

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

אחסון אגס

דו"ח לשנת 2002

צוות המעבדה: אוהד נריה, אסיה גיזיס, אלה צבילינג,
דני גמרסני, עדי שרעבי-נוב, רות בן-אריה

אוגוסט 2003

תוכן

4	1. מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון
	2. הדברת צרבון שטחי
11	א. תכשירי אתוקסיקווין
18	ב. מונע חימצון - DPA
21	ג. אוויר מבוקר
23	ד. סמארט פרש
29	3. הדברת רקבונות

תקציר

1. מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון - המדד המקובל עד כה לקביעת מועד קטיף אגסי ספדונה הינו קשיות הפרי, כאשר לפי ההמלצות פרי המיועד לאחסון ארוך (10-8 חודשים) ייקטף בקשיות 16 ל"כ ופרי מתחת ל- 14 ל"כ יאוחסן לתקופות קצרות, עד 3 חודשים לכל היותר. מעקב אחר השתנות מדדים שונים בפרי החל מ- 6 שבועות לפני מועד הקטיף המשוער (על פי תאריך שיא פריחה) הצביע על נקודה אפשרית לחיזוי מוקדם של מועד הקטיף, והיא התחלת הירידה בתכולת החומצה בפרי. שינויים בתכולת החומצה מלווים בשינוי ב-pH, שעשוי להשפיע על תהליכים אנזימטיים, המלווים את התפתחות הפרי והבשלתו. רק איסוף רב שנתי של נתונים יוכל לאמת אם אמנם התופעה חוזרת על עצמה ומהי משמעותה.

באופן כללי חלה ירידה מהירה יותר באיכות הפרי, ככל שהוא נקטף מאוחר יותר, אך השנה, אפילו פרי שנקטף בקשיות מתחת ל- 14 ל"כ השתמר היטב במשך למעלה מ- 7 חודשי אחסון. ההסבר עשוי להיות שהקפדה יתרה על תנאי אחסון נאותים הביאה לתוצאה זו, או שקיים גורם נוסף, כגון תנאים אקלימיים, שהשפיע השנה על כושר השתמרות הפרי.

2. הדברת צרבון שטחי - מטרת הניסוי היו לבחון תכשירים שונים של אתוקסיקווין ושל תחליפים שונים, לגבי יעילותם בהדברת המחלה, שיטת היישום המועדפת, אפשרות השילוב עם קוטלי פטריות והשפעתם על כושר השתמרות הפרי באחסון. המחלה הודברה ביעילות על-ידי 3 תכשירים מסחריים המכילים ethoxyquin כחומר פעיל. התכשירים שנבדקו היו: אל-צרב (חברת מכתשים מפעלים כימיים בע"מ), קסדקווין (חברת תפזול תעשיות כימיות בע"מ) ודקוקווין (סייפ-פק בע"מ). התכשירים נבדקו במינון של 0.15% בשתי צורות יישום – טבילה וקילוח, כאשר הם שולבו בכל המקרים עם מרפאן 0.5%, להדברת פטריות גורמות רקבון באחסון. הפרי המטופל אוחסן הן בקירור רגיל והן באוויר מבוקר, לתקופות אחסון מחודשיים עד 8 חודשים. התכשירים לא נבדלו ביעילותם בהדברת מחלת הצרבון השטחי.

בניסויי הקילוח היה יתרון לתכשיר דקוקווין בהעדר אבקה לבנה על הפרי. לעומת זאת לאל-צרב היה יתרון קל (לא מובהק) בעיכוב התפתחות הצרבון בפרי שאוחסן בקירור רגיל. בניסויי הטבילה נבדק ריכוז כפול של התכשירים, על מנת לבדוק פיטוטוקסיות אפשרית. לא היתה שום פגיעה בפרי המטופל בשלושת התכשירים, בריכוז 3000 ח"מ חומר פעיל.

יעילות תכשיר מונע חמצון, DPA, בהדברת מחלת הצרבון השטחי באגסי ספדונה היתה נמוכה יחסית ליעילות התכשיר "אל-צרב", (אתוקסיקווין), כאשר הפרי אוחסן באוויר רגיל במשך 5 חודשים. אולם, כאשר הפרי אוחסן באוויר מבוקר - שיטת אחסון המעכבת את התפתחות המחלה הפיזיולוגית הזו, לא נבדלה יעילות הטיפול ב-DPA (0.15%) מזו של אל-צרב בהדברת המחלה. ל-DPA לא היו תופעות לוואי בלתי רצויות לגבי איכות הפרי החיצונית או הפנימית, וניתן היה ליישם אותו בקילוח, מבלי לגרום לשאריות אבקת מרפאן בקנה מידה, שמפריע לשווק הפרי. מסתמנת אפשרות למנוע את התפתחות הצרבון השטחי באגסי ספדונה על-ידי הורדת רמת החמצן ל-0.7%, ללא צורך בטיפול נוסף. לטיפול היה גם יתרון בשיפור קשיות הפרי ובהפחתת נזקים בציפת הפרי. ברם, שעורי הרקבון בפרי היו גבוהים יחסית, אחרי 9 חודשי אחסון, ללא טבילה במרפאן לפני האחסון.

פרי קטוף טופל בסמארט פרש בשני מינונים (100 ח"ב ו-300 ח"ב) לפני האחסון בקירור באוויר רגיל ובאוויר מבוקר. המינון הנמוך אמנם הפחית את שעור הפירות הנגועים בצרבון שטחי ואת עצמת המחלה, אך לא במידה מספקת. לעומת זאת, המינון הגבוה הדביר את המחלה לחלוטין, אולם, גם עיכב את הבשלת הפרי ואת התרככותו יתר על המידה, במיוחד כשהפרי אוחסן באוויר מבוקר, אפילו ל-9 חודשים. בהמשך המחקר תבדק השפעת מינון ביניים על הדברת הצרבון השטחי ועל הבשלת הפרי, כמו גם האפשרות לאחסן פרי מטופל באוויר רגיל לתקופה ארוכה.

3. הדברת רקבונות - בעקבות הבעיה של הופעת שאריות מרפאן על פני האגס, כתוצאה מקילוח של תערובת אל-צרב ומרפאן, נבחנה השפעתם של קוטלי פטריות "ידידותיים" כתחליף לתכשיר מרפאן. הניסויים נערכו בפירות מאולחים בפטריות העובש האפור והעובש הכחול ובפרי מקטיף מאוחר, באילוח טבעי. נמצאו מספר טיפולים בעלי יעילות מקבילה לזו של המרפאן, אך יש צורך לחזור על הניסויים ולהרחיבם לפני שניתן יהיה להגיע למסקנות ולהמלצות יישומיות.

תודות

לצוות "קירור גליל"

לצוות בית הקירור "רפ-קור", ראש פינה

לצוות בית הקירור "הר-קור", מבואות חרמון

לנוטעים במטעי יפתח (זיגי רביב), ראש פינה (עודד טאובה וכהן את גיגי), פרוד (שמוליק),

רמת מגשימים (יעקב דגן), אפיק (אמיתי יעקובוביץ), קדמת צבי (יובל אלבו) ויונתן (יונתן רטנר)

לחברות "מכתשים", "סייפ-פק" ו-"תפזול" עבור תכשירי הטבילה והקילוח

לחברת "רימי" עבור תכשיר הסמארט פרש

לעודד רטנר ושולחן אגס במועצת הפירות

1. מדדי הבשלה לקטיף פרי המיועד לאחסון

מבוא

מטרת התכנית היא להעריך מחדש את מדדי הקטיף המשמשים את מגדלי האגס לקביעת תחילתו וסיומו של קטיף הפרי המיועד לאחסון ממושך בתנאי אוויר מבוקר. הצורך לכך התעורר לאור שנויים שחלו בדרישות השוק לגבי איכות הפרי, בהתחשב בתחרות ההולכת וגוברת עם פרי מיובא ברמת איכות גבוהה. תוצאות הקדמיות מלמדות על השונות הגדולה בין השנים בנתונים שנאספו עד כה בעיקר בעונת הקטיף. שונות זו מבטאת את השפעת התנאים האקלימיים המשתנים מדי שנה, מאחר שתנאי הממשק במטעי המדגם לא היו שונים באופן משמעותי. לפיכך, על מנת לקבל בסיס נתונים רחב שניתן יהיה להסיק ממנו מסקנות אמיונות, הוחלט לשנות את מתכונת איסוף הנתונים ולעקוב אחר השתנות המדדים הנבדקים במשך כחודש ימים לפני הקטיף, ולבדוק את ההבדלים בין השנים, בהתאם לתנאים האקלימיים.

נבחרו שני מטעי מדגם – מטע הר (יפתח – שיא פריחה 16/3/02) ומטע עמק (ראש פינה – שיא פריחה 13/3/02), בהם סומנו 4 בלוקים (חזרות) של 6 עצים. החל מ- 20/5/02 נקטפו, אחת לשבוע, 4 פירות מכל עץ, 2 מכל צד – סה"כ 2 קבוצות של 12 פירות לחזרה. קבוצה אחת שימשה לבדיקת עצמת הנשימה וייצור אתילן למחרת הקטיף וקבוצה שניה לבדיקת משקל הפרי, תכולת הסוכר והחומצה במיץ הסחוט, צבע הזרעים, קשיות הפרי ותכולת העמילן החל מסוף יוני (24/6/02). קטיף הפרי לאחסון נערך בתאריכים 8/7/02, 15/7/02 ו- 22/7/02. במועדים אלה בנוסף לפרי שנדגם לבדיקות הנ"ל נקטפו משני עצים בכל חזרה 3 תיבות שהכילו 50 פירות לאחסון. הפרי נטבל ביום הקטיף באל-צרב (1000 ח"מ) ובמרפאן (2400 ח"מ) ועבר קירור מהיר ל- 0°C לפני שנעטף בפוליאאתילן ואוחסן באוויר מבוקר (CO₂ 5%, O₂ 1.5%) עד להוצאה מקירור ב- 20/2/03, 9/4/03 וב- 21/5/03. בהוצאה מקירור נערכו בדיקות איכות ב- 20 פירות ובדיקות קשיות, חומצה וסוכר ב- 10 פירות מכל חזרה. שאר הפרי הועבר לחיי מדף ב- 20°C ונבדק כעבור 5 ימים מבחינת האיכות החיצונית, האיכות הפנימית ומבחינת טעם עם צוות טועמים. מנתונים אלו חושב מדד איכות כוללת, שערכו המרבי האפשרי היה 35. הוגדרו ערכים מינימליים למדד איכות כוללת בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף (טבלה 1.1).

המצב הפיזיולוגי של הפרי בעת ההוצאה מקירור הוגדר לפי רמת נשימת הפרי וייצור אתילן במהלך חיי המדף ב- 20°C.

טבלה 1.1 – המדדים והערכים לחישוב מדדי איכות מרבית ומינימלית.

ערך מינימלי		ערך מרבי	הדירוג	המדד
סוף קירור	חיי מדף	אפשרי		
4	1	10	נקודה לכל ליברה מעל 6	קשיות (לי"כ)
9	7	10	נקודה לכל 5% פרי בריא מעל 50%	פרי בריא (%)
4	3	5	נקודה לכל 5% ציפה בריאה מעל 50%	ציפה בריאה (%)
7	7	10	נקודה לכל דרגת טעם	טעם (1-10)
24	18	35	סה"כ	

תוצאות

בדיקות טרום הקטיף מצביעות על הבדלים בולטים בין שני המטעים בערכים המוחלטים של קשיות, השתנות צבע הזרעים, תכולת החומצה והעלמות העמילן, אך המגמה היתה דומה ולרוב התקבלו קווים פחות או יותר מקבילים (ציור 1.1). במשקל הפרי ותכולת הכ.מ.מ. לא ניתן היה להבחין בהבדלים בין המטעים במרבית נקודות המדידה. כלומר, ההבדל בין המטעים בקצב התקדמות ההבשלה התבטא במדדים של קשיות, עמילן, חומצה וצבע הזרעים. לעומת זאת, ייצור האתילן התחיל בשני המטעים באותו מועד ביולוגי, יחסית למועד שיא הפריחה, ונראה שהפרי נקטף במועד הראשון במינימום הקלימקטרי. מבחינות אחרות, הבשלת הפרי מראש פינה הקדימה את הבשלת הפרי מיפתח – השתנות צבע הזרעים ב- 10 ימים, ירידה תלולה בקשיות ב- 5 ימים, פירוק העמילן בכיומיים והפסקת גידול הפרי בלפחות 10 ימים. השתנות תכולת החומצה עשויה, אולי, לרמוז על תחליף לבדיקת המינימום הקלימקטרי, במידה והשיא שהושג בשני המטעים ב- 80 יום לאחר שיא הפריחה יימצא במתאם יציב להבשלת הפרי גם בשנים הבאות.

קטיף הפרי הראשון החל 120 ו- 124 יום לאחר שיא פריחה בראש פינה וביפתח בהתאמה, כ- 10 ימים מאוחר יותר מהמוצא הרב-שנתי. איכות הפרי משני המטעים ומשלושת מועדי הקטיף היתה טובה למדי עד סוף מאי (כ- 9 חודשים). אף על פי שבמרבית הבדיקות, איכות הפרי מהקטיף השלישי היתה נמוכה במובהק מזו של שני הקטיפים הקודמים, היא עדיין היתה מעל למינימום שנקבע הן בהוצאה מקירור והן לאחר חיי מדף (ציור 1.2). הגורם העיקרי לירידת איכות הפרי מהקטיף השלישי היתה התפתחות נזקי CO₂ בציפת הפרי, ואמנם בדרך כלל מומלץ לאחסן פרי שנקטף מאוחר ברמת CO₂ נמוכה מ- 5%, כפי שנעשה בניסוי זה. כמשקל נגד, טעם הפרי השתפר מקטיף לקטיף – טעם הפרי מהקטיף הראשון היה ירוד לעומת הפרי משני הקטיפים המאוחרים והפרי מהקטיף האחרון היה הטעים ביותר (ציור 1.3).

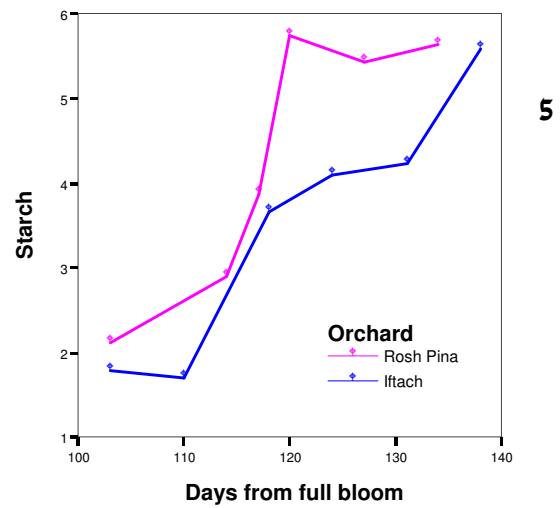
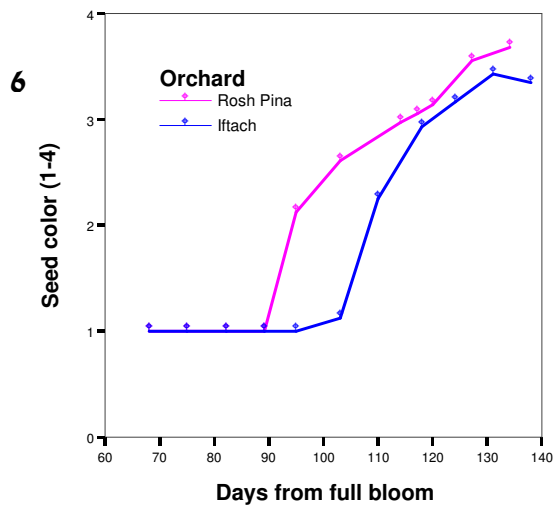
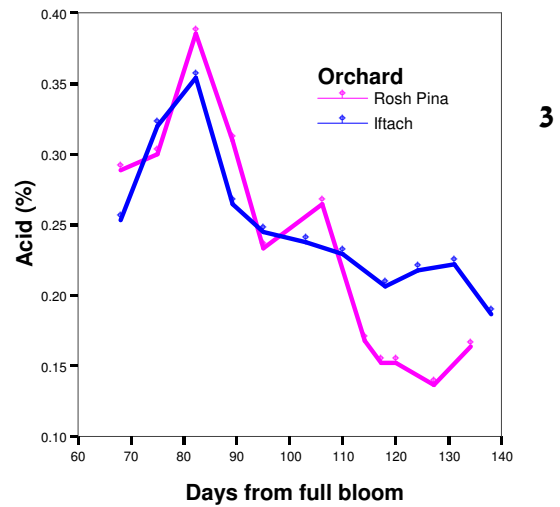
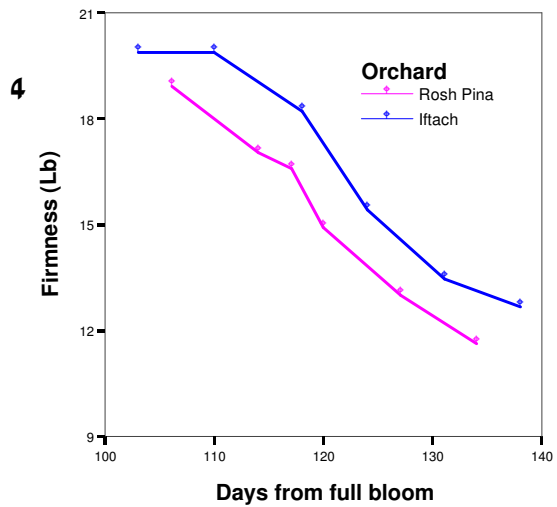
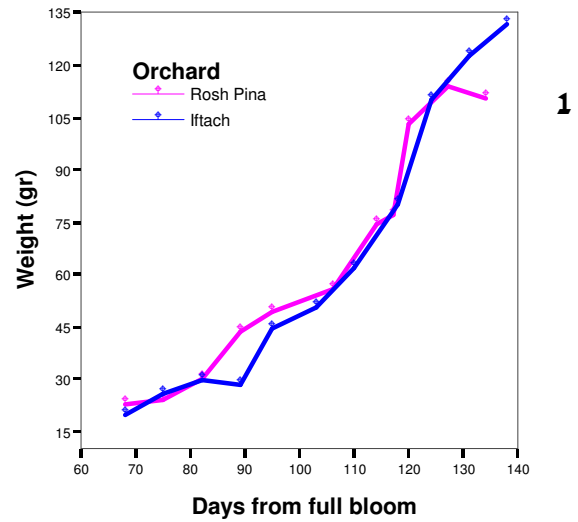
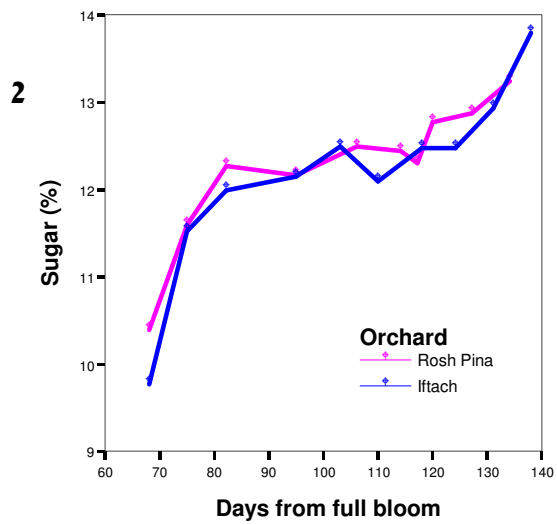
ההבדל הפיזיולוגי בפרי ממועדי הקטיפה השונים בא לידי ביטוי ברור ברמת נשימת הפרי (ציור 1.4) וייצור האתילן (ציור 1.5) בתקופת חיי המדף לאחר ההוצאה מקירור. ההבדל בקצב הבשלת הפרי בין שני המטעים שהוצג במדדי קטיפה בציור 1.1, מצא ביטוי גם לאחר אחסון במהלך הנשימה וברמת ייצור האתילן. בפרי מראש פינה, קשה להבחין בהבדל בין הקטיפים במועד שיא הנשימה, שחל 5-6 ימים לאחר ההוצאה מקירור ולא נמצא הבדל מובהק ברמת ייצור ה- CO_2 והאתילן. לעומת זאת, בפרי מיפתח, ככל שהפרי נקטף מאוחר יותר הוא הגיע מהר יותר לשיא פליטת ה- CO_2 והאתילן, שהיו גם גבוהים יותר יחסית לקטיפים המוקדמים יותר.

בגלל איכויות הפרי הגבוהות בשנה זו, קשה להצביע על מדד(י) קטיפה שימצא(ו) במתאם גבוה עם כושר השתמרות הפרי (טבלה 1.1). לאור העובדה שהסיבה העיקרית לירידה באיכות הפרי באחסון היתה התרככותו, המתאם הטוב ביותר נמצא עם קשיות הפרי בקטיפה (טבלה 1.2, ציור 1.6), אולם המתאם ירד ככל שהתארך משך האחסון, וגורמים אחרים כגון טעם ומצב פנימי, גרמו לירידה באיכות הכוללת. מאחר שלא חל שיפור באף אחד מהמתאמים מאפריל למאי, נראה שהשתנות המדדים, שנבחנה לאורך זמן, אינם קשורים לשינויים פיזיולוגיים אלה.

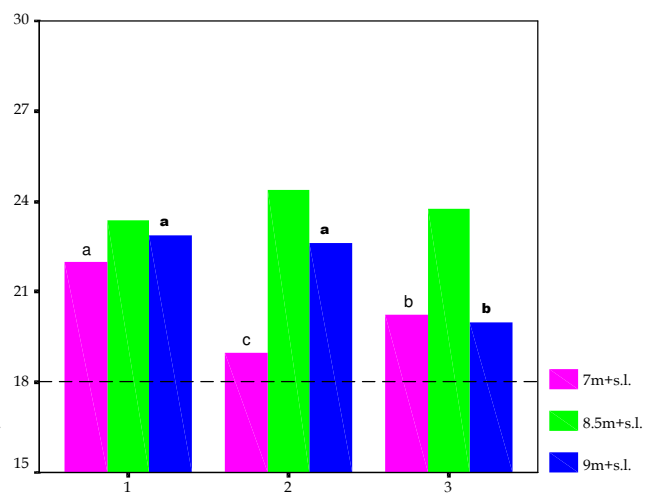
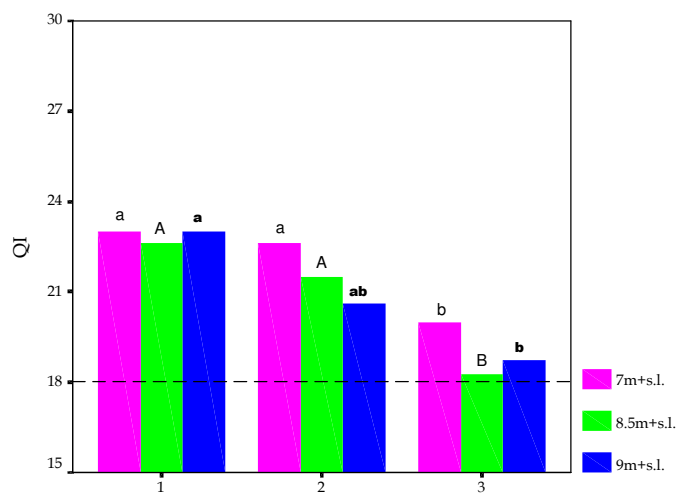
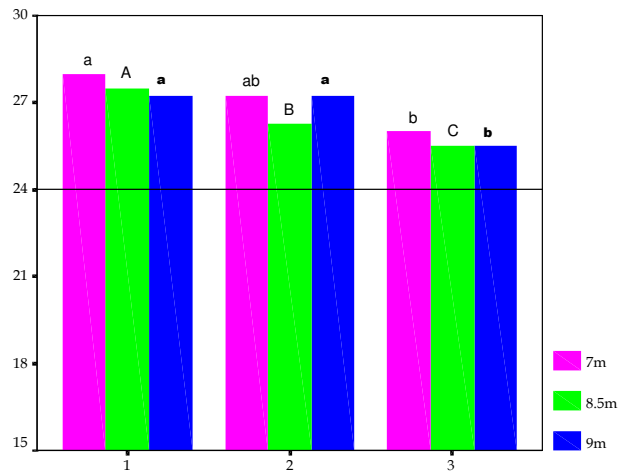
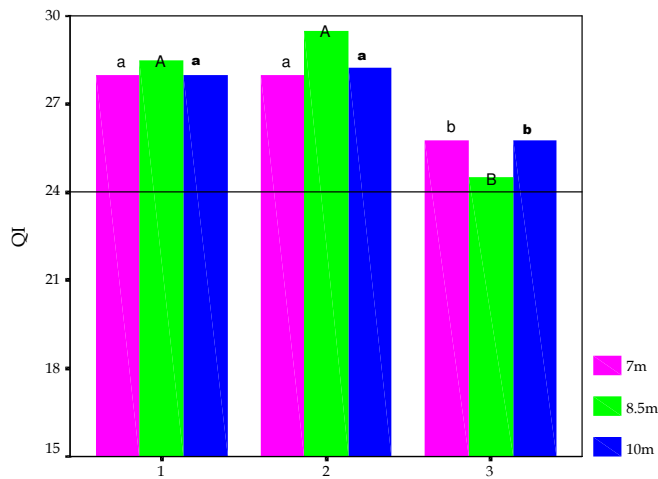
טבלה 1.2 – מתאמים (R^2) בין מדדי הקטיפה לבין איכות הפרי הכוללת (QI) באגסי ספדונה במהלך הקירור, בעת ההוצאות מאחסון ובחיי מדף.

מדידת בקטיף		פברואר		אפריל		מאי	
הוצאה	חיי מדף	הוצאה	חיי מדף	הוצאה	חיי מדף	הוצאה	חיי מדף
קשיות	0.74	0.56	0.39	0.69	0.38	0.59	0.38
ימים משיא פריחה	0.45	0.16	0.34	0.28	0.54	0.26	0.54
מדד פירוק עמילן	0.27	0.38	0.003	0.52	0.026	0.35	0.026
צבע הזרעים	0.16	0.18	0.05	0.19	0.05	0.11	0.05
כ.מ.מ.	0.52	0.17	0.23	0.35	0.29	0.21	0.29
חומצה	0.0013	0.21	0.22	0.20	0.007	0.06	0.007
עמילן/קשיות	0.53	0.43	0.0005	0.61	0.18	0.48	0.18
עמילן*כ.מ.מ./קשיות	0.63	0.43	0.015	0.65	0.23	0.49	0.23
צבע זרעים/קשיות	0.39	0.22	0.0004	0.30	0.23	0.26	0.23
צבע זרעים*עמילן	0.34	0.44	0.02	0.58	0.04	0.37	0.04

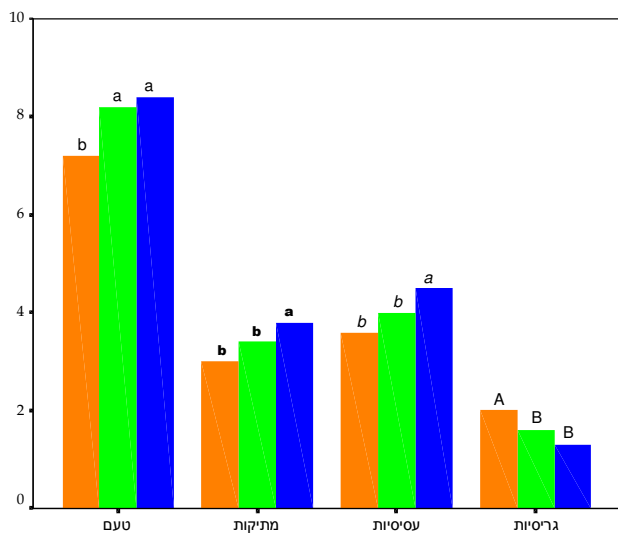
גורם נוסף שהפחית מאיכות הפרי הכוללת לאחר חיי מדף בהוצאה האחרונה מאחסון, היה מצב ציפת הפרי, שהתחילה להשחים במועד זה. בפרי של יפתח היתה השחמה פנימית רבה יותר בפרי מהקטיפה האחרון, אך לא בצורה מובהקת.



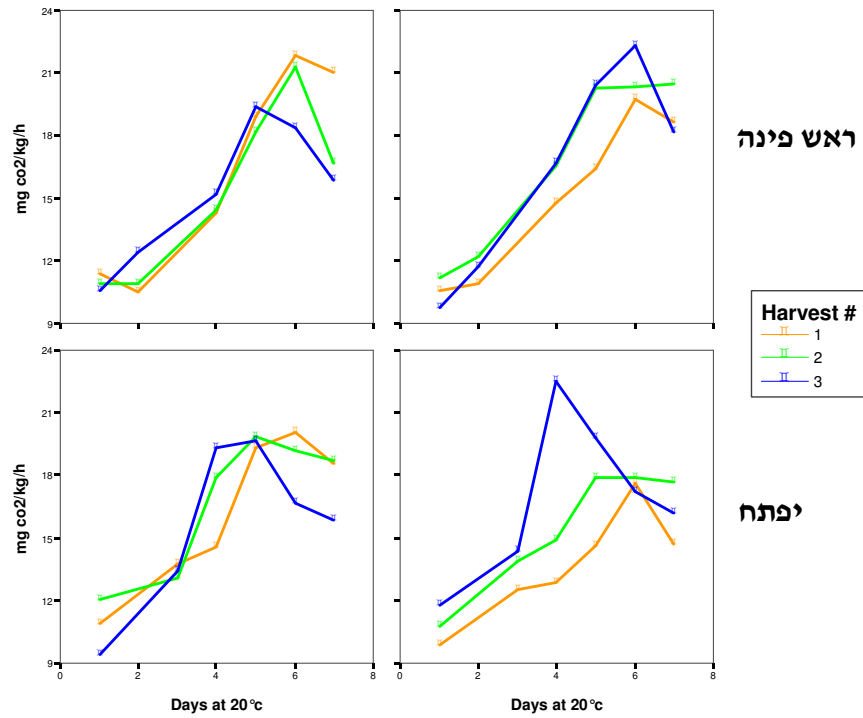
ציור 1.1 – השינויים שחלו שאגסי ספדונה, החל מ- 70 יום משיא פריחה עד לסוף הקטיף המסחרי.
 1. משקל הפרי 2. כ.מ.מ. 3. חומצה 4. קשיות 5. עמילן 6. צבע הזרעים



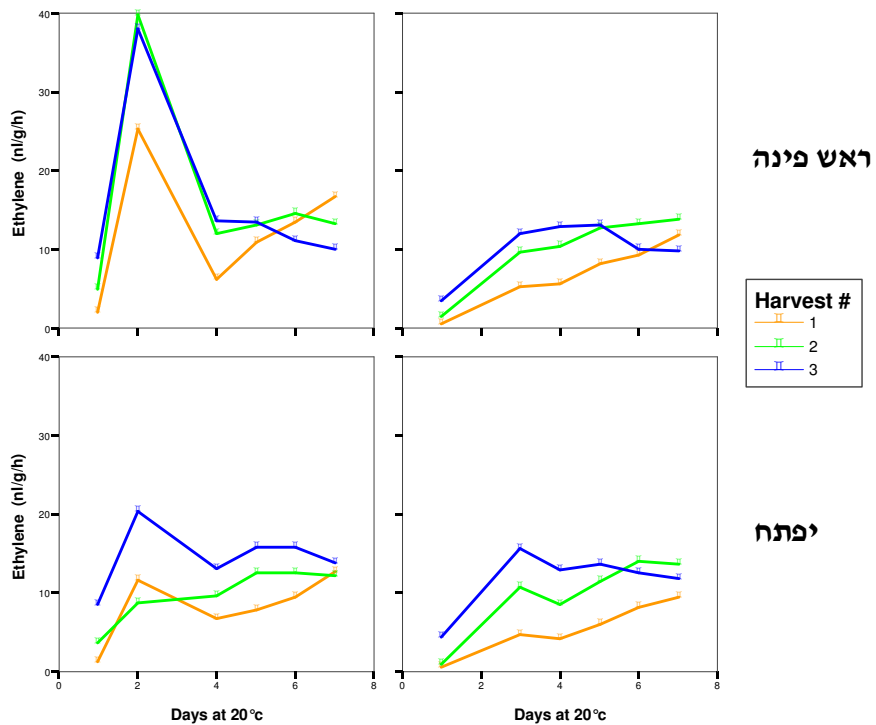
ציור 1.2 – מדד איכות כוללת באגסי ספדונה בהוצאה מקירור באוויר מבוקר (עליון) ולאחר 5 ימי חיי מדף ב- 20°C, במטע ראש פינה (ימין) ויפתח (שמאל).
 _____ מדד מינימלי להוצאה מקירור --- מדד מינימלי לתום חיי מדף



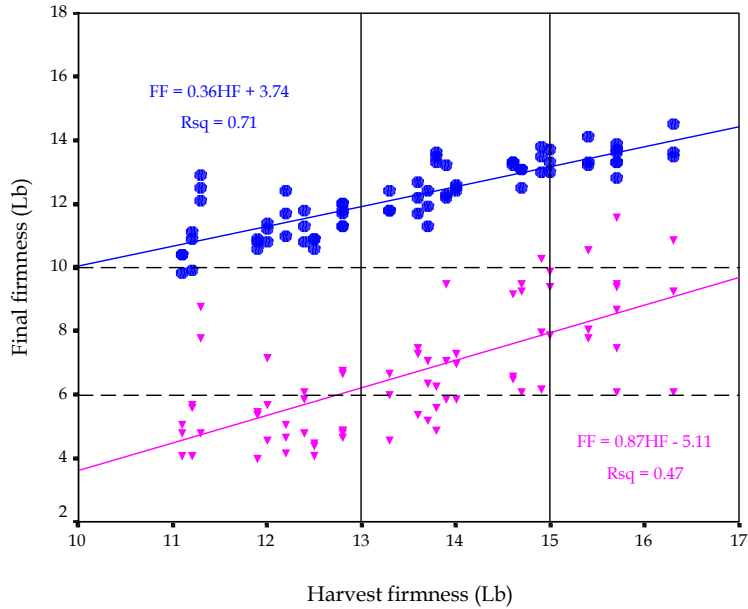
ציור 1.3
 מדדי טעם אגסי ספדונה ומרכיביו (ממוצעים מכל מועדי הבדיקה) עם עמודות עם A-B, a-b, a-b, a-b אותיות שונות, לכל מדד, נבדלות ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.



ציור 1.4 – נשימת אגסי ספדונה במהלך חיי המדף ב-20°C, לאחר ההוצאה מקירור בתחילת אפריל (משמאל) ובסוף מאי (מימין).



ציור 1.5 - ייצור אתילן על-ידי אגסי ספדונה במהלך חיי המדף ב-20°C לאחר ההוצאה מקירור בתחילת אפריל (משמאל) ובסוף מאי (מימין).



ציור 1.6 – המתאם בין קשיות אגסי ספדונה בקטיף לבין קשיותו בהוצאה מאחסון (נקודות) ולאחר חיי מדף (משולשים) (הנקודות כוללות פרי משני המטעים בכל מועדי הבדיקה).

דיון ומסקנות

המדד המקובל עד כה לקביעת מועד קטיף אגסי ספדונה הינו קשיות הפרי, כאשר לפי ההמלצות פרי המיועד לאחסון ארוך (10-8 חודשים) ייקטף בקשיות 16 ל"כ ופרי מתחת ל-14 ל"כ יאוחסן לתקופות קצרות, עד 3 חודשים לכל היותר. מעקב אחר השתנות מדדים שונים בפרי החל מ-6 שבועות לפני מועד הקטיף המשוער (על פי תאריך שיא פריחה) הצביע על נקודה אפשרית לחיזוי מוקדם של מועד הקטיף, והיא התחלת הירידה בתכולת החומצה בפרי. שינויים בתכולת החומצה מלווים בשינוי ב-pH, שעשוי להשפיע על תהליכים אנזימטיים, המלווים את התפתחות הפרי והבשלתו. רק איסוף רב שנתי של נתונים יוכל לאמת אם אמנם התופעה חוזרת על עצמה ומהי משמעותה.

באופן כללי חלה ירידה מהירה יותר באיכות הפרי, ככל שהוא נקטף מאוחר יותר, אך השנה, אפילו פרי שנקטף בקשיות מתחת ל-14 ל"כ השתמר היטב במשך למעלה מ-7 חודשי אחסון. ההסבר עשוי להיות שהקפדה יתרה על תנאי אחסון נאותים הביאה לתוצאה זו, או שקיים גורם נוסף, כגון תנאים אקלימיים, שהשפיע השנה על כושר השתמרות הפרי.

2. הדברת צרבון שטחי באגסים

א. תכשירי אתוקסיקווין

מבוא

בתחילת שנת 2001 התעוררה בעיה של הספקת התכשיר אל-צרב (Ethoxyquin), שהיה בשימוש שנים רבות לטיפול בפירות אגס לאחר הקטיף, למניעת התפתחות מחלת הצרבון השטחי במהלך האחסון בקירור ואחריו. הצרבון השטחי הינו מחלה פיזיולוגית הגורמת להשחמת קליפת הפרי, בדרך כלל לאחר כ- 3 חודשי אחסון באוויר רגיל או 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר. המחלה יכולה להופיע בעוד הפרי נמצא בקירור, אולם היא מתבטאת בדרך כלל בתום האחסון, כשהפרי מועבר לטמפרטורה גבוהה לשווק. הופעתה פוסלת את הפרי למכירה. בשנות ה-60 של המאה הקודמת, נמצא שהטבילה לאחר הקטיף באל-צרב בריכוז 1000-1500 ח"מ ח.פ. יכולה למנוע את התפתחות המחלה ולאפשר אחסון אגס במשך 9-10 חודשים באוויר מבוקר. בבתי הקירור השונים היישום המסחרי של התכשיר נהוג בשני אופנים:

- 1) טבילת מיכלים בודדים בבריכות טבילה.
- 2) קילוח מעל שלושה מיכלים.

בשני המקרים, מוסף מרפאן 0.5% לתמיסת הטבילה.

חומרים ושיטות

במהלך עונת הקטיף 2002, נערכו 4 ניסויים - 2 בקנה מידה מעבדתי ו- 2 בקנה מידה חצי-מסחרי. בניסויים נבדקו תכשירים של אתוקסיקווין מ- 3 חברות:

1. "אל-צרב" תוצרת חברת מכתשים מפעלים כימיים בע"מ. פורמולציה של חומר גלם ממקור חדש בסין.
2. "דקוויין" תוצרת חברת Decco ארה"ב, שיווק על-ידי חברת סייפ-פק בע"מ.
3. "קסדקווין" תוצרת חברת XEDA צרפת, שיווק על-ידי חברת תפזול תעשיות כימיות בע"מ.

כל תכשיר נבדק במינון המומלץ בשתי שיטות היישום ובניסויי הטבילה גם במינון כפול לבדיקת סכנת פיטוטוקסיות.

ניסוי א': ניסוי מעבדתי של טיפולי טבילה ב- 17/2/02, 5 חודשי אחסון באוויר רגיל ב- 0°C.
ניסוי ב': ניסוי מעבדתי של טיפולי טבילה ב- 17/2/02, אחסון ארוך באוויר מבוקר ב- 0°C.
ניסוי ג': ניסוי חצי-מסחרי של טיפולי קילוח ב- 31/7/02, אחסון קצר באוויר רגיל.
ניסוי ד': ניסוי חצי-מסחרי של טיפולי קילוח ב- 31/7/02, אחסון בינוני באוויר מבוקר.
בניסויים המעבדתיים הפרי אוחסן בתיבות של 8 ק"ג בתנאי אחסון של החברה למו"פ.
בניסויים החצי-מסחריים הפרי אוחסן במיכלים, בהם ניתנו הטיפולים, בתדרי אחסון של "קירור גליל".

הטיפולים בניסויי הטבילה היו כלהלן:

1. בקורת - טבילה במרפאן 240 ח"מ ח.פ.
2. אל-צרב (מכתשים) - 1500 ח"מ ח.פ. + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
3. אל-צרב (מכתשים) - 3000 ח"מ ח.פ. + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
4. דקוויין (סייפ-פק) 1500 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
5. דקוויין (סייפ-פק) 3000 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
6. קסדקוויין (תפזול) 1500 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
7. קסדקוויין (תפזול) 3000 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.

הטיפולים בניסויי הקילוח היו כלהלן:

1. בקורת - ללא טיפול
2. אל-צרב 1500 ח"מ ח.פ. + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
3. דקוויין 1500 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.
4. קסדקוויין 1500 ח"מ + מרפאן 240 ח"מ ח.פ.

לכל ניסוי נדגם פרי מאזורי גידול שונים כלהלן:

בניסויי הטבילה: פרוד, יסוד המעלה, רמת מגשימים, אפיק (כל מטע שימש כחזרה).
בניסויי הקילוח: קדמת צבי ויונתן. מכל מטע נבחרו 3 מיכלים (חזרות) לכל טיפול.

בדיקות הפרי כללו: קביעת שעורי הצרבון והרקבון ב- 20-30 פירות לחזרה בהוצאה מקירור וב- 30-50 פירות לחזרה אחרי חיי מדף; הערכת מראה הפרי מבחינת הכיסוי בשאריות החומרים בצורת אבקה לבנה ומדידת קשיות הפרי.

תוצאות

ניסוי א': טיפולי טבילה, אחסון קצר באוויר רגיל.

בהוצאה מקירור, אחרי 5 חודשי אחסון, קרוב ל-40% מהפרי מכל מטעים שלא טופל הראה כבר סימני צרבון שטחי, אם כי בדרגה קלה (טבלה 1). אחרי 5 ימים ב-20°C, כמעט כל הפרי היה נגוע בצרבון שטחי בדרגה בינונית עד קשה. הפרי המטופל היה נקי מכל צרבון בכל הטיפולים בהוצאה מקירור, אולם בתקופת חיי המדף הופיעו סימני צרבון קלים, בעיקר בפרי שטופל במינונים הנמוכים (1500 ח"מ) של קסדקווין וסייפ-פק. במינון הגבוה (3000 ח"מ) שעורי הצרבון היו נמוכים יותר ולא נגרם נזק אחר לפרי. מבחינת שעורי הרקבון, שהופיעו בתקופת חיי המדף, לא ניכרו הבדלים מובהקים בין הבקורת לבין הטיפולים. כלומר, לתכשירים לא היתה השפעה כלשהי על התפתחות הרקבון בפרי. אף אחד מהטיפולים לא השפיע על מוצקות הפרי בצורה מובהקת (טבלה 1.א.2), ולא על מצב ציפת הפרי (הנתונים אינם מוצגים).

טבלה 1.א.2 - שעורי הצרבון והפרי הבריא וקשיות הפרי בהוצאה מקירור ולאחר 5 ימי חיי מדף ב-20°C.

קשיות (ל"ב)	פרי בריא (%)	רקבון (%)	צרבון (%)		מועד ותאריך הבדיקה	הטיפולים
			דרגה (0-4)*			
11.5	60.0b	1.3	1.4a	38.8a		בקורת
11.4	100.0	0	0b	0b		אל-צרב 1500
11.4	98.8a	1.3	0b	0b		אל-צרב 3000 הוצאה
11.2	98.8a	1.3	0b	0b		דקו-קווין 1500 מקירור
10.7	100.0a	0	0b	0b	18/12/02	דקו-קווין 3000
11.4	100.0a	0	0b	0b		קסדקווין 1500
11.0	97.5a	2.5	0b	0b		קסדקווין 3000
6.5	0.0b	4.3	3.4a	95.7a		בקורת
6.8	84.6a	10.1	0.5bc	3.1c		אל-צרב 1500
6.5	96.0a	3.2	0.0c	0c		אל-צרב 3000 לאחר
6.3	76.9a	3.2	1.1b	19.9bc		דקו-קווין 1500 חיי מדף
6.8	91.4a	0	1.0b	8.6c	23/12/02	דקו-קווין 3000
6.6	73.3a	1.6	1.0b	28.2b		קסדקווין 1500
6.6	92.5a	2.5	0.5bc	4.2c		קסדקווין 3000

* עצמת הצרבון בפירות נגועים: 0 = ללא צרבון

1 = פחות מ-25% משטח קליפת הפרי

2 = 25-50% משטח קליפת הפרי

3 = 50-75% משטח קליפת הפרי

4 = יותר מ-75% משטח קליפת הפרי

a-c - מספרים עם אותיות שונות בכל טור, בכל מועד בדיקה, נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

ניסוי ב': טיפולי טבילה, אחסון ארוך באוויר מבוקר

יעילות האחסון באוויר מבוקר במניעת צרבון היתה גבוהה מהצפוי בניסוי זה וגם בפירות הבקורת כמעט ולא התפתחה המחלה, אפילו לאחר חיי מדף (טבלה 2.א.2). לפיכך, למרות שכל התכשירים מנעו לחלוטין את התפתחות המחלה, ההבדל בינם לבין הבקורת אינו מובהק. גם שעורי הרקבון בטיפולים השונים היו נמוכים יותר מאשר בפרי הבקורת, אך לא בצורה מובהקת. כתוצאה משתי ההשפעות הלא מובהקות הללו, שעורי הפרי הבריא היו גבוהים בצורה מובהקת בכל הטיפולים משעורי הפרי הבריא בבקורת, בעת ההוצאה מקירור. מאחר ורק פרי בריא נשאר לחיי מדף, שעורי הנגיעות בצרבון וברקבון לאחר 5 ימי חיי מדף היו נמוכים יותר מאשר בעת ההוצאה מקירור, אך הפרי היה במובהק יותר רך במועד זה. כמו בקירור רגיל, ציפת הפרי היתה לרוב בריאה ולא הושפעה על-ידי הטיפולים השונים.

טבלה 2.א.2 – שעורי הצרבון, הרקבון, הפרי הבריא וקשיות הפרי בהוצאה מקירור לאחר 8 חודשי אחסון באוויר מבוקר ולאחר חיי מדף של 5 ימים ב- 20°C.

קשיות (ל"כ)	פרי בריא (%)	רקבון (%)	צרבון (%)		מועד ותאריך הבדיקה	הטיפולים
			דרגה (0-4)*			
12.6	86.3b	7.5	3.0	6.3		בקורת
12.5	98.8a	1.3	0	0		אל-צרב 1500
13.0	98.8a	1.3	0	0		אל-צרב 3000 הוצאה
12.5	96.3a	3.8	0	0		דקו-קווין 1500 מקירור
12.3	100.0a	0	0	0		דקו-קווין 3000 18/3/03
12.5	100.0a	0	0	0		קסדקווין 1500
12.5	98.8a	1.3	0	0		קסדקווין 3000
9.7	96.0	0.7	2.5	3.3		בקורת
10.3	99.2	0.8	0	0		אל-צרב 1500
9.7	98.0	0.0	0	0		אל-צרב 3000 לאחר
9.7	98.3	0.8	0	0		דקו-קווין 1500 חיי מדף
9.3	99.3	0.7	0	0		דקו-קווין 3000 23/3/03
9.1	99.2	0.8	0	0		קסדקווין 1500
9.7	100.0	0.0	0	0		קסדקווין 3000

* עצמת הצרבון בפירות נגועים : 0 = ללא צרבון

1 = פחות מ- 25% משטח קליפת הפרי

2 = 25-50% משטח קליפת הפרי

3 = 50-75% משטח קליפת הפרי

4 = יותר מ- 75% משטח קליפת הפרי

a-b - מספרים עם אותיות שונות בכל טור, בכל מועד בדיקה, נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

ניסוי ג': טיפולי קילוח, אחסון קצר באוויר רגיל

הפרי אוחסן במשך חודשיים ב- 0°C בחדר לא אטום בקירור גליל. בהוצאת הפרי מקירור הוא מוין במערך המיון של בית האריזה ת"ג. מדגמים של 50 פירות נדגמו משולחנות הבריור, כשמחצית הפרי נבדקה מיד ומחציתו השניה לאחר חיי מדף. במדגמים אלה לא הובחנו רקבונות ולא התפתח צרבון. מידת כיסוי הפרי באבקה לבנה הוערכה בעת דגימת הפרי ממערך המיון בכל מדגם, ונתקבלו הערכים המוצגים בטבלה 3.א.2. הכיסוי הרב ביותר התקבל במיכל התחתון בכל שלישיה, ובעיקר בתכשיר אל-צרב (תמונה 1.א.2).

טבלה 3.א.2 - שעורי אבקה לבנה בפירות אגס בהוצאה מקירור מסחרי לאחר חודשיים אחסון באוויר רגיל.

הטיפול	פרי עם אבקה (%)	דרגת הכיסוי באבקה (0-4)*
אל-צרב	52.7a	3.0a
קסדקווין	23.3ab	2.3a
דקוקווין	10.0b	0.8b

* שטח פני הפרי המאובקים: 0 = נקי, 1 = 1-10%, 2 = 11-25%, 3 = 25-50%, 4 = >50%

ב.



א.



ג.



תמונה 1.א.2

מדגמי פרי שנדגמו בהוצאה
מקירור ממיכלים שטופלו ב:
א. אל-צרב
ב. קסדקווין
ג. דקוקווין

ניסוי ד': טיפולי קילוח, אחסון בינוני

לפרי הבקורת בניסוי זה נדגמה תיבת פרי מכל מיכל לפני קילוחו. תיבות הפרי אוחסנו בתוך מיכלי עץ באותו חדר קירור מסחרי, יחד עם הפרי המטופל. בעת פתיחת חדר הקירור נדגמה תיבת פרי מכל מיכל לפני העברתו למערך המיון. מכל תיבה נבדקה מחצית מהפרי בעת הוצאתו מקירור והמחצית השנייה הועברה לחיי מדף ב-20°C, לבדיקה כעבור 5 ימים. בהוצאה מקירור כבר נראה צרבון בדרגה בינונית בפרי הבקורת בקרוב ל-30% מהפרי, וגם שעור הרקבון היה ניכר, כיוון שפרי הבקורת גם לא טופל בקוטל פטריות (טבלה 4.א.2).

כל התכשירים היו יעילים במניעת התפתחות הצרבון בקירור, וגם שעורי הרקבון היו נמוכים למדי, כך שלמעלה מ-95% מהפרי היה בריא וראוי לשווק. בתקופת חיי המדף הצרבון לא התפתח, אך הופיעו מעט רקבונות ואבקה לבנה בפרי שהיתה בולטת בחלק מהפירות, בעיקר בטיפול באל-צרב (ציור 1.א.2). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים לבין עצמם ברמת הנגיעות ברקבונות ובהיקף הכיסוי באבקה לבנה.

טבלה 4.א.2 - שעורי הצרבון, הרקבון והפרי הבריא בעת הוצאת הפרי

מאחסון באוויר מבוקר ב-11.12.02.

פרי בריא (%)	רקבון (%)	צרבון		הטיפולים
		דרגה (0-4)*	(%)	
56.3b	15.4a	2.1a	28.2a	בקורת
98.3a	1.1b	0.0b	0.0b	אל-צרב
98.3a	1.1b	0.0b	0.0b	דקו-קווין
95.6a	4.4b	1.0ab	0.6b	קסדקווין
0.001	0.001	0.05	0.001	מובהקות

* עצמת הצרבון בפירות נגועים: 0 = ללא צרבון

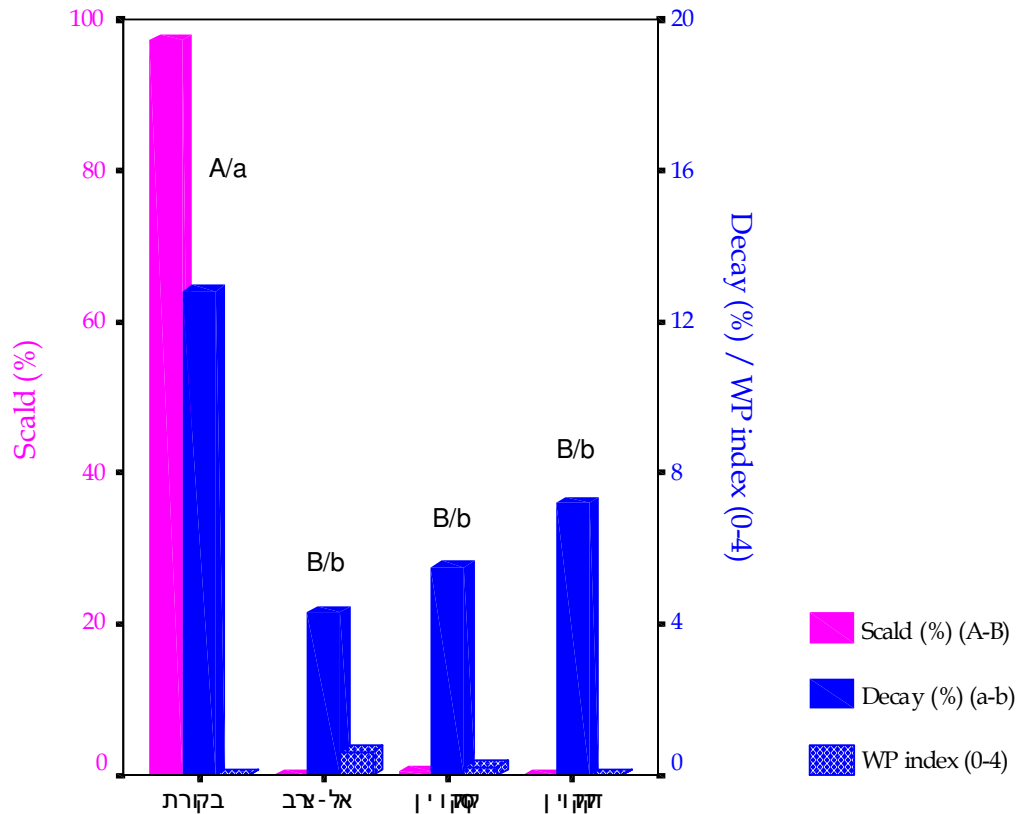
1 = פחות מ-25% משטח קליפת הפרי

2 = 25-50% משטח קליפת הפרי

3 = 50-75% משטח קליפת הפרי

4 = יותר מ-75% משטח קליפת הפרי

a-b - מספרים עם אותיות שונות בכל טור, בכל מועד בדיקה, נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.



ציור 1.א.2 - שעורי הצרבון (Scald), הרקבון (Decay) ודרגת כיסוי הפרי באבקה לבנה (WP) בפירות ספדונה לאחר 5 חודשי אחסון באוויר מבוקר ו-5 ימי חיי מדף ב-20°C. הטיפולים ניתנו בקילוח בפרי שנקטף ב-31.7.02. פרי הבקורת לא טופל.

סיכום

מחלת הצרבון השטחי הודברה ביעילות על-ידי 3 תכשירים מסחריים המכילים ethoxyquin כחומר פעיל. התכשירים שנבדקו היו: אל-צרב (חברת מכתשים מפעלים כימיים בע"מ), קסדקווין (חברת תפזול תעשיות כימיות בע"מ) ודקוויין (סייפ-פק בע"מ). התכשירים נבדקו במינון של 0.15% בשתי צורות יישום – טבילה וקילוח, כאשר הם שולבו בכל המקרים עם מרפאן 0.5%, להדברת פטריות גורמות רקבון באחסון. הפרי המטופל אוחסן הן בקירור רגיל והן באוויר מבוקר, לתקופות אחסון מחודשיים עד 8 חודשים. התכשירים לא נבדלו ביעילותם בהדברת מחלת הצרבון השטחי.

בניסויי הקילוח היה יתרון לתכשיר דקוויין בהעדר אבקה לבנה על הפרי. לעומת זאת לאל-צרב היה יתרון קל (לא מובהק) בעיכוב התפתחות הצרבון בפרי שאוחסן בקירור רגיל. בניסויי הטבילה נבדק ריכוז כפול של התכשירים, על מנת לבדוק פיטוטוקסיות אפשרית. לא היתה שום פגיעה בפרי המטופל בשלושת התכשירים, בריכוז 3000 ח"מ חומר פעיל.

ב. מונע חימצון די-פניל-אמין (DPA)

התכשיר DPA המשמש להדברת צרבון בתפוחים נבדק בשני ניסויים – ניסוי טבילה וניסוי קילוח.

1. ניסוי טבילה

הניסוי נערך ב- 17/7/02 בפרי מארבעה מטעים – פרוד, יסוד המעלה, רמת מגשימים ואפיק וכלל 5 טיפולים כלהלן:

א. בקורת - טבילה במרפאן 0.5%

ב. DPA 0.15% (500 ח"מ חומר פעיל) + מרפאן 0.5%

ג. DPA 0.3% (1000 ח"מ חומר פעיל) + מרפאן 0.5%

ד. DPA 0.6% (2000 ח"מ חומר פעיל) + מרפאן 0.5%

ה. אל-צרב 0.15% (1000 ח"מ חומר פעיל) + מרפאן 0.5%

2 תיבות של 50 פירות מכל מטע נטבלו בכל אחד מהטיפולים במשך 30 שניות. תיבה אחת לאחסון באוויר רגיל ב- 0.5°C במשך 5 חודשים ותיבה שניה לאחסון באוויר מבוקר ב- 0.5°C במשך 8 חודשים. שעורי הצרבון השטחי והרקבון נבדקו בפרי בעת הוצאתו מאחסון וכעבור 5 ימי חיי מדף ב- 20°C. כמו כן נבדקה קשיות הפרי ומצבו הפנימי.

תוצאות

יעילות ה-DPA בהדברת הצרבון בקירור רגיל היתה פחותה בכל המינונים שנבדקו בהשוואה לאל-צרב (טבלה 1.א.2). אמנם בעת ההוצאה מקירור הפרי שטופל במינון הגבוה (0.6%) היה בריא לחלוטין אולם במהלך 5 ימי חיי מדף שעור גבוה של הפרי נפגע במחלה. באוויר מבוקר עצמת המחלה היתה נמוכה ביותר בפרי הבקורת ועל כן כל הטיפולים היו יעילים במניעתה המוחלטת. מבחינת שעורי הרקבון לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בשתי שיטות האחסון. המינון הגבוה של DPA לא גרם נזק לפרי ומוצקתו בכל מועדי הבדיקה לא הושפעה על-ידי הטיפולים.

טבלה 1.א.2 – שעורי הצרבון השטחי לאחר 5 חודשי אחסון באוויר רגיל ו- 8 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובחיי מדף ב- 20°C

הטיפול	אוויר רגיל		אוויר מבוקר	
	הוצאה מקירור	חיי מדף	הוצאה מקירור	חיי מדף
בקורת	38.8a	95.7a	3.3	6.3
0.15% DPA	23.8b	95.4a	0	0
0.3% DPA	1.3c	91.7a	0	0
0.6% DPA	0.0c	67.8b	0	0
אל-צרב	0.0c	3.1c	0	0

a-c מספרים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

2. ניסוי קילוח

נערך ניסוי מסחרי בקירור גליל בו הושוותה היעילות של קילוח מיכלי הפרי ב- DPA 0.15% (500 ח"מ חומר פעיל) עם מרפאן 0.5% עם הטיפול הסטנדרטי של טבילה באל-צרב 0.15% (1000 ח"מ חומר פעיל) עם מרפאן 0.5%. כל טיפול ניתן ל- 9 מיכלים מ- 3 מטעים, כלומר 27 מיכלים לטיפול. אחרי הטיפול והקירור המוקדם המיכלים חולקו שווה בשווה ל- 3 חדרי אוויר מבוקר לאחסון קצר, בינוני וארוך. בעת פתיחת החדרים נדגמו 50 פירות מכל מיכל לבדיקות במעבדה בהוצאה מקירור ולאחר 5 ימים בחיי מדף ב- 20°C. הפרי נקטף ב- 15/7/02 ביונתן, רמת מגשימים וקדמת צבי וטופל ב- 16/7/02. הפרי הוצא מקירור ב- 28/10/02, 8/1/03 וב- 28/4/03.

תוצאות

מחלת הצרבון השטחי ללא הופיעה באף אחד מהטיפולים בכל מועדי הבדיקה. כמו כן, לא הופיעו נזקים אחרים בפרי, פרט למעט רקבון בחיי מדף אחרי 41 שבועות אחסון. שעורי הרקבון בפרי משני הטיפולים לא נבדלו זה מזה. ההבדל היחיד בין הפרי המטופל באל-צרב בטבילה והמטופל ב- DPA בקילוח היה בהופעת שאריות מרפאן כאבקה לבנה על פני הפרי (טבלה 2.ב.2). דרגת הכיסוי באבקה היתה אמנם קלה ביותר, אך היא הופיעה אפילו כתוצאה מטבילת הפרי באל-צרב. בקילוח ב- DPA הופחת אמנם שעור הפרי עם אבקה לבנה בצורה מובהקת, אך עדיין התופעה היתה קיימת. מעניינת העובדה שהיא בלטה יותר לאחר אחסון ממושך. יתכן שהדבר קשור יותר לסדר טבילת המיכלים, ולא דווקא למשך האחסון. קשיות הפרי נבדקה בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף, ולמרות שהיו הבדלים בין המטעים בקשיות הפרי, בין הטיפולים לא נמצאו הבדלים (טבלה 3.ב.2).

טבלה 2.ב.2 - שאריות מרפאן כאבקה לבנה על פני אגסי ספדונה (ממוצעים מ- 3 המטעים בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף).

משך האחסון (שבועות)	פרי עם שאריות אבקה לבנה (%)	
	אל-צרב	DPA
15	87.8a	16.3b
25	81.6a	38.7b
41	89.8a	54.2b

a-b מספרים עם אותיות שונות בכל שורה נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

טבלה 3.ב.2 – קשיות הפרי (ל"כ) בהוצאה מקירור ולאחר 5 ימי חיי מדף ב- 20°C.

מסד האחסון (שבועות)	טיפול	בהוצאה מקירור	אחרי חיי מדף
15	אל-צרב	13.5ab	5.9b
	DPA	13.8a	5.7b
25	אל-צרב	13.0b	6.5a
	DPA	13.2b	6.5a
41	אל-צרב	12.3c	5.8b
	DPA	12.3c	6.0b

סיכום

יעילות תכשיר מונע חמצון, DPA, בהדברת מחלת הצרבון השטחי באגסי ספדונה היתה נמוכה יחסית ליעילות התכשיר "אל-צרב", (אתוקסיקווין), כאשר הפרי אוחסן באוויר רגיל במשך 5 חודשים. אולם, כאשר הפרי אוחסן באוויר מבוקר - שיטת אחסון המעכבת את התפתחות המחלה הפיזיולוגית הזו, לא נבדלה יעילות הטיפול ב- DPA (0.15%) מזו של אל-צרב בהדברת המחלה.

ל- DPA לא היו תופעות לוואי בלתי רצויות לגבי איכות הפרי החיצונית או הפנימית, וניתן היה ליישם אותו בקילוח, מבלי לגרום לשאריות אבקת מרפאן בקנה מידה, שמפריע לשווק הפרי.

ג. הדברת צרבון באוויר מבוקר

מחלת הצרבון השטחי בפירות אגס, כמו בפירות תפוח, הינה תוצאה מפעולה חמצונית בתאי האפידרמיס של קליפת הפרי. לפיכך, ניתן למנוע או לעכב את התפתחותה בתכשירים מונעי חמצון וגם על-ידי אחסון באווירה דלת חמצן. לאחסן את הספדונה ב-1.5% O₂, אך עדיין המחלה מתפתחת באווירה זו (בעיקר לאחר העברת הפרי לחיי מדף), אם כי במידה מופחתת. הוחלט לבחון את אפשרות אחסון הפרי ברמת חמצן נמוכה יותר, הקרויה בספרות המקצועית (Ultra Low Oxygen) ULO, שעדיין לא תגרום לנשימה אנאירובית ותסיסה בפרי. נבחנו 3 הרכבים של אוויר מבוקר:

I. 1.5% O₂ + 5% CO₂ (ההרכב המומלץ)

II. 0.7% O₂ + 5% CO₂

III. 0.7% O₂ + 2% CO₂

בכל הרכב אוויר אוחסן פרי לא טבול ופרי טבול ב- 500 DPA ח"מ + מרפאן 0.5%.

תוצאות

שעורי הצרבון השטחי שהתפתחו באוויר מבוקר בתנאים המומלצים היו נמוכים למדי והורדת רמת החמצן באווירת האחסון מנעה בצורה מוחלטת את התפתחות המחלה במהלך 9 חודשי אחסון וחיי המדף לאחר מכן (טבלה 1.ג.2). גם בפרי ב- DPA לא הופיע צרבון כלל, אולם לטבילה היתה השפעה על הפחתת שעורי הרקבון, ללא קשר להרכב אווירת האחסון, בגלל תוספת המרפאן (טבלה 2.ג.2).

טבלה 1.ג.2 – שעורי הנגיעות בצרבון (%) בהוצאה מקירור ולאחר 5 ימי חיי מדף.

תנאי האחסון (%) O ₂ (%) CO ₂	7 חודשים		9 חודשים	
	הוצאה מקירור	חיי מדף	הוצאה מקירור	חיי מדף
5 1.5	0	2.4a	3.8	11.6a
5 0.7	0	0b	0	0b
2 0.7	0	0b	0	0b

טבלה 2.ג.2 – שעורי הרקבון במהלך האחסון בתנאי אוויר מבוקר בפרי טבול ב- DPA + מרפאן ובפרי לא טבול (ממוצעים מ- 3 תנאי האחסון).

הטיפול	7 חודשים		9 חודשים	
	הוצאה מקירור	חיי מדף	הוצאה מקירור	חיי מדף
בקורת	5.4a	2.2a	13.8a	3.1a
DPA + מרפאן	1.3b	0.3b	1.5b	0.6b

הרכב האווירה השפיע גם על קשיות הפרי (טבלה 3.ג.2) ועל מצב ציפת הפרי (טבלה 4.ג.2). הורדת רמת החמצן עיכבה את התהליך ההתרככות במשך 7 חודשי אחסון, אך לא מעבר לכך, והורדת רמת ה- CO_2 באחסון עיכבה את תהליך בתקופת חיי המדף. אותם טיפולים גם שיפרו את איכות הפרי הפנימית על-ידי הפחתת שעורי הנזקים בציפת הפרי (טבלה 4.ג.2). הנזקים בציפת הפרי התבטאו בהשחרה באזור בית הזרעים והשחמת הציפה מסביב לאזור בית הזרעים. שתי התופעות הופחתו על-ידי הורדת רמת החמצן ועד ל-7 חודשי אחסון היה גם יתרון ל- CO_2 גבוה (5%), שעל פי רוב מגביר את התופעה השניה בפרי יותר בשל.

טבלה 3.ג.2 – קשיות אגסי ספדונה (ל"כ) לאחר אחסון בהרכבי אוויר שונים.

תנאי האחסון		7 חודשים		9 חודשים	
CO_2 (%)	O_2 (%)	הוצאה מקירור	חיי מדף	הוצאה מקירור	חיי מדף
5	1.5	12.4b	6.9	12.0	8.7b
5	0.7	13.7a	7.0	12.1	8.5b
2	0.7	13.9b	7.6	12.0	9.8a

טבלה 4.ג.2 – שעור ציפה חולה באגסי ספדונה (%) במהלך האחסון באוויר מבוקר ולאחריו.

תנאי האחסון		7 חודשים		9 חודשים	
CO_2 (%)	O_2 (%)	הוצאה מקירור	חיי מדף	הוצאה מקירור	חיי מדף
5	1.5	37.5a	37.5a	52.5a	67.5a
5	0.7	6.0b	13.7b	35.0b	33.7b
2	0.7	30.0a	35.4a	35.7b	29.0b

סיכום

מתוצאות ניסוי שנה זו מסתמנת אפשרות למנוע את התפתחות הצרבון השטחי באגסי ספדונה על-ידי הורדת רמת החמצן ל-0.7%, ללא צורך בטיפול נוסף. לטיפול היה גם יתרון בשיפור קשיות הפרי ובהפחתת נזקים בציפת הפרי. ברם, שעורי הרקבון בפרי היו גבוהים יחסית, אחרי 9 חודשי אחסון, ללא טבילה במרפאן לפני האחסון.

ד. הדברת צרבון באמצעות סמארט פרש

אחת ממגבלות האחסון הארוך של אגסי ספדונה הוא מחלת הצרבון השטחי, המתפתחת בעיקר בתקופת חיי המדף לאחר האחסון. זו מחלה פיזיולוגית המודברת ביעילות רבה על-ידי טבילת הפרי לפני האחסון בתכשיר מונע חמצון המכונה ethoxyquin. לתכשיר מוסיפים את קוטל הפטריות מרפאן, על מנת למנוע את אילוח הפרי בעת הטבילה ואת רקבוננו במהלך האחסון הנמשך לעיתים עד 10 חודשים. טיפול הטבילה מהווה צוואר בקבוק בעונת קטיף הפרי הקצרה, בה יש צורך לקלוט כמויות פרי גדולות ולהכניסן במהירות מרבית לקירור. לאחר שנמצא כי הטיפול בסמארט-פרש לאחר הקטיף יעיל במניעת התפתחות מחלת הצרבון השטחי בתפוח הוחלט לבדוק את יעילותו באגס. היתרון בטיפול זה, הניתן בצורה גזית, הוא האפשרות לטפל בכמות גדולה של פרי בו זמנית בחדר אטום, גם לאחר שהוא קורר. מטרות הניסוי היו איפא לבחון את יעילות הסמארט-פרש במניעת התפתחות מחלת הצרבון השטחי באגס, לקבוע את תנאי הטיפול הרצויים ולבדוק את השפעת הטיפול על איכותו הכוללת של הפרי במהלך האחסון באוויר רגיל ובאוויר מבוקר ואת הבשלתו בחיי מדף לאחר האחסון.

חומרים ושיטות

פירות ספדונה, שנקטפו ב- 17/7/02 במטעים של פרוד, יסוד המעלה, רמת מגשימים ואפיק הובאו למעבדה ביום הקטיף. תיבות של 50 פירות מכל מטע נכלאו בחביות של 200 ליטר, להן הוזרק 1-MCP לקבלת ריכוז של 100 ח"ב (3 תיבות) או 300 ח"ב (6 תיבות). לאחר שהיה של 24 שעות ב- 20°C, נפתחו החביות והפרי הועבר ל- 1°C. תיבות פרי הבקורת הוכנסו לקירור מוקדם ב- 1°C ביום הקטיף. כשטמפרטורת הפרי הגיעה ל- 0°C, נעטפו תיבות הפרי בשקיות פוליאתילן (LDPE) מחוררות ואוחסנו ב- 0.5°C באוויר רגיל (תיבה/טיפול/מטע) או באוויר מבוקר 5%CO₂+1.5%O₂ (2 תיבות/טיפול/מטע). הפרי שאוחסן באוויר רגיל הוצא מקירור לאחר 5 חודשי אחסון והפרי מאוויר מבוקר לאחר 7 ו- 9 חודשי אחסון. בעת הוצאת הפרי מקירור, מחצית הפרי שטופל ב- 300 ח"ב 1-MCP, נחשפה ל- 150 ח"מ אתילן בחבית סגורה, במשך 24 שעות ב- 20°C. בדיקות הפרי בעת ההוצאה מקירור כללו הערכת המראה החיצוני (רקבונות, צרבון ופגמים אחרים) ב- 20 פירות ובדיקות קשיות הפרי ומצב הציפה ב- 10 פירות. שאר הפרי הועבר לחיי מדף ונבדק כעבור 7, 14, ו- 21 יום ב- 20°C, באותה צורה. מבחני טעם נערכו בסוף תקופת חיי המדף.

תוצאות

אחסון בקירור רגיל

לאחר 5 חודשי אחסון באוויר רגיל, מחלת הצרבון השטחי החלה להופיע כבר בקירור, אך התפתחה במיוחד במהלך שבוע חיי מדף בפרי לא מטופל, כאשר מעל ל- 90% מהפרי היה נגוע בצורה קשה (ציור 1.ד.2, תמונה 1.ד.2). באותה עת הפרי שטופל ב- 100 ח"ב 1-MCP הראה סימני נגיעות קלים, כ- 25%, וכעבור עוד שבוע נפגע 60% מהפרי בצורה בינונית. הפרי שטופל במינון הגבוה (300 ח"ב) היה בריא לחלוטין לאחר 3 שבועות בחיי מדף. ברם, הפרי שטופל ב- 300 ח"ב 1-MCP התחיל להתרכך רק אחרי שבועיים בחיי מדף, ואפילו חשיפה לאתילן לא האיצה את התרככותו (ציור 2.ד.2). לעומתו, פרי הבקורת הגיע לדרגת התרככות טובה למאכל תוך שבוע ימים ב- 20°C ופרי שטופל ב- 100 ח"ב היה ראוי למאכל אחרי שבועיים של חיי מדף.

בקורת



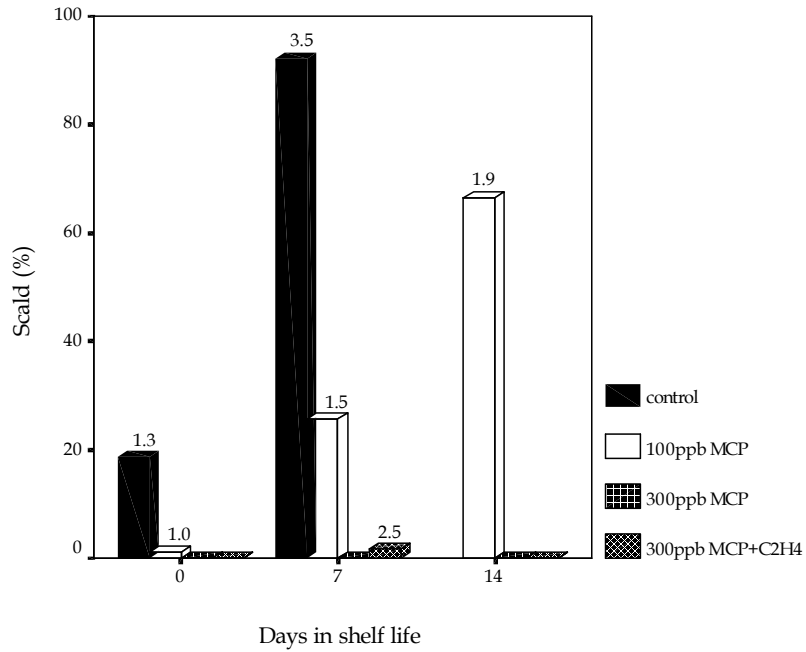
ppb 300 1-MCP



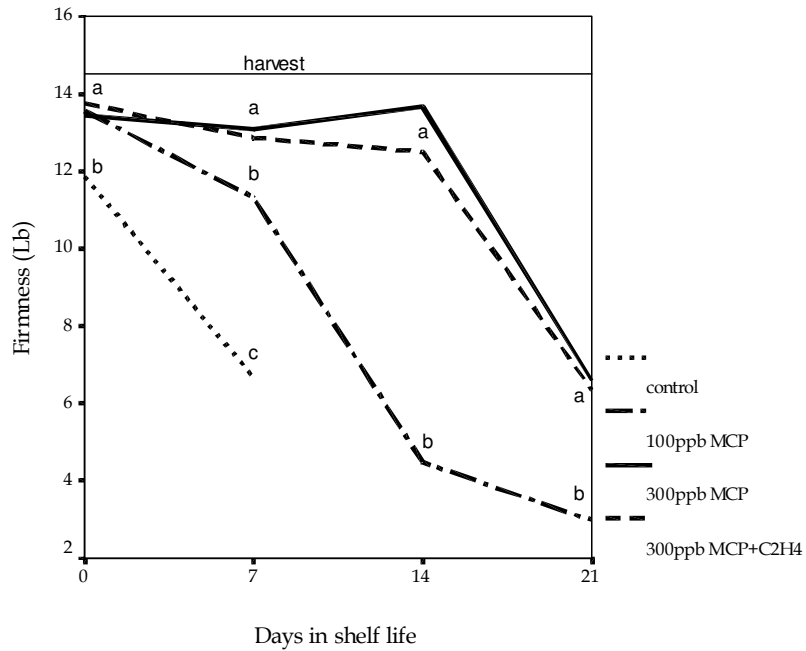
ppb 100 1-MCP



תמונה 1.ד.2 – מראה הפרי לאחר 5 חודשי אחסון באוויר רגיל ב- 0.5°C ושבוע ימים ב- 20°C.



ציור 1.ד.2 – שעור הנגיעות בצרבון שטחי באגסי ספדונה אחרי 5 חודשי אחסון ב-0°C באוויר רגיל (המספרים בראש העמודות מייצגים את עצמת המחלה בדירוג מ-1 פחות מ-25%) עד 4 (מעל 75% משטח הפרי).



ציור 2.ד.2 - השפעת הטיפול ב-1-MCP בעת הקטיפה על התרככות אגסי ספדונה במהלך חיי מדף לאחר אחסון ב-0.5°C באוויר רגיל.

אחסון באוויר מבוקר

שעורי הצרבון השטחי ועצמתו לאחר אחסון באוויר מבוקר היו השנה נמוכים ביותר, אפילו ללא טיפול כלשהו, אך המעט שהופיע הודבר ביעילות רבה על-ידי הטיפולים ב- 1-MCP, אפילו במינון הנמוך (טבלה 1.ד.2).

טבלה 1.ד.2 – שעורי הצרבון השטחי בהוצאה מאחסון באוויר מבוקר ולאחר חיי מדף.

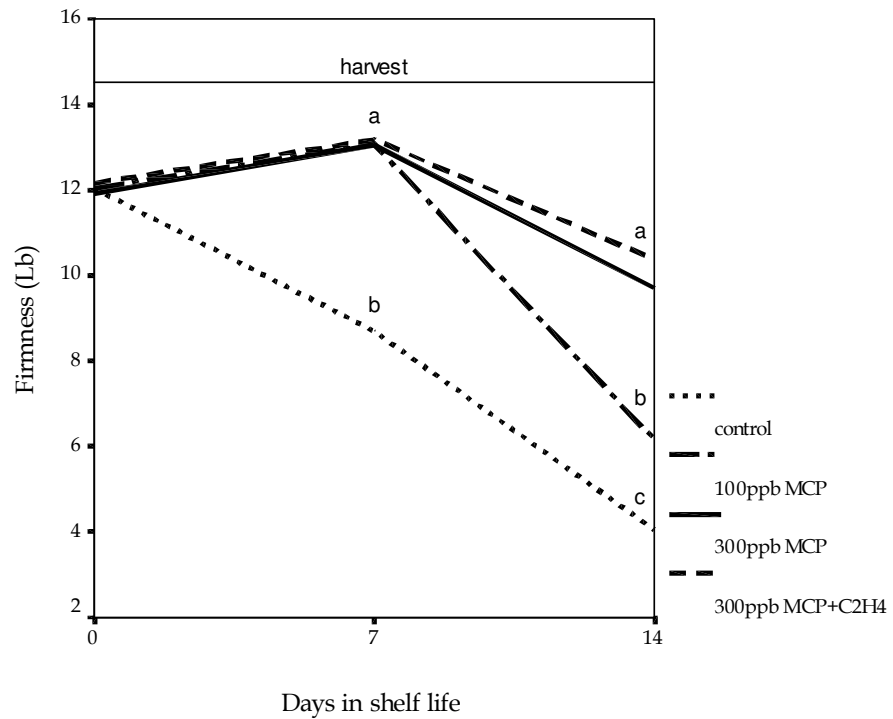
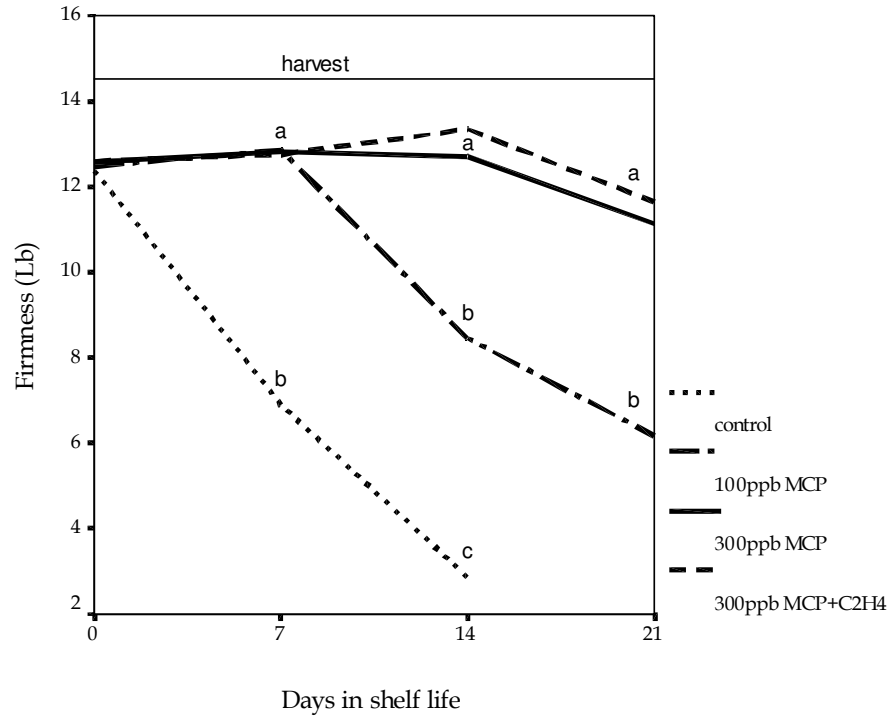
1-MCP (ppb)	ימים בחיי מדף לאחר 7 חודשים באחסון			ימים בחיי מדף לאחר 9 חודשים באחסון		
	0	7	14	0	7	14
	0	0	2.4	11.6	3.8	7.5
100	0	3.4	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0	0

הטיפולים ב- 1-MCP האריכו את חיי המדף של הפרי מבחינת התרככותו (ציור 3.ד.2). ברם, הפרי שטופל ב- 300 ח"מ לא הגיע לדרגת התרככות מספקת גם לאחר 3 שבועות בחיי מדף. החשיפה לאתילן לא גרמה להבשלתו התקינה של פרי זה. למרות שהפרי לא התרכך במהלך האחסון ולא היו הבדלים בקשיותו בהוצאה מהקירור אחרי 7 ו- 9 חודשים, קצב התרככות הפרי שטופל ב- 1-MCP הוגבר בחיי מדף אחרי 9 חודשים לעומת 7 חודשים, והפרי שטופל ב- 100 ח"מ היה ראוי למאכל אחרי שבועיים ב- 20°C. יתרון נוסף לפרי שטופל ב- 1-MCP היה בדחיית הופעת השחמת ליבת הפרי, הנחשבת כנוק הנגרם מהזדקנות הפרי (טבלה 2.ד.2). אחרי 7 חודשי אחסון נראתה פגיעה פנימית בפרי מטופל רק לאחר שבועיים בחיי מדף, וזאת רק בכ- 20-25% הפרי. אחרי 9 חודשי אחסון, אותם שעורי נזק פנימי נראו כעבור שבוע ימי חיי מדף, אולם 77.5% מהפרי שלא טופל נפגע באותו מועד.

טבלה 2.ד.2 - שעורי הפרי עם ציפה בריאה בעת ההוצאה מאחסון באוויר מבוקר ולאחר חיי מדף.

1-MCP (ppb)	7 חודשים ימים בחיי מדף			9 חודשים ימים בחיי מדף		
	0	7	14	0	7	14
	0	62.5b	62.5b	25.8b	47.5b	22.5b
100	95.0a	95.0a	78.9a	90.0a	77.5a	70.0a
300	97.5a	92.5a	74.4a	95.0a	80.0a	70.0a
*+300	100a	97.5a	80.0a	90.a	80.0a	72.5a

* חשיפה לאתילן לאחר ההוצאה מקירור.



ציור 3.ד.2 - השפעת הטיפול ב-1-MCP בעת הקטיף על התרככות אגסי ספדונה במהלך חיי המדף ב-20°C לאחר 7 (עליון) ו-9 (תחתון) חודשי אחסון באוויר מבוקר ב-0.5°C.

טעם הפרי

האטת התרככות הפרי המטופל בסמארט-פרש לוותה בעיכוב התפתחות העסיסיות, שגרם לדחיית המועד בו הפרי היה ראוי למאכל (טבלה 3.ד.2). אחרי 5 חודשי אחסון באוויר רגיל, נדרשו 3 שבועות בחיי מדף עד אשר פרי שטופל ב- 300 ח"ב נעשה עסיסי וראוי למאכל. פרי שטופל ב- 100 ח"ב היה ניתן לאכילה אחרי 6 ימים, אך עדיין נפל באיכותו מפרי הבקורת. אחרי אחסון באוויר מבוקר, לא היו הבדלים בין שני המינונים ונדרשו שבועיים בחיי דף לקבלת פרי ראוי למאכל, בעקבות הטיפול בסמארט-פרש. הטיפול באתילן בהוצאה מקירור לא קיצר את תקופת חיי המדף ולא זרז את התרככות הפרי והבשלתו.

טבלה 3.ד.2 – טעם הפרי בתקופת חיי המדף לאחר אחסון באוויר רגיל (RA) ובאוויר מבוקר (CA) (בכל מבחן השתתפו 6-8 טועמים).

המדד	1-MCP (ppb)	5 חודשים (RA)				7 חודשים (CA)		9 חודשים (CA)
		ימים בחיי מדף						
		6 ⁽¹⁾	21	5 ⁽²⁾	15	14 ⁽³⁾		
טעם	0	8.8a	-	6.9a	-	3.2b		
כולל	100	7.2b	6.0	3.4b	6.8	8.6a		
(1-10)	300	5.7c	7.8	3.9b	6.8	8.2a		
	*+300	6.0c	7.3	3.6b	7.0	6.6a		
	0	4.3a	-	4.0a	-	3.0b		
עסיסיות	100	2.8a	4.8	1.5b	4.2	4.6a		
(1-5)	300	2.2b	4.5	1.9b	3.3	4.4a		
	*+300	2.5b	4.8	1.5b	3.5	2.4b		
	0	1.7b	-	2.0b	-	1.4		
גריסיות	100	2.3ab	1.5	4.0a	1.8	1.4		
(1-5)	300	3.5a	2.3	3.7a	2.3	1.6		
	*+300	3.2a	1.8	4.1a	2.2	2.6		

(*) נחשף לאתילן אחרי ההוצאה מקירור

(1) פרי מפרוד, (3) פרי מיסוד המעלה, (4) פרי מרמת מגשימים

a-b מספרים עם אותיות שונות בכל טור ולכ מדד, נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$.

סיכום

במטרה למנוע את התפתחות מחלת הצרבון השטחי באגסי ספדונה, טופל הפרי הקטוף בסמארט פרש בשני מינונים (100 ח"ב ו- 300 ח"ב) לפני האחסון בקירור באוויר רגיל ובאוויר מבוקר. המינון הנמוך אמנם הפחית את שעור הפירות הנגועים בצרבון שטחי ואת עצמת המחלה, אך לא במידה מספקת. לעומת זאת, המינון הגבוה הדביר את המחלה לחלוטין, אולם, גם עיכב את הבשלת הפרי ואת התרככותו יתר על המידה, במיוחד כשהפרי אוחסן באוויר מבוקר, אפילו ל- 9 חודשים. בהמשך המחקר תבדק השפעת מינון ביניים על הדברת הצרבון השטחי ועל הבשלת הפרי, כמו גם האפשרות לאחסן פרי מטופל באוויר רגיל לתקופה ארוכה.

3. הדברת רקבונות באגס

בשיתוף: סמיר דרובי ודב פרוסקי - מנהל המחקר החקלאי

בעיית שאריות האבקה של המרפאן הנשארות על פני פירות האגס מעוררת את השאלה – האם לא ניתן למצוא תחליף לקוטל פטריות זה, בעל יעילות דומה, ללא תופעת הלוואי הבלתי רצויה? בבחינת קוטלי פטריות חלופיים, נלקחה בחשבון גם מידת רעילותם לסביבה ולאדם, ונבחנו תכשירים "ידידותיים".

בשלב ראשון נערך ניסוי בפרי שאולח מלאכותית בשתי הפטריות הגורמות לרקבונות אגס באחסון ובשלב שני נערך ניסוי בפרי מאילוח טבעי, בפרי בסוף עונת הקטיף עם רגישות גבוהה לרקבון.

א. ניסוי בפרי מאולח מלאכותית

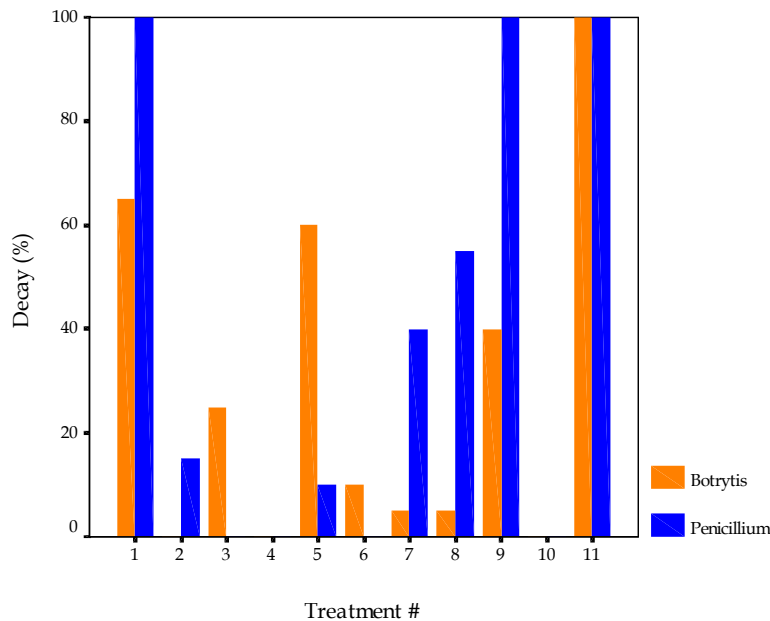
פירות אגס מיפתח, שנקפו ב- 7/8/02, אוחסנו במשך 3 שבועות ב- 0°C באוויר רגיל עד לתחילת הניסוי. הפרי הוחזק ב- 20°C במשך לילה לפני האילוח, שבוצע בתרחיפי נבגים של *Botrytis cinerea* ($10^6/\text{ml}$) ו- *Penicillium expansum* ($10^5/\text{ml}$). לכל פטריה אוּלחו 20 פירות עבור כל טיפול על-ידי הנחת $10\mu\text{l}$ תרחיף על פצע, שנוצר מדקירת מחט, בשני צדי הפרי. לאחר התייבשות הטיפות, הפירות הוחזקו באווירה רוויה ב- 20°C במשך לילה, לפני ביצוע הטיפולים כלהלן:

1. בקורת – טבילה באל-צרב "מכתשים" 1500 ח"מ (מתוסף לכל הטיפולים)
 2. מרפאן 0.5% - 200 מ"ל ב- 40 ליטר
 3. תיאבנדזול 300 ח"מ
 4. תיאבנדזול 600 ח"מ
 5. אימזליל 300 ח"מ
 6. אימזליל 600 ח"מ
 7. עמיסטאר 150 ח"מ
 8. עמיסטאר 300 ח"מ
 9. שמר (תוצרת חברת מנרב) $10^8/\text{ml}$
 10. שמר $10^8/\text{ml}$ + תיאבנדזול 300 ח"מ
 11. בקורת ללא טבילה באל-צרב
- מחצית מהפירות אוחסנו ב- 20°C ונערך מעקב אחר גידול כתמי הרקבון אחת ל- 3 ימים. המחצית השניה של הפרי אוחסנה ב- 0°C ונערך מעקב אחר גידול כתמי הרקבון אחת לחודש. הפירות היו עטופים ב- LDPE בשתי טמפרטורות האחסון.

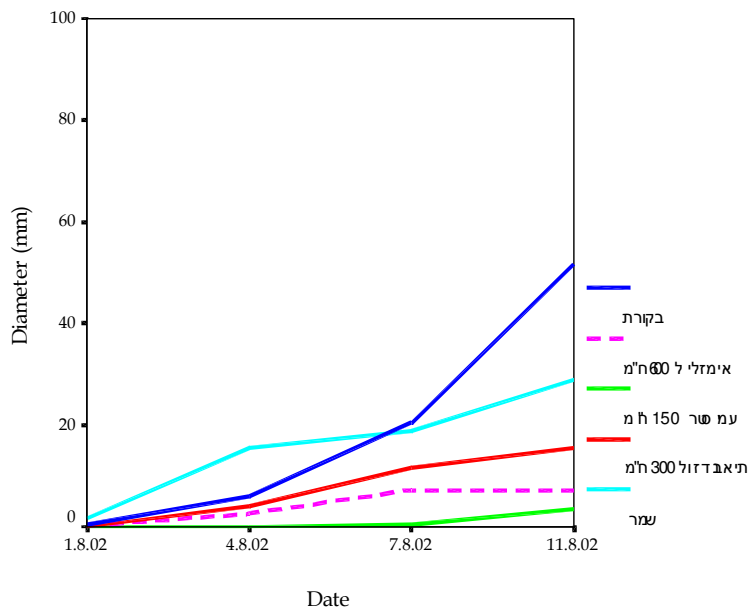
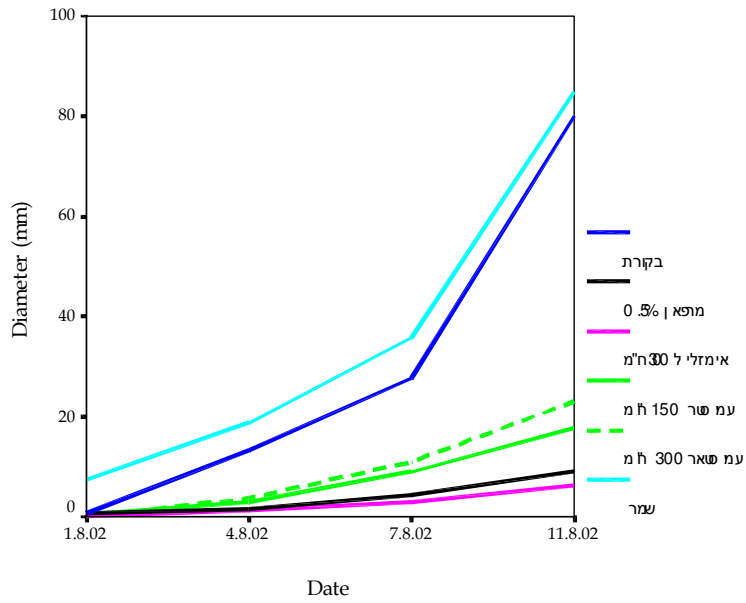
תוצאות

אחסון ב- 20°C

שעורי הרקבון לאחר שבועיים אחסון מוצגים בציור 3.1. טיפולים ב- 600 ח"מ תיאבנדזול (טיפול 4) ובתיאבנדזול 300 ח"מ + שמר (טיפול 10) מנעו לחלוטין את התפתחות שתי הפטריות, שגרמו ל- 100% רקבון בפרי לא טובל. יעילות טובה מאד בהדברת העובש האפור (*B. cinerea*) בלבד, נתקבלה בטיפולים מרפאן 0.5% (טיפול 2), ועמיסטר בשני הריכוזים (טיפולים 7 ו-8). הטיפולים היעילים ביותר בהדברת העובש הכחול (*P. expansum*) בלבד היו תיאבנדזול 300 (טיפול 3) ואימזליל 600 ח"מ (טיפול 6). אולם, גם הטיפולים שהיו קצת פחות יעילים בהדברת שתי הפטריות, אך עדיין הראו הדברה מובהקת, האטו גם את קצב התפתחות הרקבונות בפרי (ציור 3.2). הטיפול היחיד שלא השפיע משמעותית על התפתחות שני הרקבונות (מעט על העובש האפור) היה טיפול בשמר לבדו (טיפול 9). אולם, כאשר השמר שולב עם תיאבנדזול במינון הנמוך (טיפול 3), שלבדו נתן הדברה חלקית, העובש האפור הודבר לחלוטין.



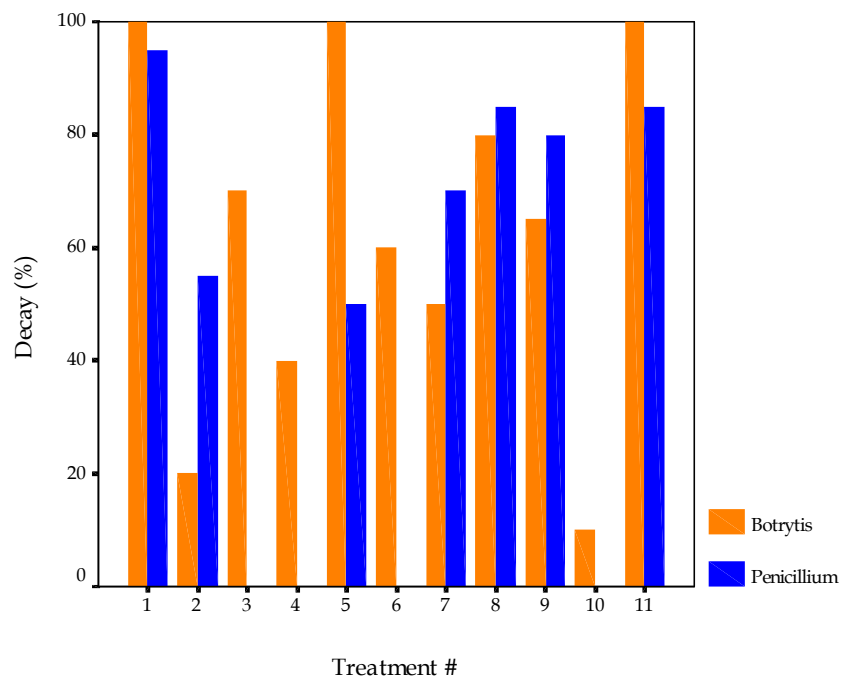
ציור 3.1 - שעורי הרקבון שהתפתחו בפירות אגס מאולחים בפטריות העובש האפור והעובש הכחול במהלך שבועיים אחסון ב- 20°C.



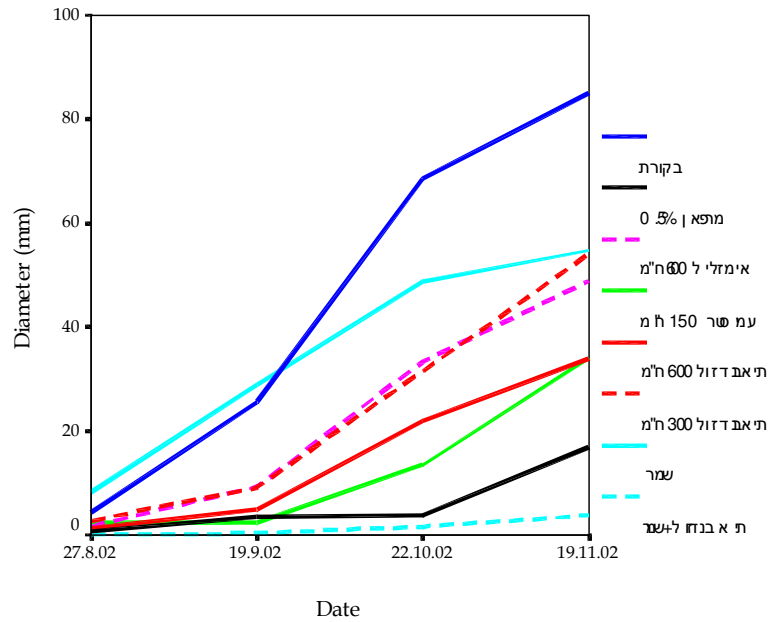
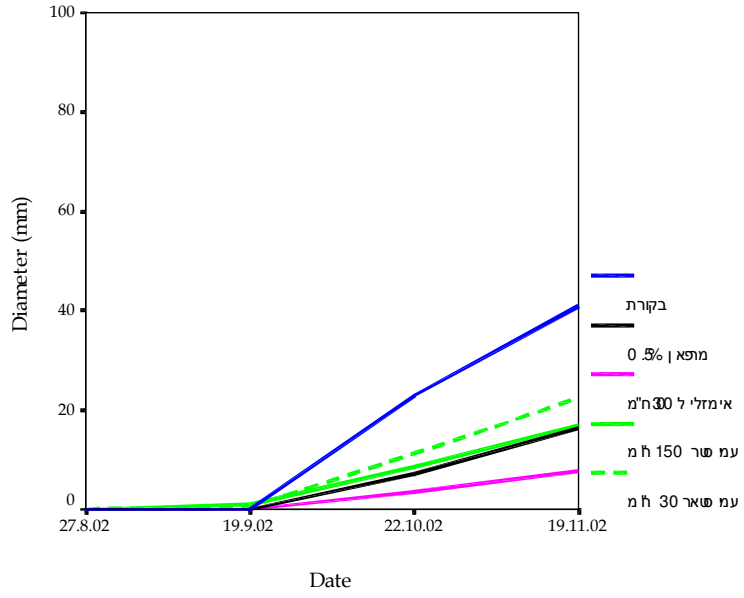
ציור 3.2 – קצב התפתחות העובש הכחול (עליון) והעובש האפור (תחתון) ב- 20°C בפירות אגס מאולחים, באותם טיפולים בהם לא הושגה הדברה מלאה.

אחסון ב- 0°C

במהלך 4 חודשי אחסון ב- 0°C שעורי הרקבון שהתפתחו באגסים המאולחים היו לרוב גבוהים יותר מאשר לאחר שבועיים ב- 20°C (ציור 3.3). למרות זאת, חלק מהטיפולים שנתנו הדברה מוחלטת של גורמי הרקבון ב- 20°C היו עדיין היעילים ביותר גם ב- 0°C. כלומר, לעובש האפור המרפאן והשילוב של שמר ותיאבנדזול הניבו הדברה טובה למדי ובעובש הכחול, טבילה בתיאבנדזול במינון הנמוך ובאימזליל במינון הגבוה התקבלה הדברה מוחלטת. העמיסטאר היה פחות יעיל בטמפרטורת אחסון זו מאשר ב- 20°C, אך השפעתו בלטה בעיכוב קצב גידול הרקבון (ציור 3.4). היתרון של מרפאן בהדברת העובש האפור, בהשוואה לשאר קוטלי הפטריות (למעט שמר + תיאבנדזול) באה לידי ביטוי גם בקצב גידול הרקבון המואט. לגבי העובש הכחול, העמיסטאר עיכב את גידולו בדומה למרפאן.



ציור 3.3 – שעורי הרקבון שהתפתחו בפירות אגס מאולחים פטריות העובש האפור והעובש הכחול במהלך 4 חודשי אחסון ב- 0°C.



ציור 3.4 – קצב התפתחות העובש הכחול (עליון) והעובש האפור (תחתון) ב- 0°C בפירות אגס מאולחים, באותם טיפולים בהם לא הושגה הדברה מלאה.

ב. ניסוי בפרי מאולח טבעית

פירות אגס מכפר סאלד, שנקטפו ב- 9/8/02 הוחזקו במיכל הקטיף בקירור עד ליום הניסוי ב- 13/8/02. הפרי הוצא מקירור לילה לפני כן וביום הניסוי הועבר לתיבות של 8 ק"ג לפני קבלת הטיפולים הבאים:

1. בקורת – ללא טיפול
2. מרפאן 0.5%
3. טקטוריל (תיאבנדזול) 600 ח"מ
4. עמיסטאר 300 ח"מ
5. DP - תכשיר הדברה חדש שפותח על-ידי פרופ' דב פרוסקי ממינהל המחקר החקלאי

התכשירים הוכנו בריכוזים המדויקים במי ברז ובתערובת עם אתוקסיקווין מתוצרת חברת XEDA, בריכוז 1500 ח"מ חומר פעיל. כל טיפול ניתן ל- 4 תיבות פרי, שנטבלו במשך 20 שניות. לאחר הטבילות והתייבשות הפרי, הוא קורר, נעטף ב-LDPE מחורר ואוחסן ב- 0°C במשך כ- 5 חודשים עד 30/12/02. הפרי נבדק בעת ההוצאה מקירור ולאחר חיי מדף של 3 ימים ב- 20°C .

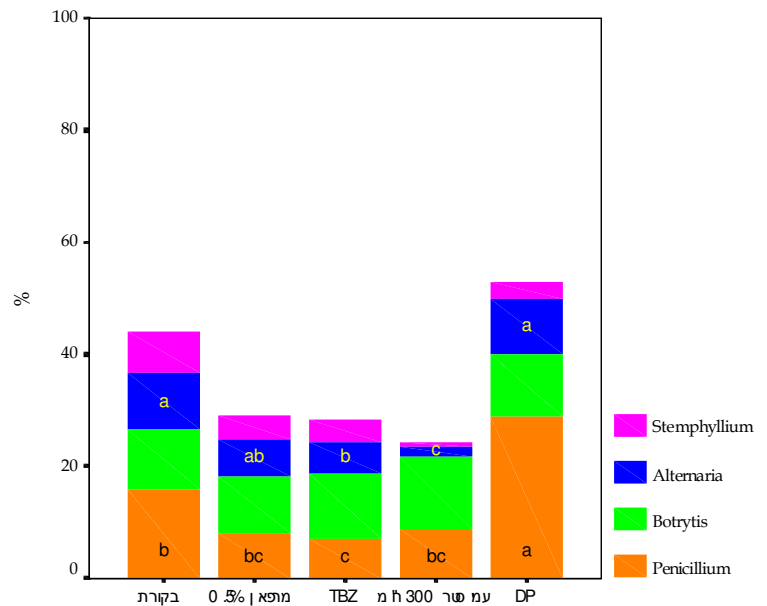
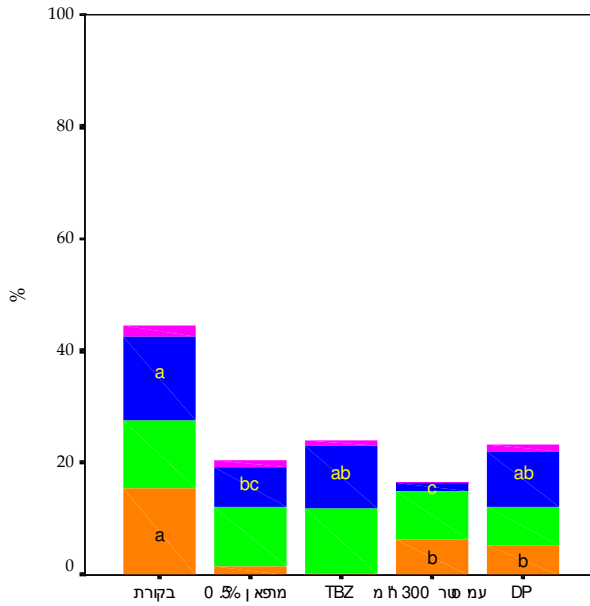
תוצאות

בהוצאה מקירור, אחרי 5 חודשי אחסון, הופחתו שעורי העובש הכחול על-ידי כל הטיפולים, כאשר הם שולבו באתוקסיקווין, אולם בלעדיו יעילותם היתה פחותה (ציור 3.5). שעורי העובש האפור לא הופחתו על-ידי אף אחד מהטיפולים ושעור האלטרנריה הופחתו בעיקר על-ידי התכשיר עמיסטאר. הפטריה סטמפיליום, הגורמת לרקבון באזור פיטם הפרי, הופיעה בשעורים נמוכים למדי, אך הם לא הושפעו על-ידי הטיפולים. מאחר שלעיתים הופיעו מספר רקבונות באותם הפירות, מוצגים שעורי הפרי הבריאים בציור 3.6, המצביע על הפחתה ממוצעת של 25% בשעורי הרקבון על-ידי כל התכשירים שיושמו ביחד עם אתוקסיקווין, לעומת הפחתה ממוצעת של 11%, ללא אתוקסיקווין. במיוחד הוגברה יעילות הטיפול DP כאשר הוא צורף לאתוקסיקווין.

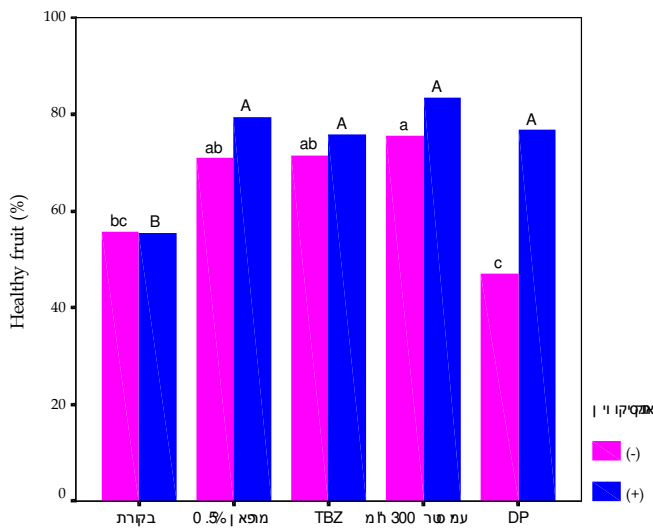
בתקופת חיי המדף גברו מאד שעורי הרקבון בפרי בכל הטיפולים, אולם נתקבלה תמונה מבחינת רגישות הפטריות השונות לתכשירים. עם זאת שעורי הפרי הבריאים היו נמוכים למדי, ללא יתרון ברור לאחד התכשירים שהניבו שעורי פרי בריאים מעט יותר גבוהים (ציור 3.7).

סיכום

התוצאות מצביעות על אפשרות להחליף את המרפאן בקוטל פטריות חלופי, אך יש עדיין צורך לבדוק את יעילותם בקנה מידה חצי-מסחרי.



ציור 3.5 – שעורי רקבון באגסי ספדונה לאחר 5 חודשי אחסון בקירור ב- 0°C באוויר רגיל. ללא אתוקסיקווין להדברת צרבון (מימין) ועם אתוקסיקווין להדברת צרבון (משמאל)



ציור 3.6
שעורי הפרי הבריא לאחר 5 חודשי אחסון בקירור ב- 0°C בקירור רגיל.

ציור 3.7
שעורי הפרי הבריא לאחר 5 חודשי אחסון בקירור רגיל ב- 0°C ו- 3 ימים בחיי מדף.

