריסוסים. כמו כן, נבחנה ההשערה שהתפתחות הגומה נובעת משינויים בתקינות קרומי התאים. נבחרו שני זנים רגישים – סטלה ולפינס – הפרי נקטף בתנאים מסחריים, לפי הנחיות בית הקירור "פירות גולן".

חומרים ושיטות

הניסוי הוצע בחלקה בת 7 במטע קשת. בשתי שורות סטלה 6 בלוקים של 12 עצים כל אחד ובארבע שורות לפינס סומנו גם כן 6 בלוקים של 12 עצים, עבור 6 הטיפולים באקראי, כשלכל טיפול עץ אחד ועץ הפרדה בין עצי הטיפול. הטיפולים:

1. בקורת ללא ריסוס.
 2. ריסוס אחד בחנקת אשלגן (חיפה כימיקלים) 1%, שבוע לפני הקטיפה.
 3. 2 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%, אחת לשבוע עד לקטיפה.
 4. 3 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%, אחת לשבוע עד לקטיפה.
 5. 4 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%, אחד לשבוע עד לקטיפה.
 6. 4 ריסוסים בבנוס 1% (חיפה כימיקלים), אחת לשבוע עד לקטיפה.
- הריסוסים בוצעו במרסס רובים בנפח כ-5 ליטר לעץ, עד נגירה.
- בזן סטלה הוחל בריסוסים ב-15.5 והקטיפה בוצע ב-16.6.09.
- בזן לפינס הוחל בריסוסים ב-22.5 והקטיפה בוצע ב-22.6.09.
- הפרי נקטף בזהירות ישירות לסלסילות. מכל עץ (חזרה) נקטפו 4 ק"ג פרי - 2 ק"ג פרי לבדיקות בעת הקטיפה ולאחר חיי מדף ו-2 ק"ג פרי לאחסון וחיי מדף. הפרי שיועד לאחסון קורר במים ב-0°C במשך כ-20 דקות עד הגיע טמפי הפרי ל-1°C לפני אחסונו ב-0°C. למחרת נעטפו הסלסילות

בשקיות פוליאתילן צפוף והפרי אוחסן במשך 3 שבועות. בעת ההוצאה מקירור מחצית הפרי הועברה ליומיים בחיי מדף (20°C , 65% לחות יחסית), ללא עטיפה. בכל מועד בדיקה מוויין 1 ק"ג פרי מכל חזרה לפרי רקוב, פרי עם גומה (קלה, בינונית או קשה) ופרי תקין. לאחר שקילת הפרי, נדגמו 10 פירות תקינים, 10 פירות עם גומה קשה לבדיקת תכולת הכ.מ.מ ותקינות קרומי התאים. תקינות קרומי התאים הוערכה ע"י מדידת אחוז האלקטרוליטים שדלפו מדיסקיות של פרי שטולטלו במים מזוקקים במשך שעה ב- 20°C . סה"כ האלקטרוליטים נקבע לאחר הקפאת הדיסקיות והפשרתן. דיסקית בקוטר 6 מ"מ נדגמה מכל אחד מ-10 פירות (סה"כ משקל 1 גרם) והושרו ב-15 מ"ל מים מזוקקים במבחנה, תוך טלטול בקצב של 200 סל"ד במשך שעה אחת. כמות האלקטרוליטים הוערכה ע"י מדידת המוליכות החשמלית של התמיסה במכשיר Extech EC400, לאחר שעה ולאחר ההקפאה וההפשרה. התוצאות נותחו ב-Anova והפרדה בין הממוצעים בוצע לפי מבחן הטווחים המרובה של Duncan, בעזרת תכנת SPSS גרסה 17.0.

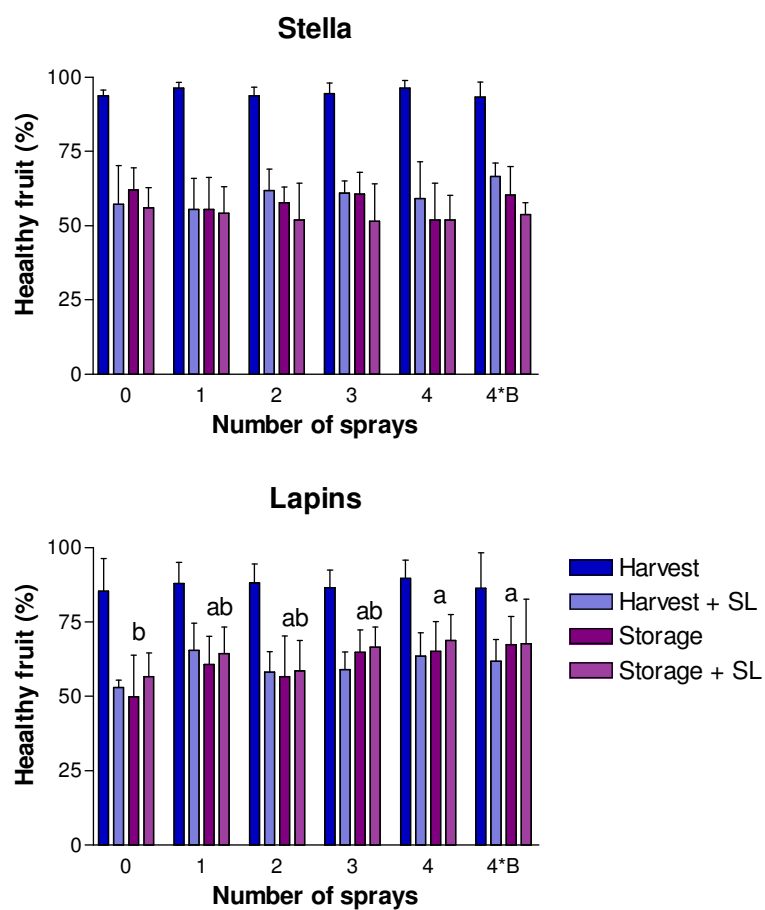
תוצאות

בעת הקטיף כמות הפרי הנגועה בגומה הייתה ברמה נמוכה יחסית בזן סטלה (3-7%) וברמה בינונית (10-15%) בזן לפינס, ללא הבדלים בין הטיפולים, כששארית הפרי היתה כולה תקינה (איור 1). תוך 5 ימי חיי מדף עלה שיעור הגומה בפרי הבקורת ל-38-46% בשני הזנים, אולם בעוד שלא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בזן סטלה, הרי שבזן לפינס היתה הפחתה מובהקת בשיעור הגומה בשני הטיפולים עם 4 ריסוסי חנקת אשלגן או בונוס, שהתבטאה בעלייה בשיעור הפרי התקין. במהלך 3 שבועות אחסון ועוד יומיים בחיי מדף לא השתנתה תמונת המצב. שעורי הרקבון (נתונים אינם מוצגים) היו נמוכים מאד בזן סטלה (<1%) והופיעו רק בתום יומיים בחיי המדף לאחר האחסון. בזן לפינס היה מעט רקבון גם לאחר חיי מדף מיד לאחר הקטיף ובמהלך האחסון. לאחר חיי מדף בתום האחסון, שיעור הרקבון המירבי נמצא בפרי הבקורת (2.4%), אך ההבדלים בין הטיפולים לא היו מובהקים. לא נמצא קשר בין הגומה לבין הרקבון. נבחנה ההשערה שהתפתחות הגומה קשורה לשינוי בחדירות הממברנות של התאים, כפי שבא לידי ביטוי בדליפת אלקטרוליטים מהתא. בשני הזנים חלה עלייה מובהקת בחדירות הממברנות בתקופת חיי המדף לאחר הקטיף, אך היא היתה חזקה יותר במהלך האחסון בקירור (טבלה 1).

טבלה 1 – השינוי באחוזי דליפת האלקטרוליטים במהלך חיי מדף ואחסון שני זני דובדבן (ערכים ממוצעים מכל הטיפולים בכל מועד)

דליפה (%)		מועד הבדיקה
לפינס	סטלה	
61.7c	52.0c	קטיף
83.1b	69.3b	5 ימים ב-20°C
93.0a	81.4a	3 שבועות ב-0°C
90.0a	86.7a	3 שבועות ב-0°C + יומיים ב-20°C

a-c – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p \leq 0.05$) בין הערכים בכל טור.



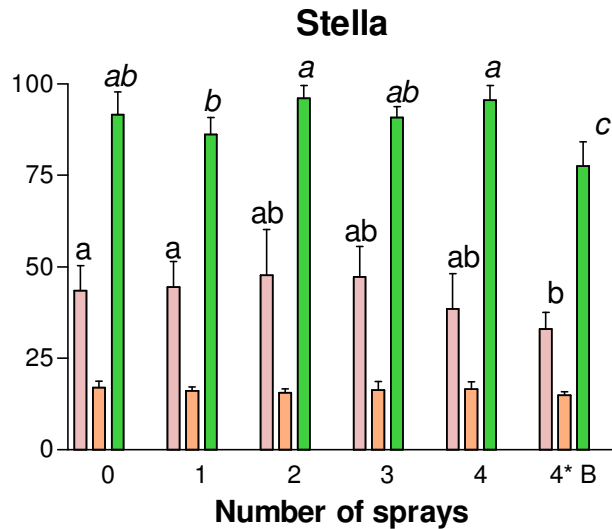
איור 1 – השפעת ריסוסים בחנקת האשלגן על שעורי הפרי התקין בזמן הקטיף, לאחר 5 ימים ב-20°C, בעת הוצאת הפרי מקירור (3 שבועות ב-0°C) ולאחר יומיים נוספים ב-20°C.

B – ריסוסי בונס

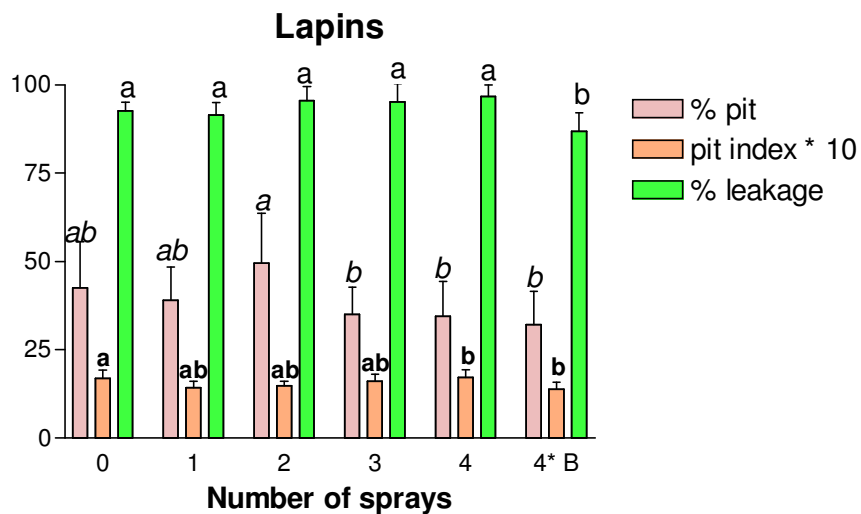
a-b – אותיות שונות מצביעות על הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בהשוואה בין הטיפולים, לא נתקבלו הבדלים בשני מועדי הבדיקה הראשונים (קטיף וחיי מדף) אולם בהוצאה מקירור היתה הפחתה מובהקת באחוזי הדליפה בזן לפינס ובזן סטלה, לאחר קירור וחיי מדף, בטיפול של 4 ריסוסי בונוס, בהשוואה לפרי לא מטופל (איור 2).

אחסון + חיי מדף



3 שבועות אחסון

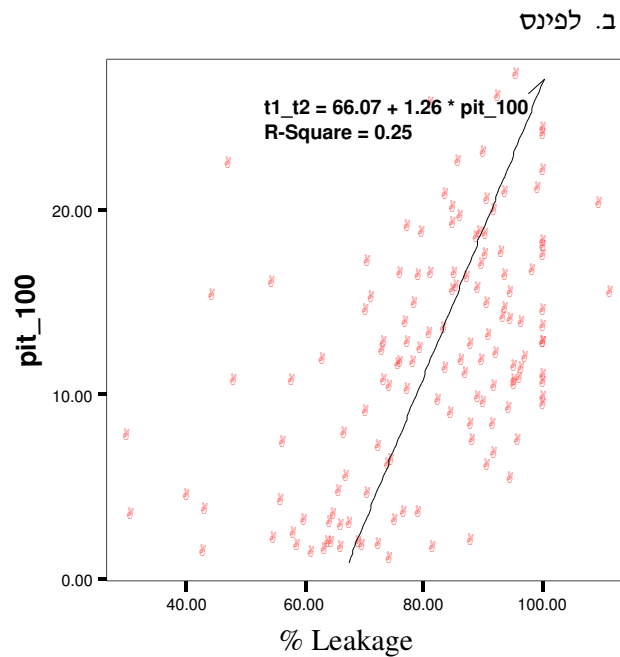
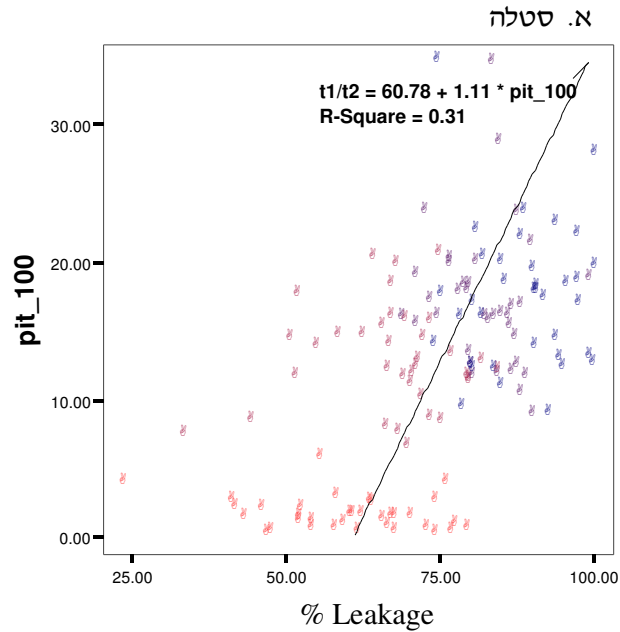


איור 2 – השפעת ריסוסים בחנקת האשלגן על שעורי הפרי עם גומה, על חומרת הנגיעות בגומה ועל אחוז דליפת האלקטרוליטים מהפרי בזן לפינס, לאחר 3 שבועות אחסון ב-0°C ובזן סטלה, לאחר 3 שבועות אחסון ב-0°C ועוד יומיים ב-20°C.

=B תכשיר בונוס (חיפה כימיקלים)

a-b, a-c, a-b עמודות עם אותיות שונות בכל מועד נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

הפחתה זו הקבילה לירידה בשעורי הפרי הנגועים בגומה ובבדיקת הקורלציה בין שעורי הדליפה לבין אחוזי הנגיעות בגומה נתקבל קשר מובהק בשני הזנים ($p=0.000$), אם כי לא מאד חזק ($r=0.50$ $r=0.56$ בסטלה ולפינס בהתאמה, איור 3).



איור 3 – הקשר בין שעורי דליפת האלקטרוליטים מדיסקיות הפרי לבין אחוזי הגומה מפרי, בכל הטיפולים ומועדי הבדיקה.

לא נצפתה השפעה של הריסוסים על מדדי איכות אחרים של הפרי, כגון צבע גודל ומוצקות (נתונים אינם מוצגים). אולם, בזן לפינס היתה הפחתה מובהקת ברמת הכ.מ.מ בעיקר בטיפולים של 3 ו-4 ריסוסים (טבלה 2).

טבלה 2 – השפעת ריסוסים בחנקת אשלגן על שיעורי הכ.מ.מ. בדובדבני סטלה ולפינס (הנתונים הם ממוצעים מ-4 מועדי הבדיקה).

הטיפול	כ.מ.מ (%)	
	סטלה	לפינס
בקורת	15.9±1.01	16.3±0.83a
ריסוס אחד בחנקת אשלגן 1%	16.2±0.85	15.7±0.56b
2 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%	16.0±1.04	15.9±0.77ab
3 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%	15.8±0.95	15.6±1.14bc
4 ריסוסים בחנקת אשלגן 1%	16.3±1.33	15.5±0.97bc
4 ריסוסים בבנוס 1%	15.8±1.18	15.3±1.01c

סיכום ומסקנות

זו השנה השניה בה מסתמנת השפעה קלה של ריסוסים בטרם קטיף הדובדבן בחנקת סידן על הפחתת שעורי הגומה המתפתחים בפרי לאחר הקטיף. אשתקד הושגה הפחתה של כ- 10% בזן בינג ע"י 3 ריסוסי חנקת סידן לקראת הקטיף. השנה נתקבלה הפחתה של קרוב ל-10% בזנים סטלה ולפינס ע"י 4 ריסוסים בבנוס שהחלו כחודש לפני הקטיף. למרות שהפחתה זו היתה לעתים מובהקת מבחינה סטטיסטית, היא אינה נותנת מענה לבעיית התפתחות הגומה באחסון. לכל היותר היא עשויה להצביע על המשך כיוון המחקר, שמטרתו צריכה להיות העלאת יעילות הטיפול. יתכן שניתן להשיג זאת ע"י הגברת חדירת חנקת האשלגן לתוך הפרי. דרכים אפשריות הראויות למבחן הן ביצוע הריסוסים בשלבי התפתחות מוקדמים יותר ו/או שימוש במשטחים טובים יותר.

הקשר המובהק שנמצא בין שעורי הגומה וחדירות הממברנה של התאים, רומז על כך שאם אכן נצליח לשפר את יעילות הקליטה של מלחי אשלגן ו/או סידן, המשפיעים על תקינות הממברנות, אולי ניתן יהיה להפחית את שעורי הגומה המתפתחים בפרי.

2. אחסון דובדבן במארז "הייפרי"

בעקבות תוצאות מעודדות בקנה מידה של אריזת משטחים בודדים במארזים קטנים אשתקד, הוחלט לבדוק התכנות אחסון הפרי במארז גדול, בהשוואה למארז הקטן ולנוהג המסחרי המקובל של עטיפת משטחים בחדרי הקירור.

הניסוי נערך בבית הקירור של "בראשית" בפירות גולן, כאשר המארזים חוברו השנה למערכת בקרה למדידת הרכב האוויר בכל מארז, תוך תיקון לנוסחה המבוקשת, ע"י הזרמת חנקן, פחדו"ח או אוויר. מערכת הבקרה סופקה ע"י חברת אמפרוקו, אשקלון.

הניסוי בוצע בפרי מזון סטלה, שנקטף ב- 21.6.09 ונדגם במטעים של אורטל, מרום גולן, עין זיוון וקשת. ב-21.6.09 נבנו 12 משטחים שהכילו כל אחד אותה כמות פרי מכל חלקה, עבור אריזה כמשטחים בודדים. ב-18.6.09 נבנו 10 משטחים של פרי מ-4 חלקות אחרות באותם מטעים, לאחסון במארז אחד גדול. בניית המשטחים נעשתה לאחר שהפרי קורר במים ל-2°C והם אוחסנו בחדר קירור ב-0°C. המארזים נאטמו בעזרת רוכסנים מיוחדים, שיוצרו במפעל של קיבוץ יראון, וחוברו למערכת בקרה והזרמה של גזים ב-26.6, לקבלת שני הרכבי אוויר במארזים הקטנים: $3\%O_2+5\%CO_2$ $5\%O_2+10\%CO_2$. במארז הגדול ההרכב המבוקש היה $6\%O_2+6\%CO_2$. מארז קטן אחד מכל הרכב אוויר נפתח לאחר 3, 4, 6 ו-7 שבועות והמארז הגדול נפתח לאחר 5 שבועות אחסון, לבדיקת איכות הפרי ולשיווק. לאחר 6 שבועות אחסון עלה שיעור הרקבון בפרי לכ-20% בתקופת חיי המדף והניסוי הופסק.

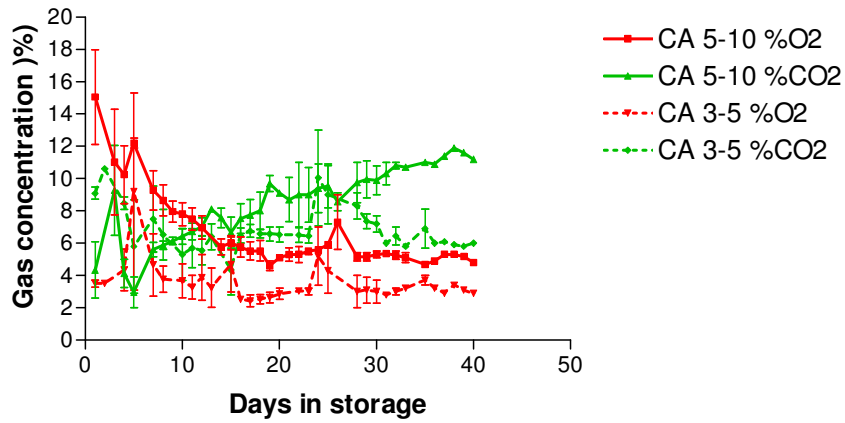
בכל מועד פתיחה נלקח מדגם של 2 ק"ג פרי מכל אחד מ-4 המטעים בכל אחד מהמארזים. מחצית הפרי נבדקה ביום הפתיחה והמחצית השנייה הושתה ב-20°C ו-70% לחות יחסית במשך יומיים עד לבדיקתו הסופית. הבדיקה כללה מיון הפרי לפי רקבון על סוגיו, גומה, הסתדקות, הצטמקות, פגמים אחרים ופרי תקין, לפי סדר עדיפות זה. כלומר, כל פרי בודד סווג על פי פגם אחד בלבד. מצב העוקצים הוערך לגבי כלל הפרי בחזרה לפי מדד: 1=חום ויבש 2=חום-ירוק 3=ירוק ורענן. 10 פירות מכל חזרה מויינו על פי המוצקות בלחיצת אצבע לפרי קשה, גמיש או רך. תוצאות של מיון הפרי המסחרי במערך המיון של 'פירות גולן' נאספו רק לאחר 4 שבועות אחסון של 3 מארזים קטנים (מדגמים מעורבים של פרי מ-4 חלקות).

תוצאות

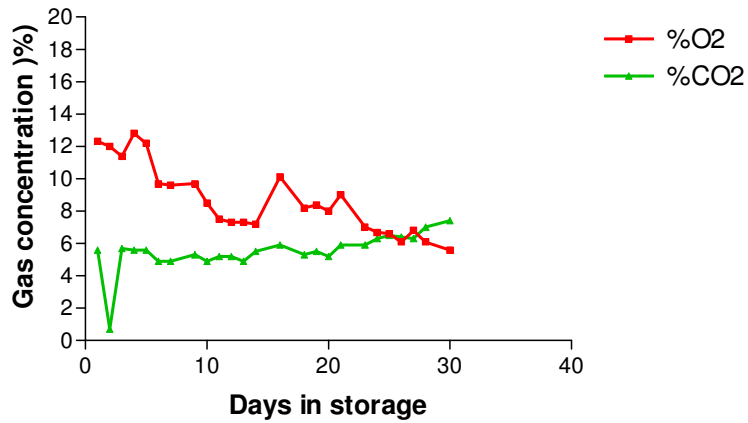
א. הרכב האוויר במארזים

באיור 1 מתואר הרכב האוויר הממוצע בשתי הקבוצות של המארזים הקטנים. סטיות התקן הגדולות מעידות על חוסר אחידות רבה בהרכב האוויר ב-4 המארזים בכל קבוצה. ההרכב המבוקש של $3\%O_2+5\%CO_2$ הושג, פחות או יותר, לאחר שבועיים ואילו בקבוצת המארזים השניה ($5\%O_2+10\%CO_2$) הושגה האווירה הרצויה כעבור כ-3 שבועות. הרכב האווירה הרצוי במארז הגדול הושג רק לאחר 24 יום.

א. מארזים קטנים



ב. מארז גדול



איור 1: הרכב האווירה במארזים הקטנים (א') ובמארז הגדול (ב') במהלך תקופת האחסון ב-0°C.

הנתונים במארזים הקטנים הם ממוצעים של 4 חזרות במשך 3 השבועות הראשונים, של 3 חזרות בשבוע הרביעי, של 2 חזרות בשבועיים הבאים ושל חזרה אחת בשבוע האחרון.

ב. איכות הפרי במארזים הקטנים

מצב הבשלת הפרי ב-8 חלקות המדגם בשני ימי הקטיף מתוארת בטבלה 1.

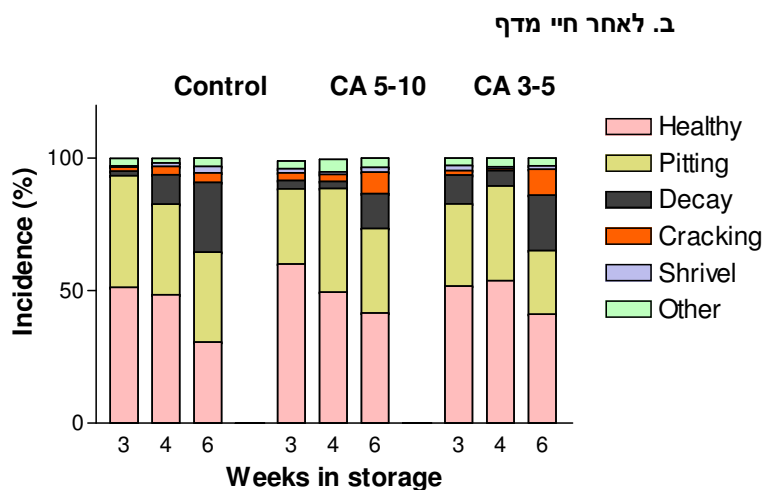
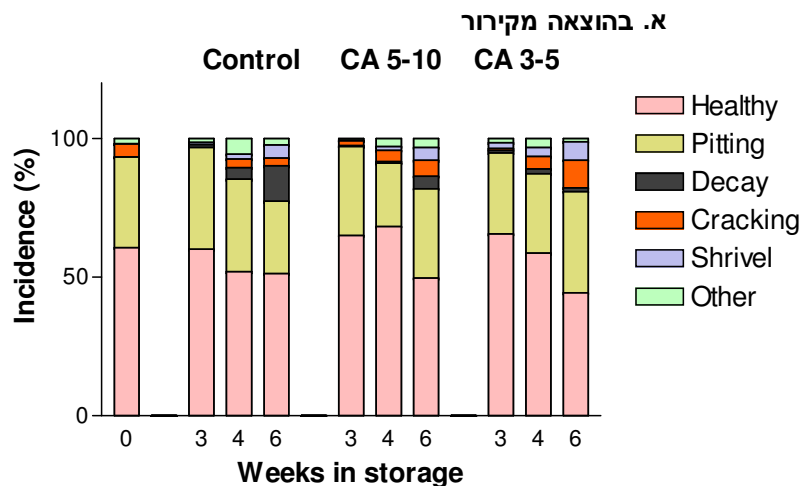
טבלה 1 – מצב הבשלת הפרי ואיכותו בעת הקטיף.

תאריך הקטיף	חלקת המדגם	צבע			מדד מוצקות (1-4)	כ.מ.מ (%)	חומצה (%)	מדד עוקצים (1-3)	פרי תקין (%)
		H°	C	L					
18.6.09	קשת	16.9	27.5	27.4	3.33	18.7	1.18	3.0	32.2
	אורטל	17.9	26.7	27.8	3.16	15.1	1.14	3.0	36.1
	מרום גולן 7	15.5	25.2	27.2	2.58	21.3	1.39	2.5	36.2
	עין זיוון 8	15.2	25.4	26.3	3.70	17.6	1.30	3.0	38.9
22.6.09	קשת	16.8	22.6	26.6	3.50	16.8	1.23	2.5	48.1
	אורטל	16.1	27.2	27.7	3.10	15.9	1.15	3.0	65.4
	מרום גולן 3	12.3	19.9	23.8	3.70	17.4	1.20	3.0	62.8
	מרום גולן 4	13.2	21.8	25.5	2.75	19.7	1.25	3.0	66.6

בפרי שנקטף ב-18.6.09 עבור המארז הגדול, הפרי ממרום גולן היה יוצא דופן בהיותו הבשל ביותר מבחינת צבע, מוצקות ותכולת הכ.מ.מ, אולם איכות הפרי ההתחלתית מכל החלקות היתה ירודה עם פחות מ-40% פרי תקין, בעיקר בגין שעורי גומה גבוהים. בפרי מהקטיף השני, שיועד לאחסון במארזים הקטנים, היה הפרי מאורטל פחות בשל מבחינת צבע ותכולת כ.מ.מ והפרי ממרום גולן היה שוב הבשל ביותר בשני המדדים האלה. איכות הפרי החיצונית היתה לרוב טובה יותר (מעל ל-60% פרי תקין) למעט הפרי מקשת: שוב הפגם העיקרי היתה הגומה (איור 2א' – זמן 0). לאחר 3 שבועות אחסון לא חל שינוי משמעותי באיכות הפרי ב-3 הטיפולים בעת ההוצאה מקירור וגם לאחר חיי מדף, חלה רק ירידה מעטה באיכות הפרי (איור 2 ב'). לאחר 4 שבועות אחסון היה יתרון קל למארזים ברמות הפרי התקין, אך הוא לא נשמר בחיי מדף. היתרון של המארזים האטומים בעת ההוצאה מקירור, היה בולט גם בתוצאות המיון המסחרי, אך ללא הבדל בין שתי נוסחאות האווירה (טבלה 2).

טבלה 2: סיווג הפרי במערך המיון המסחרי לאחר 4 שבועות אחסון (באחוזים).

הטיפול בקורת	סוג א'	סוג ב'	סוג ג'	בררה
	24	69	2	4
3% O ₂ + 5% CO ₂	60	36	2	1
5% O ₂ + 10% CO ₂	79	19	1	1



איור 2 – השפעת אחסון במארזים אטומים עבור משטח בודד, עם בקרת אווירת האחסון, על איכות דובדבני סטלה בעת ההוצאה מקירור ב- 0°C (א), ולאחר יומיים בחיי מדף (ב).

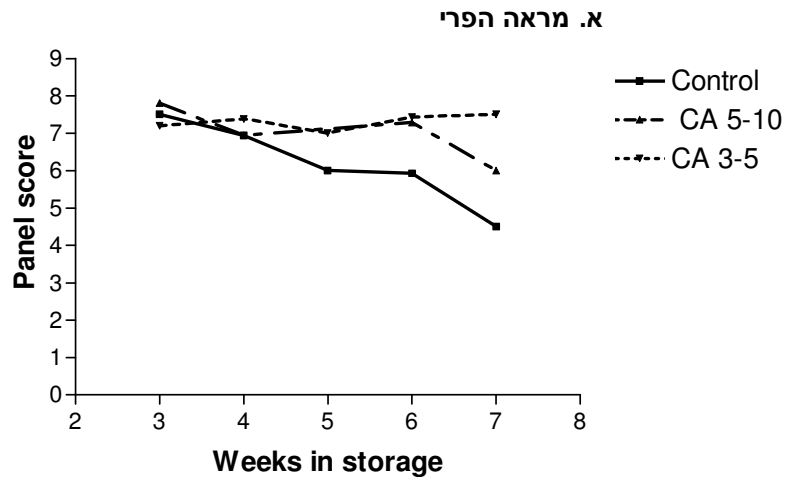
Control- השיטה המסחרית

CA 5-10 - $5\%\text{O}_2+10\%\text{CO}_2$ במארז

CA 3-5 - $3\%\text{O}_2+5\%\text{CO}_2$ במארז

לאחר 6 שבועות אחסון, כשחלה ירידה משמעותית בתקופת חיי המדף באיכות פרי הבקורת, בגין התפתחות שעור גבוה של רקבון, ניתן היה להבחין ביתרון מסוים לפרי שאוחסן בריכוז CO_2 גבוה. יתרון זה הובחן גם עיני צוות הטועמים, שהעריכו גם את מראה הפרי (איור 3 א'). ההבדל המובהק לאחר 6 ו-7 שבועות נבע בעיקר ממצב העוקצים ומהמראה החיוני של הפרי. היתרון המובהק של טריות העוקצים בפרי שאוחסן במארזים לעומת הבקורת המסחרית, בא לידי ביטוי רק לאחר 6 שבועות אחסון (איור 4). בכל תנאי האחסון נשמרה מוצקות הפרי במהלך האחסון וההתרככות

הקלה שחלה בתקופת חיי המדף היתה זהה בכל הטיפולים. בטעם הפרי הובחן בהבדל משמעותי בין הבקורת לבין המארזים האטומים רק לאחר 7 שבועות אחסון (איור 3 ב').

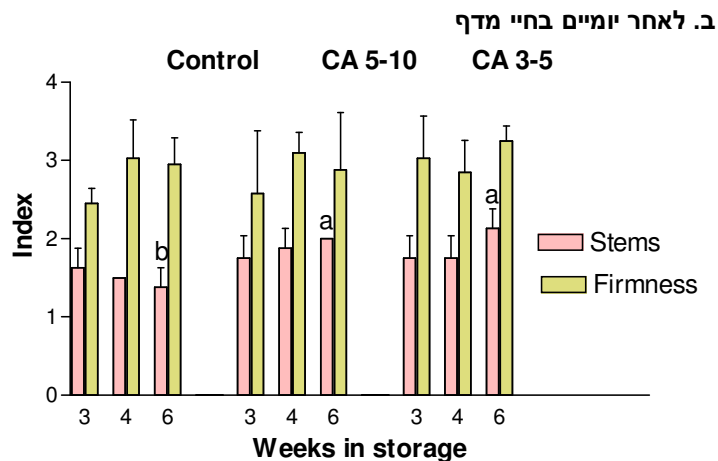


איור 3 – השפעת אחסון במארזים אטומים עבור משטח בודד עם בקרת אווירת האחסון, על מראה וטעם דובדבני סטלה, לאחר יומיים של חיי מדף בתום האחסון בקירור.

Control- השיטה המסחרית

CA 5-10 - $5\%O_2+10\%CO_2$ במארז

CA 3-5 - $3\%O_2+5\%CO_2$ במארז



איור 4 – השפעת אחסון במארזים אטומים עבור משטח בודד עם בקרת אווירת האחסון, על טריות העוקצים ומוצקות הפרי.

Control- השיטה המסחרית

CA 5-10 - $5\%O_2+10\%CO_2$ במארז

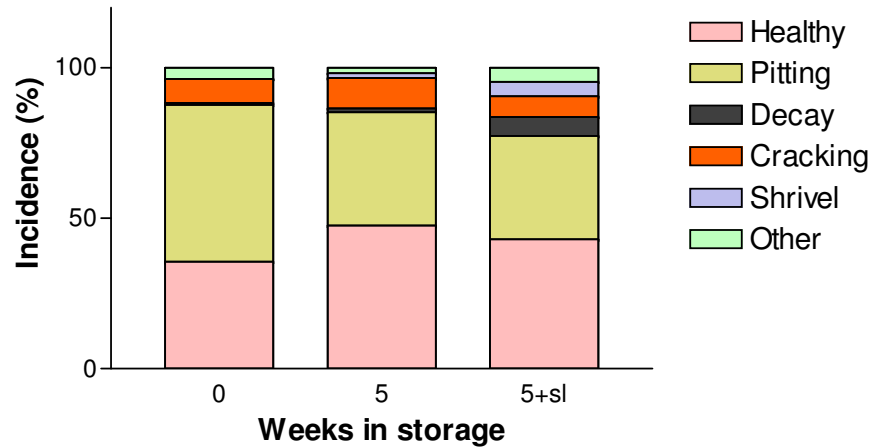
CA 3-5 - $3\%O_2+5\%CO_2$ במארז

a-b – אותיות שונות מעידות על הבדלים מובהקים בין תנאי האחסון באותו מועד

הבדיקה ($p \leq 0.05$)

ג. אחסון הפרי במארז הגדול

למרות שאיכות הפרי ההתחלתית היתה לכאורה גרועה, הרי שבמהלך האחסון של 5 שבועות ב- 0°C , היא לא השתנתה בצורה מובהקת (תמונה 1). היתה אפילו הפחתה בשיעור הגומה (איור 5). גם לאחר יומיים בחיי מדף לא הופחת שיעור הפרי התקין, אך היתה עלייה קלה בשיעור הרקבון על חשבון הפרי עם גומה.



איור 5 – השפעת אחסון במארז גדול עם אוויר מבוקר ($3\% \text{O}_2 + 5\% \text{CO}_2$) על איכות דובדבני סטלה לאחר 5 שבועות אחסון ב- 0°C ועוד יומיים בחיי מדף (SL).

אוויר רגיל



אוויר מבוקר



תמונה 1: מראה הפרי בעת ההוצאה מקירור במארז גדול באוויר מבוקר ($3\% \text{O}_2 + 5\% \text{CO}_2$) לאחר 5 שבועות אחסון (מימין) בהשוואה לפרי מאחסון באוויר רגיל (משמאל).

סיכום

הניסוי שנערך השנה היה מעין שילוב בין אחסון באווירה מתואמת לבין אחסון באווירה מבוקרת, כאשר מערכת בקרת גזים חוברה למארזים האטומים של חברת הייפרי. מאחר שמערכת הבקרה הגיעה וחבורה ברגע האחרון, נדרש זמן עד להשגת הרכבי האווירה הרצויים והתייצבותם.

למעשה, הטכנולוגיה נלמדה תוך כדי ביצוע הניסוי ורק לקראת סופו הושגו הרכבי האוויר שתוכננו. למרות הקשיים הללו, החלו להופיע הבדלים קלים באיכות הדובדבנים שאוחסנו בתנאים השונים החל מהשבוע הרביעי באחסון. כלומר, בתנאים המסחריים הנהוגים בבית הקירור "פירות גולן", ניתן היה לשמור על איכות פרי סבירה, ללא הגדלת שעורי הפחת שנבעו מהמטע, במשך 4 שבועות. במארזי האווירה המתואמת/מבוקרת איכות הפרי נשמרה באותה רמה במשך שבועיים נוספים. אולם בתום 6 שבועות אחסון החל רקבון להופיע בפרי בתקופת חיי המדף ובהמשך האחסון. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הרכבי האוויר השונים אולם מאחר שהיתה תנודתיות רבה בהרכב האוויר במשך מרבית תקופת האחסון, אין ללמוד מכך ששמירה על רמה יציבה של $10\%CO_2$ לא היתה עשוייה למנוע את התפתחות הרקבון. מכל מקום, מראה הפרי מבחינת טריות העוקצים, רעננות הפרי ומוצקות הפרי נשמרו היטב ואפשרו את שיווק הפרי, שכפי שנמסר, היה עדיין באיכות סבירה בסוף הניסוי, אף לאחר 7 שבועות אחסון. ראוי לציין שטעם הפרי במבחני טעימה הוגדר כדי טוב (7.5 מתוך 10) ע"י צוות טועמים, במועד זה.

3. השפעת האוזון על איכות הדובדבן באחסון

רקע

הנוהג לטיפול בדובדבן לאחר הקטיף הוא קירור מהיר במים (הידרוקולינג) להורדת טמפרטורת הפרי במהירות האפשרית, על מנת להאריך ככל האפשר את חיי המדף של פרי זה, שבאופן טבעי הם קצרים במיוחד, כתוצאה מקצב הנשימה הגבוה של הפרי ורגישותו להתפתחות רקבון. מהסיבה השניה יש צורך גם לחטא את המים הקרים ותכשיר החיטוי המקובל הוא היפוכלורייט במינון 100 ח"מ כלור. נדיפות הכלור והתפרקותו במגע עם חומר אורגני מחייבות מדידה רציפה של ריכוזו במים ושמירה על הריכוז ע"י תוספת תכשיר לעיתים קרובות. לפיכך מכשיר המספק אוזון למים עשוי להיות נוח יותר ליישום, במידה שהטיפול יהיה יעיל. לרשות המעבדה הועמד מכשיר המספק מי אוזון במינון של 3 ח"מ למטרות חיטוי מים ביתי, על-ידי חברת מערכות אוזון ירוקות בע"מ. נעשה שימוש במכשיר זה לבחינה ראשונית של טיפול בדובדבן לקראת האחסון.

חומרים ושיטות

דובדבן מזן לפינס, שנקטף ב-22.6.09 במטע אורטל, הובא למעבדה והוחזק ב-20°C במשך לילה. למחרת, הפרי חולק ל-10 מנות של 250 גרם שהושרו במשך 5 דקות – מחציתם במי ברז רגילים (24°C) ומחציתם במי אוזון – 3 ח"מ (21°C). לאחר הטבילה הפרי הועבר לאחסון ב-0°C, כשהוא מאוחסן בסלסלות מכוסות בפוליאית'לן צפוף. הפרי נבדק לאחר 3 שבועות אחסון והפרי הבריא הועבר לחיי מדף ונבדק שנית כעבור יומיים ב-20°C.

תוצאות

בהוצאה מקירור היו שעורים נמוכים ביותר (פחות מ-0.5%) של רקבון, הסתדקות, הצטמקות ופציעה בפרי משני הטיפולים ועיקר הפגיעה היתה הגומה, ששעוריה הופחתו ב-10% בעקבות הטיפול באוזון (טבלה 1). כתוצאה מכך היה שיעור הפרי התקין לאחר הטיפול במי אוזון גם כן גבוה במובהק לעומת פרי הבקורת.

טבלה 1: השפעת מי אוזון על איכות דובדבן לפינס לאחר 3 שבועות אחסון ב-0°C ויומיים ב-20°C.

הטיפול	פרי נגוע בגומה (%)	פרי תקין (%)	מראה הפרי (1-10)	טעם הפרי (1-10)
בקורת	51.9	44.0	7.0	7.0
3 ח"מ אוזון- 5 דקות	41.6*	57.1*	6.3	6.3

*נבדל מהבקורת ברמת מובהקות של $p \leq 0.01$ לפי מבחן t.

בבחינת מראה וטעם הפרי לאחר חיי המדף, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, כפי שהם הוערכו ע"י צוות של 9 מעריכים, אך נמסר על פחיתה קלה במראה הפרי המטופל באוזון.

במדידות צבע הפרי, נתקבלו מדדים נמוכים במובהק עבור הפרי המטופל באוזון (טבלה 2), המעידים על עמעום צבע הפרי, ויתכן שזה מסביר את הערך הנמוך יותר למראה הפרי. לא הובחן בהבדלים כלשהם בטריות העקצים, מוצקות הפרי ותכולת הכ.מ.מ.

טבלה 2: צבע דובדבני לפינס לאחר האחסון.

H	C	b	a	L	
19.5	30.4	10.4	28.5	30.3	בקורת
17.0*	26.2*	7.8*	25.0*	28.1*	3 ח"מ אוזון – 5 דקות

* נבדל מהבקורת ברמת מובהקות של $p \leq 0.01$ לפי מבחן t.

סיכום

לאור ההשפעה המטיבה של טיפול האוזון במים בהפחתת שיעור הגומה שהתפתח בפרי במהלך האחסון, ראוי יהיה לבחון את היישום של אוזון במי ההידרוקולינג.

4. הידרוקולוניג בדובדבן מתוק באמצעות מים שעברו אלקטרוליזה

אורך חיי המדף של הדובדבנים לאחר הקטיף הינו קצר מאוד. על כן מיד לאחר הקטיף המסחרי הפרי עובר טיפול בהידרוקולינג, לשם הורדה מהירה של הטמפרטורה לכ-0°C שמאטה את הפעילות המטאבולית ושומרת על איכותו לאורך תקופת השיווק. על מנת למנוע רקבון הנגרם בעקבות הצטברות והתברות של מיקרואורגניזמים מוסף כלור (100 ח"מ) למים. משך טיפול ההידרוקולינג שניתן הוא 20-30 דקות, כתלות בטמפרטורה ההתחלתית של הפרי. לאחר מכן הפרי מועבר לקירור ב-0°C, עד לאריזתו לשיווק. באחסון ממושך עד כחודש ימים, הפרי נעטף בשקית פלסטית על מנת למנוע איבוד מים והתכווצות הפרי. הגורמים העיקריים להידרדרות מצב הפרי בקירור הם התפתחות מחלות כתוצאה מפטריות והיוצרות גומות – נזק פיזיולוגי. נזקים נוספים, שכיחים פחות הם: סדקים, התכווצות, הזדקנות קליפת הפרי, איבוד מוצקות ואיבוד הברק. טריות העוקץ ורעננות הפרי גם הם אובדים בקירור. מטרת המחקר הנוכחי היא להעריך את יעילות פיתוח טכנולוגי חדש ליצירת יחידות חמצון במים ע"י מכשיר Quick-Start Oxineo, שפותח על ידי טכנולוגיות אדמאנט SA, לשם הידרוליזה תמיסת מלח, המייצרת יוני כלור ויונים מחמצנים נוספים, כטיפול בהידרוקולינג לשמירת איכות דובדבן מתוק לאחר קטיף, במהלך האחסון ובחיי מדף.

שיטות וחומרים

הניסוי נערך בבית הקירור פירות גולן, דובדבן מהזן "בינג", נדגם בבית האריזה מ-6 מטעים שונים, תוך כ-2-3 שעות מהקטיף. הפרי טופל ע"י שני הידרוקולרים במקביל, בנפח 2000 ליטרים כל-אחד, אשר הכילו כלור בריכוז 100 ח"מ: א. על ידי המסת קלציום היפוכלוריט ב. על ידי תמיסת מלח, שטופלה בלילה הקודם במכשיר Oxineo. בתחילת הניסוי היו המים המטופלים ב-pH 6.7 ב-0°C.

שני משטחי פירות נבחרו מכל מטע ו-9 ק"ג פרי נדגם מכל משטח, כשהוא ארוז בסלסילות, לשם הערכת איכות פרי ללא טיפול בקטיף ולאחר הקירור, כלהלן:

1. 3 סלסלות של 1 ק"ג לבדיקת איכות הפרי בקטיף ולאחר 3 ו-6 ימי חיי מדף (20°C) (סלסילה בכל מועד).
2. 3 סלסלות של 2 ק"ג הועברו לאחסון בקירור ב-0°C למשך 3, 4 ו-5 שבועות. מחצית הפרי בסלסלה אחת נבדקה בעת ההוצאה מקירור ומחציתו השנייה לאחר חיי מדף.

לאחר לקיחת המדגמים, זוג משטחים מכל אחד משני מטעים טופלו בו זמנית בשני ההידרוקולרים. כל טיפול נמשך 30 דקות כך שבסופו הגיעה טמפרטורת הפרי ל-1-3°C. בהידרוקולר שהכיל היפוכלוריט ירדה רמת הכלור החופשי ל-30 ח"מ בתום הסבב השלישי, לעומת 75 ח"מ בהידרוקולר שטופל במכשיר Oxineo. מיד לאחר הוצאת הפרי מההידרוקולרים, אוחסנו המשטחים בקירור ב-0°C ו-6 ק"ג פרי נדגם מכל מיכל, כמתואר לעיל (לשם הערכת איכות הפרי המטופל במהלך האחסון). הפרי שנדגם נארז בארגזי קרטון, הובא למעבדה בקרית שמונה

ובתום 30 דקות אוחסנו בקירור סלסלות של 2 ק"ג פרי (0°C). למחרת, כוסו ארגזי הקרטון בשקיות פוליאאתילן HDPE. 12 סלסלות בנות 1 ק"ג מכל טיפול, 2 מכל מטע, אוחסנו למשך 3 או 6 ימים ב- 20°C , 65% RH (תנאי חיי מדף) עד לבדיקת איכות הפרי. האיכות של מחצית מהפירות נבדקה בהוצאה מאחסון והמחצית השנייה לאחר 3 ימי חיי מדף.

בנוסף לבדיקת איכות הפרי ביום הקטיף, 20 פירות מכל חזרה נדגמו לשם בדיקת צבע (H°) באמצעות מכשיר מינולטה CR-400 (מקור אור D65), בדיקת קשיות ידנית (קשה, גמיש, רך), ומדידת רמות המוצקים המומסים (SSC) במיץ ע"י רפרקטומטר דיגיטלי. פרי נדגם ונשקל לפני האחסון לשם הערכת איבוד משקל במהלך האחסון. לבדיקות נשימת הפרי נלקחו 20 פירות אחידים וללא פגמים, שאוחסנו בכלים בנפח של 800 מ"ל ב- 20°C . למחרת, הכלים נאטמו למשך 1 שעה ודגימת גזים של 1 מ"ל הוזרקה למכשיר גז כרומטוגרף (TCD) באמצעות קולונת Poropak למדידת כמות ה- CO_2 שהצטברה. הערכת איכות הפרי נעשתה ע"פ מיון הפרי למדדים שונים, כאשר רמתם בפרי נקבעה באמצעות שקילת הפרי. כל פרי שוייך לקטגוריה אחת בלבד:

1. רקבון – הגדרת סוג הפתוגן, ויזואלית או ע"י תרבית.
 2. גומה – הוגדרה לפי רמה קלה (1=גומה 1 בפרי), בינונית (2=5 גומות בפרי) או חמורה (>5 גומות בפרי).
 3. סדקים
 4. הצטמקות
 5. שונות – פגמים שמקורם במטע, כגון: צרבון שמש, פציעות, נזקים שנגרמו ע"י חרקים.
 6. פירות בריאים
- מצב העוקץ נקבע ע"פ מראהו הכללי במדגם והוגדר ע"פ ירוק (3), יבש בחלקו, ירוק-חום (2) או יבש וחום (1).
- אנליזת שונות בוצעה לנתונים (one way Anova) באמצעות תוכנה סטטיסטית SPSS גרסה 17, הממוצעים הופרדו לקבוצות ע"י מבחן Duncan's MRT ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

תוצאות

איכות הפרי בקטיף

איכות הפרי בקטיף השתנתה בהתאם למקור הפרי (המטע). ההבדלים התבטאו בעיקר בצבע הפרי (מדד צבע C), כ.מ.מ ופעילות מטאבולית (קצב הנשימה) ופחות בקשיות ובהופעת פגמים נראים (טבלה 1). בכל המטעים, 20-30% מהפרי נפסל בשל פציעות, מכות שמש, סדקים וגומות, אך לא בגלל רקבון או הצטמקות (איור 1). השונות שנצפתה באיכות הפרי בקטיף היא כנראה המקור לסטיות התקן הגבוהות שנתקבלו בפרמטרים שנמדדים (ראה למטה).

טבלה 1: איכות דובדבן מזן "בינג" מ-6 מטעים שנבחרו לניסוי, ביום הקטיף (11.6.09)

מטעים	צבע C	מדד עוקץ (1-3)	מדד קשיות (1-4)**	כ.מ.מ (%)	קצב נשימה (mg CO ₂ .kg.h)	פרי בריא (%)
אורטל 3	26.0	3	3.5	19.1	13.6	76.3
אורטל 4	34.7	3	3.4	17.0	13.1	76.5
עין-זיוון 5	31.0	3	3.3	18.7	13.1	77.0
מרום גולן 4	25.9	3	3.3	19.4	11.1	70.0
מרום גולן 5	25.8	3	3.5	20.2	10.7	70.2
מרום גולן 6	31.3	3	3.6	19.8	11.6	79.2

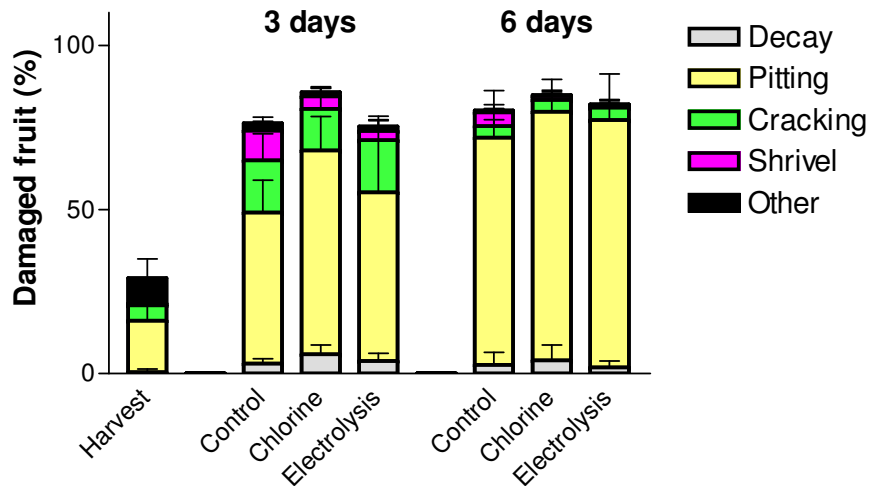
* עוקץ: 1=חום, יבש; 2 = ירוק-חום, יבש חלקית; 3 = ירוק, טרי

** קשיות: 1 = רך, 2 = גמיש, 3 = גמיש-קשה, 4 = קשה

איכות הפרי לאחר חיי מדף

הירידה באיכות הפרי, שחלה במהלך חיי מדף ב-20°C לאחר הקטיף, לא הושפעה ע"י שיטות הקירור שנבדקו בניסוי. כמות הפרי הבריא ירדה ב 15-25% בתוך 3 ימים, בעיקר עקב התפתחות גומה ברוב הפירות. בכל הטיפולים גם הוגברה כמות הסדקים, הרקבונות וההצטמקות בפרי. לאחר 3 ימי חיי מדף נוספים חלה עליה בהיקף ובחומרת הגומה. החמרה זו הופיעה על חשבון פגמים אחרים ולא גרמה לירידה מובהקת נוספת בשיעור הפרי הבריא. ההבדל המובהק היחיד בין פרי שקורר באוויר לבין פרי שקורר בהידרוקולינג, היה בשיעור הפרי המכווץ, אשר היה פי 3 בקורר ע"י אוויר.

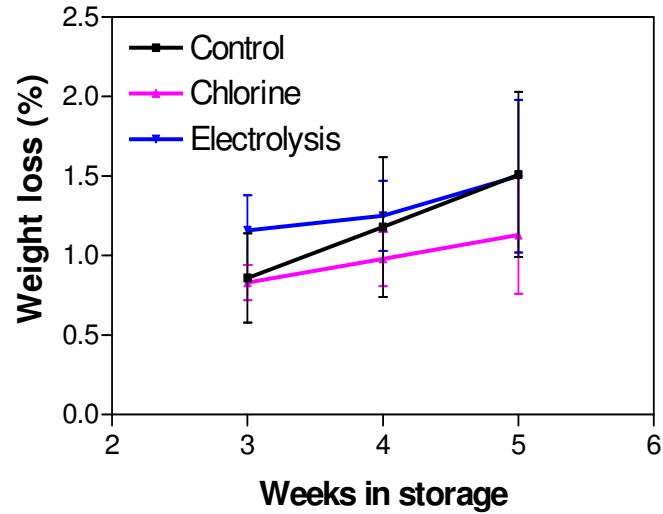
שינוי מובהק נוסף שחל בין היום ה-3 ליום ה-6 בחיי מדף היה התרככות הפרי מ-2.25 ל-1.94 יחידות, בכל הטיפולים. באופן דומה, היה שינוי מובהק בצבע שנתמך ע"י כל שאר הפרמטרים שנבדקו, אך ללא הבדל מובהק בין הטיפולים (נתונים לא מוצגים).



איור 1: השפעת קרור אוויר (ביקורת) והידרוקולינג בתוספת היפוכלורית (כלור) או ע"י מים ב- 0°C המטופלים ב-Oxineo (אלקטרוליזה), על מראה דובדבן מזן "בינג" שאוחסן ב- 20°C , 65% RH.

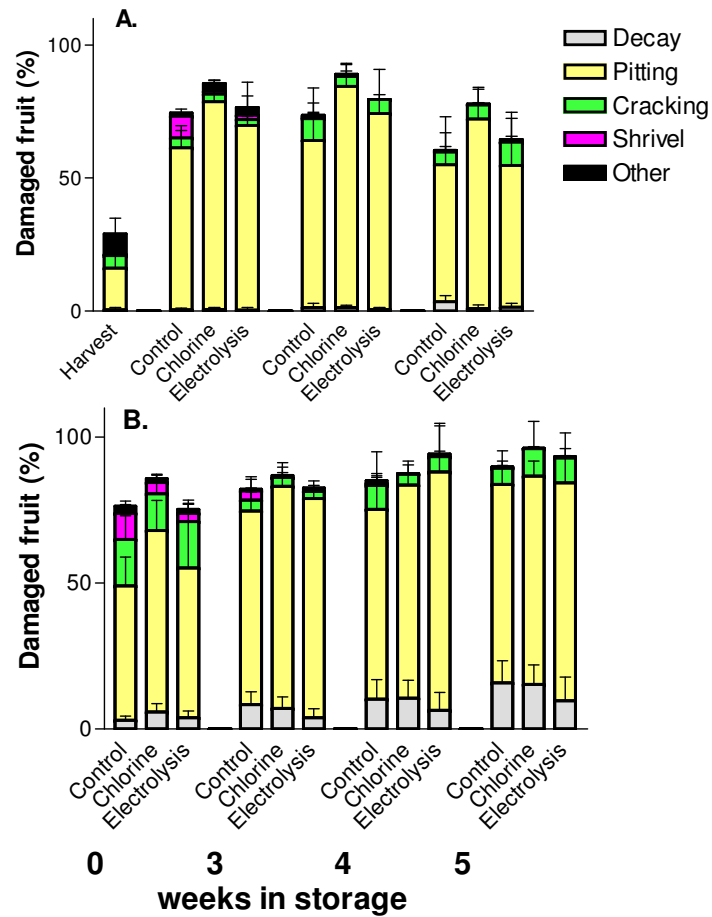
איכות פרי לאחר אחסון

למרות העליה המובהקת בכמות הפרי המכווץ לאחר חיי מדף ללא אחסון, בפרי שקורר באוויר, לא התקבלו הבדלים מובהקים באופן עקבי בין שלושת הטיפולים בשיעור איבוד המשקל במהלך האחסון ב- 0°C (איור 2). בתום 3 שבועות אחסון בקרור, נצפה שיעור קטן של פרי מכווץ בטיפול הקרור באוויר, אולם תופעה זו לא חזרה בהוצאות הנוספות מאחסון (איור 3). איבוד משקל בפרי יכול להוות אינדיקציה לרגישות יתר לגומות, כמו שנצפה בעבר. אולם, לא נמצאה כל קורלציה בין איבוד משקל לבין שיעור הופעת הגומות או חומרת הגומות. הסיבה העיקרית לפסילת פרי בתום האחסון היתה הופעת הגומות, אולם לא נצפה הבדל מובהק בין הטיפולים השונים, כאשר במהלך האחסון חלה עליה קלה בלבד בהופעתן (איור 3A). שיעור הסדקים עלה במעט בהשוואה למצב בקטיף, אולם רקבונות החלו להתפתח רק לאחר 5 שבועות באחסון. בכל שלושת משכי האחסון שיעור הרקבונות המשיך לעלות במהלך 3 ימי חיי מדף. בפירות המטופלים ב-Oxineo חלה העליה הנמוכה ביותר בשיעור הריקבון, אם כי ההבדל לא נמצא מובהק סטטיסטית (איור 3B). לא נמצאה השפעה של הטיפולים השונים על קשיות הפרי ומצב העוקץ, אשר הדרדרו במהלך האחסון ובחיי המדף (נתונים לא מוצגים).

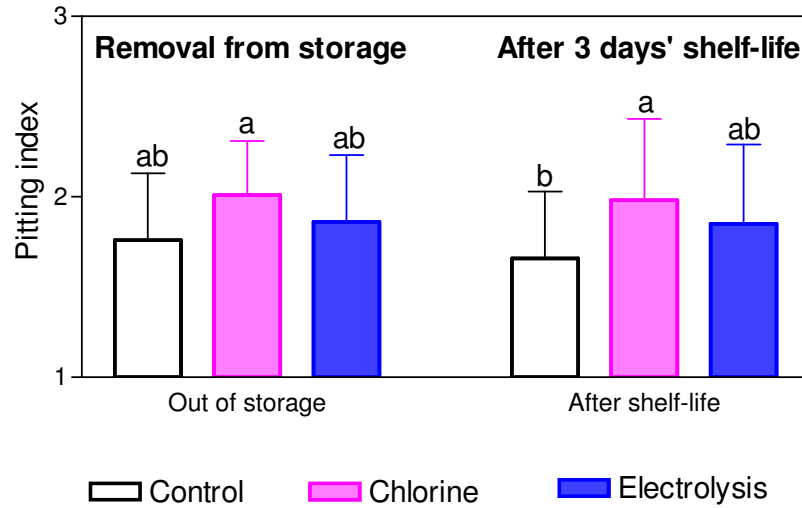


איור 2: השפעת קרור אוויר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלוריט (כלור) או עם מים שטופלו ב-Oxineo (אלקטרוליזה), על איבוד משקל לאחר הוצאה מאחסון, של דובדבן מזן "בינג" המאוחסן ב- 0°C .

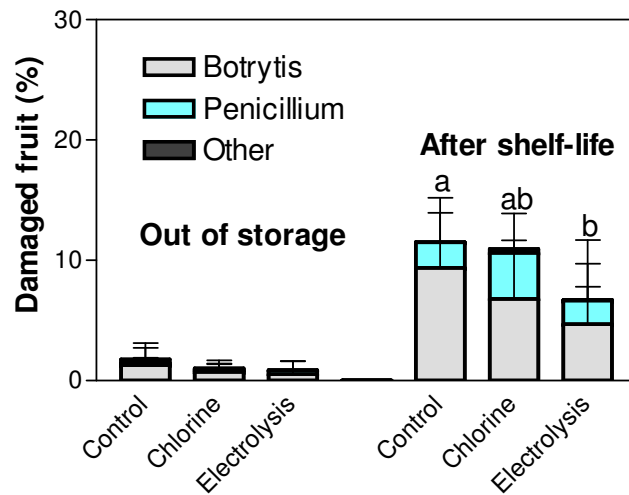
הופעת הגומות הוגברה לאחר הידרוקולינג, אך פחות במים עם אלקטרוליזה מאשר עם היפוכלוריט. השפעה מובהקת נצפתה בעיקר לגבי חומרת הגומות, לאורך כל משכי האחסון (איור 4). למרות שאינדקס הגומה היה גבוה יותר בפירות מטופלים ב-Oxineo מאשר בפירות באוויר מקורר, ההבדלים לא נמצאו מובהקים. למרות שלא נצפו הבדלים מובהקים בהופעת רקבונות בין הטיפולים השונים בכל משך אחסון, אנליזה כוללת של התוצאות הראתה כי מים, שעברו אלקטרוליזה הפחיתו באופן מובהק את הופעת הרקבונות, שהתפתחו במהלך חיי מדף, בעיקר הודות למניעת התפתחות העובש האפור, שנגרם ע"י *Botrytis cinerea* (איור 5, 6). השפעת היפוכלוריט הייתה זמנית בלבד ולא נבדלה באופן מובהק מפירות שטופלו באוויר מקורר או ב-Oxineo. בעוד להיפוכלוראט לא הייתה כל השפעה על פניציליום או בוטריטיס, מים שעברו הידרוליזה הפחיתו באופן מובהק את הופעת הבוטריטיס (איור 6).



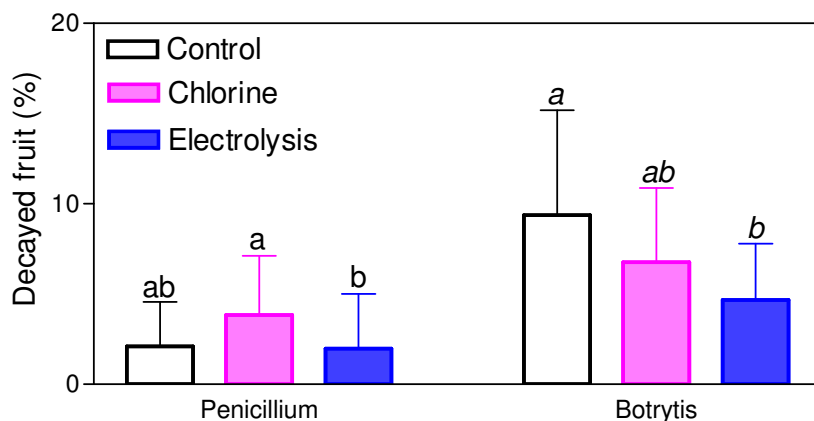
איור 3: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלורית או עם מים המטופלים ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על איכות חיצונית של דובדבן מזן "בינג" המאוחסן ב- 0°C , בעת ההוצאה מאחסון (A) ולאחר 3 ימי חיי מדף ב- 20°C , 65%RH. (B).



איור 4: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלוריט (כלור) או עם מים המטופלים ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על חומרת הגומה בדובדבן מזן "בינג" בהוצאה מאחסון ולאחר 3 ימי חיי מדף ב- 20°C , 65%RH. הנתונים הם ממוצעים של שלושת משכי האחסון, ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.



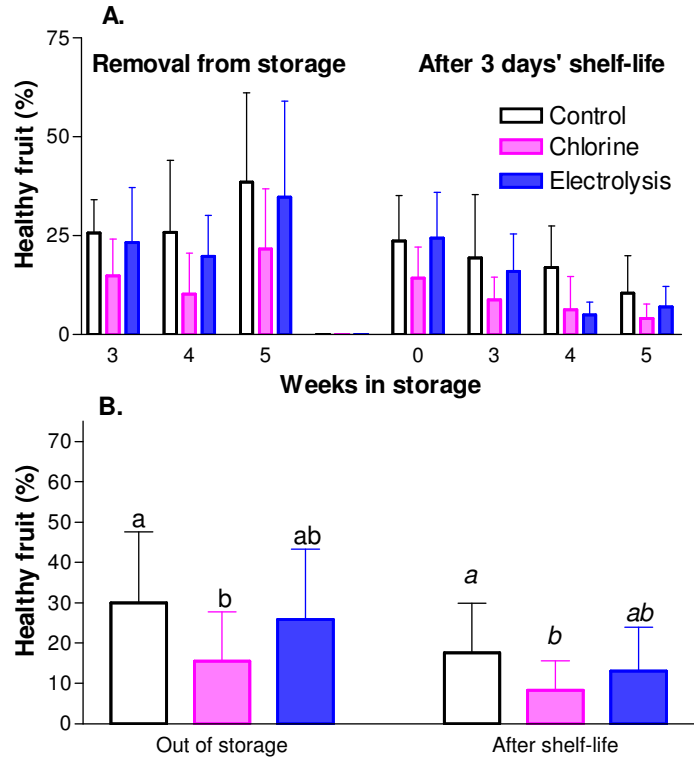
איור 5: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלוריט או עם מים שטופלו ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על הופעת רקבונות בדובדבן מזן "בינג" בהוצאה מאחסון ולאחר 3 ימי חיי מדף ב- 20°C , 65%RH. הנתונים הם ממוצעים של שלושת משכי האחסון והערכים של סה"כ הרקבון כאשר ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.



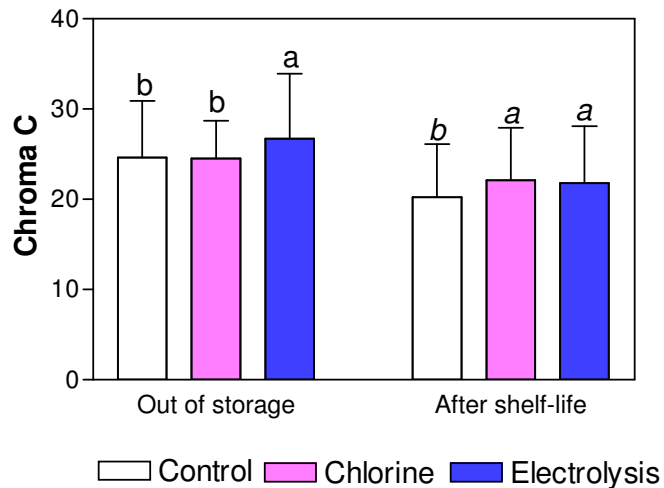
איור 6: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלוריט (כלור) או עם מים שטופלו ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על הופעת רקבונות העובש הכחול (פניציליום) והעובש האפור (בוטריטיס) בדובדבן מזן "בינג". הנתונים הם ממוצעים של כל משכי הזמן שנבדקו כאשר ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

רמת הפירות הבריאים היתה נמוכה כבר בהוצאה מאחסון, כתוצאה משכיחות גבוהה של נזקים בפרי ממגוון מקורות. רמה זו פחתה עוד יותר במהלך חיי המדף, עם ההתקדמות במהלך האחסון (איור 7A). כתוצאה מהשוונות הגבוהה בין המטעים, לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, אלא כאשר נעשתה השוואה כוללת (איור 7B). למרות שפירות שטופלו באוויר מקורר היו בעלי האיכות הטובה ביותר, פירות מטופלים ב-Oxineo לא נבדלו באופן מובהק משני הטיפולים האחרים.

צבע הפרי נהיה כהה ועמום במהלך האחסון והדבר התבטא בכל הפרמטרים שנמדדו (L^* , a^* , b^* , C^* ו- H°). ככלל, פירות שקוררו באמצעות הידרוקולינג איבדו יותר מהברק שלהם לעומת פירות שקוררו באוויר. ניתן לראות זאת בברור ע"י פרמטר צבע C (איור 8). טיפול ההידרוקולינג באמצעות מים שעברו הידרוליזה השפיע באופן מובהק בהשוואה לטיפול באוויר קר, הן בהוצאה מקורר והן בחיי המדף, ואילו הטיפול בהידרוקולינג בתוספת כלור נבדל רק בעת ההוצאה מאחסון. קצב נשימת הפירות השתנה במהלך האחסון, אולם לא הושפע ע"י הטיפולים (נתונים אינם מוצגים).



איור 7: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלורית (כלור) או עם מים שטופלו ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על שיעור הפירות הבריאים בדובדבן מזן "בינג": **A.** בהוצאה מאחסון מדי שבוע. **B.** לאחר 3 ימי חי מדף ב- 20°C , 65% RH. (הנתונים הם ממוצעי משכי האחסון). ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.



איור 8: השפעת אוויר מקורר (בקורת) והידרוקולינג (0°C) עם היפוכלורית (כלור) או עם מים שטופלו ב-Oxineo (אלקטרוליזה) על רמת הצבע של דובדבן מזן "בינג". הנתונים הם ממוצעים של כל משכי האחסון כאשר ערכים עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

סיכום ומסקנות

נערך ניסוי השוואתי בדובדבן מתוק, אשר קורר בהידרוקולינג עם תמיסת כלור בריכוז 100 ח"מ, כשהתמיסה הוכנה בשתי שיטות: האחת ע"י קלציום היפוכלוריד והשנייה ע"י אלקטרוליזה של תמיסת מלח. הניסוי בוצע בתנאים מסחריים. באופן עקבי, התוצאות הטובות ביותר של איכות הפרי לאחר האחסון וחיי המדף התקבלו בשיטת ההידרוקולינג עם מים שעברו אלקטרוליזה, אולם בשל השונות הרבה באיכות הפרי בין ששת מטעי הניסוי, ההבדל בין שתי המערכות הנבדקות לא היה מובהק ברמת ביטחון של 95%.

עם זאת, שיעור הרקבון בפרי שטופל ב-Oxineo (אלקטרוליזה) הופחת בהשוואה לפרי שטופל באוויר מקורר, בעקבות עיכוב התפתחות העובש האפור (*Botrytis cinerea*), עיכוב שלא התרחש במערכת המוכלת המסחרית. מאידך, נראה כי בהשוואה לאוויר מקורר, גרם ההידרוקולינג להגברת היקף וחומרת הפגם הפיזיולוגי המכונה גומה, פגם הפוגע באיכות הפרי באחסון, כמתואר בניסוי הנ"ל. למרות זאת, התוצאות מצביעות כי שיטת ההידרוקולינג עם מים שעברו אלקטרוליזה עדיין הזיקה פחות מהשיטה המסחרית הנוכחית.

לסיכום, יתרונות ההידרוקולינג עם אלקטרוליזה (מים מטופלים ב-Oxineo) לעומת המערכת המסחרית הנוכחית (מים מוכלים) בדובדבן מתוק:

1. במערכת עם האלקטרוליזה נשמרה רמת הכלור החופשי פי 2 ממשך הזמן של המערכת המסחרית.
 2. המערכת הנבדקת הפחיתה את שיעור הרקבונות שנגרמו מבוטריטיס, גורם הרקבון העיקרי שמתפתח באחסון דובדבן.
 3. במערכת האלקטרוליזה נצפתה מגמת ירידה בשיעורי הגומה, נזק פיזיולוגי אשר מתפתח לרוב באחסון דובדבן.
- החסרון היחידי שנראה הוא זמן הכנת התמיסה הממושך (לילה).