

הדברת ריקבונות אחסון באגס
Control of storage decay of pear

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף המטעים
על ידי:

בן-אריה רות – החברה למו"פ קירור ואיסוס פירות בע"מ, קרית שמונה 10200
נריה אוהד - החברה למו"פ קירור ואיסוס פירות בע"מ, קרית שמונה 10200
קביטניצקי אמה – מיג"ל, מרכז ידע גליל עליון, קרית שמונה 10200

Ben-Arie Ruth – Fruit Storage Research Laboratory, Kiryat Shmona, 10200

E-mail: fruitlab@netvision.net.il

Nerya Ohad - Fruit Storage Research Laboratory, Kiryat Shmona, 10200

E-mail: fruitla1@netvision.net.il

Kvitnitsky Emma – Migal, Galilee Technological Center,

E-mail: emma@migal.co.il

מאי 2010

אייר תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים

תקציר

הצגת הבעיה: קיים צורך לפתח טכנולוגיה להדברת ריקבונות האחסון באגס, המתאימות ליישום עם אמצעי חדש (1-MCP) להדברת המחלה הפיזיולוגית צירבון שטחי, המיושם כגז, במקום שיטת הטבילה המקובלת.

מטרות המחקר: פיתוח שיטות להדברת ריקבונות, אשר יתאימו לתנאי יישום התכשיר סמארט-פרש (1-MCP).

שיטות ומהלך המחקר

נערכו ניסויים בשני זני האגס – קוסציה וספדונה – ב-3 רמות אילוח:

1. אילוח מלאכותי של 10 פירות לחזרה בעובש הכחול ובעובש האפור ואחסון הפרי ב- 20°C ובקירור.
2. פירות מאולחים מלאכותית מפוזרים בין פירות באילוח טבעי, ארוזים בתיבות של 8 ק"ג לחזרה.
3. אילוח טבעי של מיכלי פרי (450 ק"ג) – ניסויים חצי מסחריים.

תכשירי ההדברה שהושוו למרפאן היו: Fludioxonil, Pyrimethanil,

Azoxystrobin, Dichloro-diethyl-ammonium-chloride, כלורין דיאוקסיד, מי חמצן ושמןים אתריים ממספר צמחים. אופני היישום היו טבילה, ערפול או איוד במשולב עם אתוקסיקווין (דקו-סקולד) או 1-MCP להדברת הצרבון השטחי. לאחר הטיפול הפרי לרוב אוחסן באוויר מבוקר ($1.5\% \text{O}_2 + 2\% \text{CO}_2$) ב- 0.5°C לתקופה של כ-5 חודשים.

תוצאות עקריות: ההדברה היעילה ביותר של שני העובשים הושגה ע"י איוד הפירימתניל, שבוצע על פרי חם לפני היישום של 1-MCP בפרי מקורר. יעילות הערפול בתכשיר אמוניום רבעוני לא היתה הדירה והאיוד בשמןים אתרים לא היה יעיל כלל. יעילות הטבילה ב-3 קוטלי פטריות (סקולר, מיתוס ועמיסטאר) השתוותה ליעילות המרפאן.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: על סמך תוצאות של שנתיים ביישום אחד מקוטלי הפטריות בשיטת האיוד, יתכן שניתן יהיה להמליץ על שינוי יסודי בצורת הטיפול לאחר הקטיף בשני זני האגס – ספדונה וקוסציה. בטיפול החדש הפרי יטופל רק באיוד ולא בטבילה, בתכשיר להדברת ריקבונות ותכשיר להדברת הצרבון השטחי. אולם לפני המלצה ליישום מסחרי יש צורך בעוד שנה של נסיונות חצי מסחריים.

מבוא

אגס ספדונה, הזן העיקרי המגודל בארץ, נשמר באחסון במשך כ-10 חודשים ומשווק החל מחודש יולי ועד חודש מאי בשנה העוקבת. תקופת שיווק ארוכה זו הושגה הודות לפיתוח טכנולוגיות לאחסון הפרי הכלולות טבילת הפרי לאחר הקטיף בתכשיר המונע את התחמצנות הקליפה והשחמתה, שמשולב בקוטל פטריות למניעת התפתחות ריקבונות אחסון. הזן קוסציה, הינו בעל כושר השתמרות פחות ארוך, בעיקר בגין רגישותו הרבה יותר להתפתחות העובש האפור והעובש הכחול, אך נהוג לאחסן גם את הזן הזה במשך 6-7 חודשים באוויר מבוקר, לאחר טבילה משולבת, כמו בספדונה. לאחר הטבילה וההתייבשות מקורר הפרי במהירות אל מתחת ל- 0°C ומאוחסן בתנאי אווירה מבוקרת כשהוא עטוף בפוליאתיילן למניעת איבוד משקל הגורר בעקבותיו את הצטמקות הפרי.

עד לפיתוח טכנולוגיות אלו, הגורמים המגבילים את משך האחסון היו התרככות הפרי, התפתחות מחלה פיזיולוגית בשם צרבון שטחי המופיעה ככתמים חומים נרחבים על-פני קליפת הפרי, והתפתחות ריקבונות אחסון הנגרמים על-ידי פטריות עובש. לאחרונה פותחה שיטה חלופית לטבילה במונע החמצון להדברת מחלת הצרבון השטחי. שיטה זו המבוססת על איוד תכשיר בשם סמארט-פרש: 1-MCP (*1-methylcyclopropene*), המונע את פעולת הורמון ההבשלה אתילן, המשפיע על התפתחות המחלה. יישום החומר נוח בהרבה מטבילה או קילוח מיכלי הפרי בתכשירים, אשר היוו צוואר בקבוק בשיא עונת הקטיף, בעת הכנסת הפרי לקירור. הטיפול בפרי מחויב להתבצע ביום הקטיף, אולם חום הפרי חייב להיות נמוך מ- 28°C , דבר שלעיתים קשה להשגה בשיא עונת הקטיף, המתרחשת החל ממחצית חודש יולי. בנוסף לכך רק לאחר התייבשות הפרי ניתן להתחיל לקררו.

התכשיר סמארט-פרש אושר ליישום באגס בשנת 2007, כאשר פרט למניעת התפתחות הצרבון השטחי, הוא גם מאט את התרככות הפרי בעיקר בתקופת חיי המדף, דבר התורם רבות לשיפור איכות הפרי המשווק ברשתות. למרות יתרונות אלו, אין לתכשיר השפעה מעכבת לגבי התפתחות הפתוגנים הגורמים לריקבון בפרי. לכן, טיפול בתכשיר זה בלבד לא מונע את הצורך לטבול את הפרי כנגד התפתחות ריקבונות האחסון.

מטרת המחקר הראשית הייתה לפתח שיטה חלופית לשיטה הקיימת להדברת ריקבונות האחסון של שני זני האגס המאוחסנים בארץ. הצורך במציאת שיטה חלופית לשיטת הטבילה הנהוגה במסחר המשלבת שני תכשירים (אתוקסיקווין להדברת המחלה הפיזיולוגית צרבון שטחי ומרפאן להדברת גורמי ריקבון פתוגניים) נובע משלושה טעמים:

- א. הקושי ליישם בזן ספדונה את השילוב הנ"ל בשיטת הקילוח, היעילה מבחינה לוגיסטית, בגין שאריות מרפאן נראות לעין הנשארות על פני הפרי.
- ב. השאיפה להחליף את היישום של האתוקסיקווין בתכשיר 1-MCP הניתן בצורה גזית, להדברת המחלה הפיזיולוגית - הצירבון השטחי. במידה שניתן יהיה לפתח שיטה להדברת ריקבון שלא תצריך טבילה של הפרי לפני האחסון, תהיה בכך התייעלות בקליטת האגס בבתי הקירור ובאחסונו.
- ג. יעילות בלתי מספקת של המרפאן בהדברת שני העובשים העיקריים, שנצפתה לעיתים בשנים האחרונות.

שיטות וחומרים

הניסויים נערכו בשלוש רמות של אילוח הפרי:

1. פרי מאולח באופן מלאכותי ע"י פטריות שני העבשים, הכחול והאפור, בעזרת פציעה והנחת טיפה של תרחיף נבגים המכילה כ- 10^3 נבגים של *Penicillium expansum* או כ- 10^4 נבגים של *Botrytis cinerea* בשני צידי הפרי. הפרי המאולח הודגר במשך יממה בתא לח ב- 20°C לפני יישום הטיפול. לכל טיפול אולחו 10 פירות בכל אחת מהפטריות, כשפרי משמש כחזרה. יעילות הטיפול נקבעה על סמך מספר אתרי ההדבקה מהם התפתח רקבון ומדידת קוטר כתם הרקבון.
 2. פרי באילוח מלאכותי המפוזר בין פרי תקין באילוח טבעי. בתוך תיבת פרי שהכילה כ-50 פירות שנדגמו מתוך מיכלי הקטיפה שהגיעו לבית האריזה, פוזרו 8 פירות מאולחים באופן מלאכותי כמתואר לעיל, 4 מכל סוג עובש. לכל טיפול הוכנו 4 תיבות פרי (חזרות), שנעטפו לאחר הטיפול וקירור הפרי, בשקיות פוליאאתילן מחוררות ואוחסנו באוויר רגיל או באוויר מבוקר ב- -0.5°C .
 3. אילוח טבעי – ניסויים חצי מסחריים – דיגום של מיכלי פרי (כ-450 ק"ג) שהגיעו לבית הקירור. לרוב נדגם פרי מ-3 מטעים מבתי קירור שונים (קרור גליל, הרקור ורפקור), כאשר לכל טיפול הוקדשו 1-2 מיכלים ומיכל פרי שימש כחזרה. לבקורת ללא כל טיפול נדגמה תיבה של 50 פירות מכל מיכל לפני יישום הטיפולים במיכלים. כל ניסוי כלל טיפול טבילה או קילוח בבית הקרור בדקו-סקולד (1000 ח"מ ח.פ.) + מרפאן (250 ח"מ ח.פ.) כבקורת מסחרית. לאחר יישום הטיפולים, מיכלי הפרי קוררו, נעטפו בשקי פוליאאתילן מחוררים ואוחסנו בתנאי אוויר מבוקר בחדרי קרור החצי מסחריים של המעבדה, בנפח 55 ממ"ק ב- -0.5°C . בסוף תקופת האחסון נדגמה תיבת פרי תקין (50 פירות) מכל מיכל להשתייה של 5 ימים בתנאי חיי מדף (20°C ו-95% לחות יחסית). מיכלי הפרי הוחזרו לבתי הקירור המקוריים לשם מיון. כל מיכל מיון בנפרד לאחר שקילתו והפרי שנפסל לשיווק (בררה) נאסף, נשקל ונלקח למעבדה לשם מיון לפי גורמי הפסילה. במידה שכמות הפירות הפסולים למיכל היתה גדולה, מיון מדגם מייצג של כ-300 פירות למיכל.
- טיפולים ב-1-MCP בוצעו בחדרים אטומים בפרי מקורר, במינון של 0.3 ח"מ בזן ספדונה ובמינון 0.6 ח"מ בזן קוסציה, במשך 24 שעות, לאחר יישום טיפולי ההדברה. כשלא ניתן טיפול ב-1-MCP, הפרי נטבל בדקו-סקולד (1000 ח"מ ח.פ.) להדברת מחלת הצרבון השטחי, לעתים בשילוב עם תכשיר ההדברה ולעתים בנפרד.
- הניתוחים הסטטיסטיים בוצעו בעזרת תכנת SPSS, גרסה 17, בעזרת Anova חד כיוונית ומבחן דנקן.

תוצאות

1. ניסויים באילוח מלאכותי

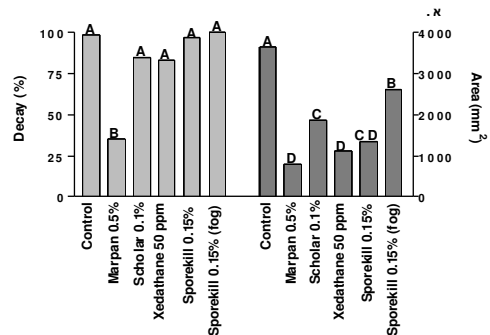
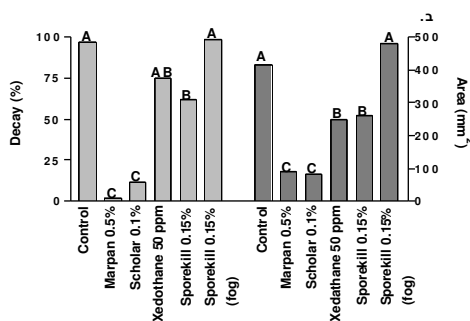
1.1 השוואת אידו, ערפול וטבילה בזן ספדונה

הטיפולים היו:

1. ביקורת;
2. טבילה במרפאן 0.5% (מכתשים);
3. טבילה בסקולר 0.1% (fludioxonil – כצ"ט בע"מ);

4. טבילה בספורקיל 0.15% (אמונים רביעוני – מ.מ.ברודי-סחר בע"מ);
5. עירפול בספורקיל 0.15% במשך 3 שעות בעזרת מערפל "תבור" (אופטיגייד בע"מ);
6. איוד חס ב-Xedathane (pyrimethanil - חברת Xeda) מהול בשמן מנטה (8%), ב-170-180, במינון של 50 מ"ל/קוב.

בבחינת שיעור הפרי הרקוב בתום 5 שבועות אחסון בקירור נמצא, כי בעוד שלהדברת בוטריטיס הייתה הטבילה במרפאן 0.5%, הטיפול היעיל היחיד, הרי שלהדברת פניציליום, הייתה גם הטבילה בסקולר 0.1% יעילה (איורים 1 ו-1b). תוצאות דומות התקבלו גם בבחינת שטח הפרי הרקוב בפניציליום בו לא נמצאו הבדלים בין שני התכשירים, שהפחיתו את שטח הריקבון בכ-80% לעומת הביקורת. איוד הפרי בקסדתן או טבילתו בספורקיל הקטינו אף הם את שטח הריקבון לכ-50%, כתוצאה מפטרייה זו. בבחינת שטח הפרי הרקוב בבוטריטיס נמצא כי איוד הפרי בקסדתן או טבילתו במרפאן היו הטיפולים היעילים ביותר בהפחיתם את שטח הריקבון בכ-75%. טיפולי ההדברה האחרים הפחיתו אף הם את השטח הנגוע, אך במידה פחותה.



איור 1: השפעת טיפולי הדברה על שיעור הריקבון ושטחו באגס מאולח מלאכותית בבוטריטיס (א) ובפניציליום (ב), לאחר 5 שבועות אחסון בקירור. A-D – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים.

תוצאות בדיקת הפרי בתום 3 חודשי אחסון אינן שונות באופן מהותי מהתוצאות שהוצגו לעיל ועל כן אינן מוצגות.

1.2 ניסויים בשמנים אתריים

ניסוי ראשון, שנערך בזן ספדונה בשנת 2007 בשמנים שונים שישומו בכלים אטומים של 5 ליטר ע"י הספגה לנייר סינון, התבסס על ניסוי מקדים בפירות בודדים בכלים של 250 מ"ל. הטיפולים היו כלהלן:

1. שמן אקליפטוס בריכוז 10 או 20 ח"מ;
2. שמן קינמון בריכוז 10 או 20 ח"מ;
3. שמן קורנית בריכוז 10 או 20 ח"מ;
4. שמן מנטה בריכוז 10 או 20 ח"מ.

מיכלי הפלסטיק נאטמו למשך 3 או 21 שעות בטמפרטורה של 20°C. בתום החשיפה אוורור המיכלים והפרי הועבר לאחסון קצר בחיי מדף, או לחודשיים אחסון ב-0°C.

שיעור הריקבון כתוצאה מפניציליום בפירות הביקורת בתום תקופות האחסון השונות היה 40%-60%, שיעור הנגיעות בבוטריטיס היה 80%-100%. לא נמצא עיכוב של התפתחות הריקבונות כאשר הפרי אוחסן למשך שבוע ב-20°C. באחסון הפרי למשך חודשיים בקירור נמצא, כי טיפול החשיפה הממושך לשמן מנטה בריכוז של 20 ח"מ, גרם לעיכוב של כ-25% בהתפתחות הפניציליום. לא נמצא עיכוב על-ידי הטיפולים האחרים (נתונים לא מוצגים).

2. ניסויים באילוח טבעי ומלאכותי.

נערכו שני ניסויים בשנים שונות בקנה מידה מעבדתי, בזן קוסציה.

2.1 בניסוי דו-גורמי הושוותה יעילות טיפולי הדברה שונים בשתי שיטות להדברת הצרבון

השטחי:

טבילה בדקו-סקולד לעומת איוד ב-MCP-1. טיפולי ההדברה היו כלהלן:

1. ביקורת - ללא טיפול.
 2. מרפאן 0.5% (ביקורת מסחרית) - טבילה בת 30 שניות.
 3. סקולר 0.1% (FLUDIOXONIL - כצ"ט בע"מ) - טבילה בת 30 שניות.
 4. עמיסטאר 0.2% (AZOXYSTROBIN - מכתשים בע"מ) - טבילה בת 30 שניות.
 5. מיתוס 0.25% (PYRIMETHANIL - האחים מילצין בע"מ) - טבילה בת 30 שניות.
 6. טימורקס 5% (שמן אתרי מעץ התה - חב' ביומור) - איוד ב-20°C במשך 18 שעות.
 7. שמן אתרי ממנתה (*Mentha piperita*) 20 ח"מ (חברת רות) - איוד ב-20°C במשך 18 שעות.
 8. שמן אתרי ממנתה 20 ח"מ (חברת XEDA) - איוד ב-20°C במשך 18 שעות.
 9. CO₂ 5% - סגירה בחבית ב-20°C במשך 18 שעות (ביקורת לטיפולים 6-8).
- טיפול הטבילה (1-5) בוצעו למחרת יום הקטיף במשולב עם האתוקסיקווין או לבדם לפני קירור הפרי עבור הטיפול בסמארט-פרש, שבוצע ב-9/7/08.
- לא הייתה לטיפול בסמארט-פרש השפעה מובהקת על שיעורי הריקבון, שהתפתחו בפרי במהלך האחסון וחיי המדף, אעפ"י שהייתה נטייה ליותר ריקבון בטיפול בסמארט-פרש (טבלה 1).

טבלה 1 - השפעת הטיפול בסמארט-פרש על שיעור הריקבון בפרי (באחוזים) בתום 5 חודשי אחסון בקירור ובתקופת חיי המדף.

(ממוצעים של כל טיפולי ההדברה)

הטיפול	בתום האחסון	בחיי מדף
דקו-סקולד	7.7±9.3	4.7±5.1
סמארט-פרש	11.3±11.9	7.7±10.3

לפיכך, חושבו ממוצעי שני הטיפולים (דקו-סקולד וסמארט-פרש) בבחינת השפעת תכשירי ההדברה על שיעורי העובש, שהתפתחו במהלך האחסון וחיי המדף (טבלה 2). הפטרייה שגרמה למרבית הריקבון בפרי הייתה *Penicillium expansum* (העובש הכחול), שהודברה בצורה מובהקת בתום האחסון וחיי המדף רק ע"י טיפולי הטבילה במיתוס ובמרפאן. שאר טיפולי הטבילה הפחיתו את שיעורי הריקבון הכחול הנגרם ע"י פטרייה זו, אך לא בצורה מובהקת. אף אחד מטיפולי האיוד לא היה יעיל ושמן מנתה גרם לנזק בפרי. שיעורי הריקבון האפור שנגרמו ע"י

הפטרייה *Botrytis cinerea* היו נמוכים גם בפרי הביקורת ולא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בשיעורי הנגיעות.

טבלה 2 - שיעורי הפרי הרקוב באגסי קוסציה (באחוזים), בהוצאה מקירור לאחר 5 חודשי אחסון ובתום שבוע בחיי מדף לאחר הקירור (הנתונים הם ממוצעים של פרי מטופל בדקו-סקולד ובסמארט-פרש).

לאחר אחסון וחיי מדף			בתום האחסון			הטיפול
סה"כ ריקבון	בוטריטיס	פניציליום	סה"כ ריקבון *	בוטריטיס	פניציליום	
23.3a	1.9	20.0a	9.9ab	1.5ab	8.2	ביקורת
5.3bc	0	4.6b	2.1bc	0.0b	1.9	מרפאן
8.6bc	1.1	6.1ab	3.8bc	0.0b	3.3	סקולר
9.0bc	0.9	6.7ab	3.9bc	1.5ab	2.4	עמיסטאר
0.3c	0	0b	0c	0.0b	0.0	מיתוס
24.4a	5.0	19.4a	11.4a	2.8ab	6.6	טימורקס
20.9ab	0	20.9a	9.4ab	0.0b	5.5	שמן מנתה א'
24.9a	4.6	19.2a	5.5abc	2.4ab	7.2	שמן מנתה ב'
24.4a	5.8	18.7a	9.6ab	4.6a	6.8	5% CO ₂
0.004	ל.מ	0.004	0.013	0.049	ל.מ.	מובהקות (p)

a-c ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות (p) המצוינת בתחתית הטור.

* כולל גם ריקבון, אשר נגרם על-ידי פתוגנים אחרים.

איכות הפרי הכוללת

לא הופיעו פגמים חיצוניים בפרי בנוסף לשיעורי הריקבון, באף אחד מהטיפולים, למעט נזק קשה משמן המנתה של חברת קסדה. בפירות בודדים הופיע נזק דמוי צירבון שטחי בטיפול בשמן מנתה א' (חב' רות) ובטיפול בטימורקס, אך ייתכן שגם זה היה נזק קל מהתכשירים, כיוון שבטיפולים האחרים לא הופיע צרבון שיטחי כלל.

הטיפול בסמארט-פרש גרם לנזק פנימי, דמוי נזק CO₂, בצורת השחמה סביב בית הגרעינים, מלווה לעיתים בחללים. שיעור הנזק נע בין 0% (מיתוס) לבין 10% (מרפאן וסקולר) ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

בנוסף, לסמארט-פרש הייתה השפעה קלה בעיכוב התרככות הפרי במהלך האחסון, אך בעיקר בתקופת חיי המדף (טבלה 3). בגין אי התרככות הפרי בחיי מדף, הועדף טעם הפרי שלא טופל בסמארט-פרש על פני הפרי המטופל (ציון 8.1 לעומת 6.7 מתוך 10) על דעת צוות טועמים, שהגדירו את הפרי שלא טופל כמתוק יותר.

טבלה 3 - השפעת טיפולים בסמארט-פרש וחומרי הדברה על קשיות (לבי"כ) של אגסי קוסציה בהוצאה מקירור לאחר כ-5 חודשי אחסון באוויר מבוקר ובתום שבוע בחיי מדף ב-20°C.

לאחר חיי מדף		בתום האחסון		הטיפול
סמארט-פרש	דקו-סקולד	סמארט-פרש	דקו-סקולד	
10.6*	4.3ab	11.0b	10.7	ביקורת
10.6*	4.1abc	11.2ab	11.5	מרפאן
10.8*	4.5ab	11.5ab	10.8	סקולר
10.8*	4.0c	10.8b	10.7	עמיסטאר
11.2*	4.6a	11.4ab*	10.7	מיתוס
11.5*	4.4abc	10.7b	10.8	טימורקס
11.3*	4.1bc	10.8b	10.8	שמן מנתה א'
11.4*	4.3abc	12.1a*	10.5	שמן מנתה ב'
10.8*	4.5ab	10.9b	10.4	5% CO ₂
ל.מ.			ל.מ.	מובהקות (p)

- מסמל הבדל מובהק בין הטיפולים להדברת צירבון שטחי ($p \leq 0.05$)
- a-c ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות (p) המצוינת בתחתית הטור.

2.2 ניסוי בזן קוסציה עם שמנים אתריים שיושמו עם וללא 1-MCP

הטיפולים יושמו בחביות של 250 ליטר, שהכילו 5 תיבות (חזרות) של 8 ק"ג פרי, כאשר בכל תיבה שולבו 10 פירות מאולחים בשתי הפטריות. הטיפולים היו:

1. בקורת פתוחה
2. בקורת סגורה במשך 24 שעות
3. שמן קורנית 2 ח"מ
4. שמן אקליפטוס 10 ח"מ
5. 1-MCP 0.3 ח"מ
6. שמן קורנית + 1-MCP (0.3 ח"מ)
7. שמן אקליפטוס + 1-MCP (0.3 ח"מ)
8. בקורת מסחרית

לאחר 14 שבועות באוויר מבוקר, 75% מהפירות היו נגועים קשה בעובש האפור בשתי הבקורות ובכל שאר הטיפולים, למעט הבקורת המסחרית, שבה רק 30% מהפרי היה נגוע – הפחתה מובהקת. העובש הכחול התפתח בשעורים בין 0% ל-5% ללא הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

3. ניסויים חצי מסחריים – פרי באילוח טבעי.

נערכו 3 ניסויים, אחד מדי שנה, בזנים ספדונה וקוסציה.

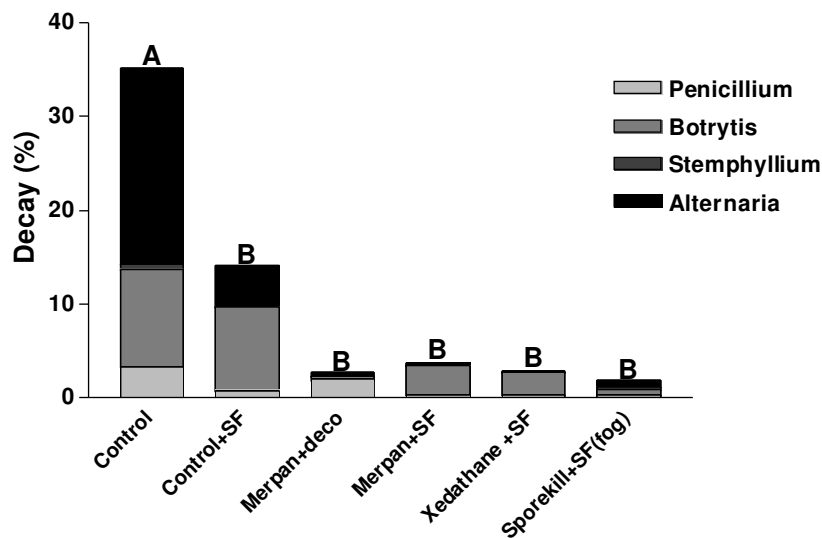
3.1 השוואת איוד, ערפול וטבילה בשילוב עם 1-MCP בזן ספדונה – שנה א'.

הניסוי בוצע במיכלי פרי מכל אחד מ-3 מטעים בראש פינה, הרי נפתלי ועמק החולה. טיפולי ההדברה המפורטים להלן נתנו ל-2 מיכלים מכל מטע (למעט הבקורות):

1. ביקורת ללא טיפול (תיבות);
2. ביקורת ללא טיפול הדברה בתוספת חשיפה לסמארט-פרש 300 ח"ב (תיבות);
3. טבילה במרפאן 0.5% + דקו-סקולד 0.15%;
4. טבילה במרפאן 0.5% בתוספת חשיפה לסמארט פרש 300 ח"ב;
5. איוד חם בפירימתניל (Xedathane) מהול בשמן מנתה (8%) ב-170-180°C במינון 50 מ"ל/קוב בתוספת חשיפה לסמארט-פרש 300 ח"ב;
6. ערפול בספורקיל 0.15% במשך 3 שעות בתוספת חשיפה לסמארט פרש 300 ח"ב.

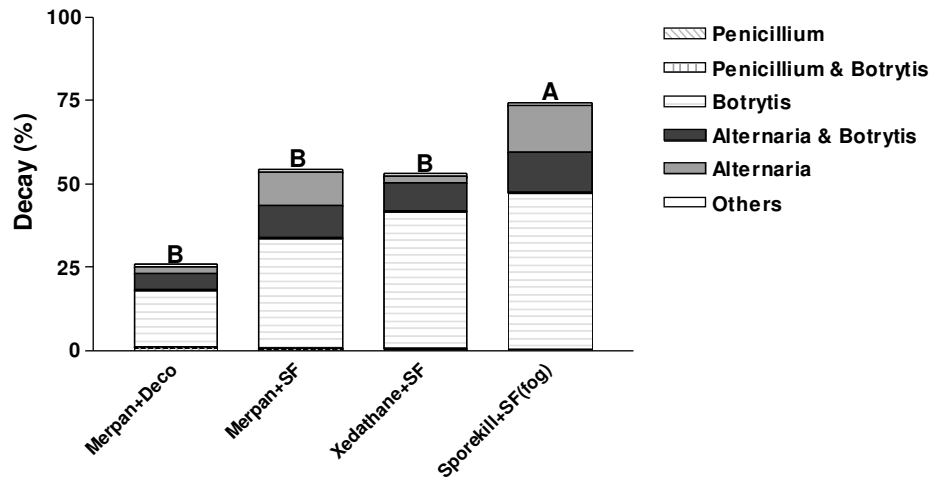
בבחינת השפעת טיפולי ההדברה על התפתחות ריקבונות האחסון, לא עוכבה התפתחות הפתוגנים השונים, פרט לאלטרנריה, ששיעוריה הופחתו מ-21% בביקורת ללא טיפול כלל, לפחות מ-5% בטיפולי ההדברה השונים (איור 2). מעניין לציין כי טיפול בסמארט-פרש לבדו תרם להפחתה של כ-80% בשיעור הריקבון שנגרם ע"י אלטרנריה.

במיון של מיכלי הפרי בתום האחסון לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בשיעור הפרי הפסול לשיווק, שהיה כ-8%. לעומת זאת בבחינת שיעור הריקבונות הכללי מכלל הפרי הפסול נמצא כי טבילת הפרי במרפאן ובדקו סקולד הפחיתה באופן מובהק את שיעור הפרי הרקוב לעומת הטיפולים האחרים (איור 3), אך התפלגות גורמי הריקבון לא הושפעה על-ידי הטיפולים השונים, כשהגורם העיקרי היה הפטרייה בוטריטיס.



איור 2: השפעת טיפולי הדברה לאחר הקטיף על התפתחות גורמי ריקבון באחסון (נתונים ממוצעים משלושת המטעים). SF = סמארט-פרש

A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בשיעור האלטרנריה.



איור 3: שיעור הריקבון והתפלגות גורמיו בפירות הפסולים לשיווק במיון מסחרי, בהשפעת טיפולי

ההדברה לפני האחסון בקירור. SF = סמארט-פרש

A-B – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים, בסך הריקבון.

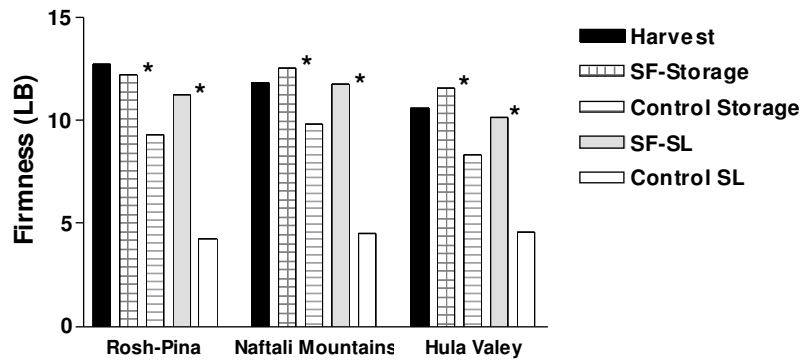
בבחינת השפעת הטיפולים השונים על איבוד המשקל של הפרי במהלך האחסון לא נמצאו כל הבדלים בין טיפולי ההדברה השונים, בין הפרי המטופל בסמארט-פרש ובין הפרי שאוחסן באווירת ערפל או עטוף בפוליאאתילן. למעשה איבוד המשקל הנמוך של הפרי הערום במהלך האחסון באווירת הערפל (כ-1.3%), מעיד על היתכנות השימוש בטכנולוגיית הערפול במקום עטיפת מיכלי הפרי בפוליאאתילן. בבחינת השפעת הטיפול בסמארט-פרש על קושיות הפרי בתום האחסון בקירור ובתום חיי המדף נמצא בפרי מכל שלושת המטעים, כי הפרי שטופל בסמארט-פרש היה קשה במובהק מהפרי הלא מטופל (איור 4).

בתום האחסון בקירור, נמצא בהשוואה שנערכה בין שני טיפולי הביקורת שלא נטבלו בדקו-סקולד (טיפולים 1 ו-2), כי שיעור הצרבון השטחי וחומרתו הופחתו בעקבות החשיפה לסמארט-פרש (טבלה 4). כמו כן, הסמארט-פרש הפחית את שעורי הרקבון במקרה זה וכתוצאה מכך היה שיעור הפרי הראוי לשיווק גבוה כמעט פי ארבעה. בנוסף, לא נמצאו הבדלים בשיעור ובחומרת הצרבון ובשיעורי הפרי הבריא, בהשוואת הטיפול במרפאן ובסמארט-פרש לטיפול המשקי הכולל טבילה במרפאן ובדקו-סקולד.

טבלה 4: השפעת חשיפה לסמארט-פרש על התפתחות צירבון שטחי ושיעור הפרי הבריא בתום האחסון בקירור.

פרי ראוי לשווק* (%)	חומרת הצרבון השטחי (1-3)	צרבון שטחי (%)	סמארט-פרש	טיפול הדברה
20.6 b	1.9 a	44.2 a	-	ביקורת
77.4 a	1.6 b	8.5 b	+	
90.6 a	1.1 c	6.7 b	-	מרפאן + דקו-סקולד
85.3 a	1.3 bc	10.6 b	+	מרפאן

a-c – אותיות שונות מעידות על הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין הטיפולים. * פרי ראוי לשיווק מוגדר כפרי ללא רקבון וצרבון בדרגה בינונית ומעלה, אך כולל צרבון בדרגה קלה.



איור 4: – השפעת טיפול בסמארט-פרש (SF) על מוצקות אגס ספדונה בתום 4-5 חודשי אחסון בקירור ובתום שבוע בחיי מדף (SL). (ממוצעי הנתונים מכל טיפולי ההדברה).
* - מסמן הבדל מובהק ($p < 0.05$) בין כל זוג טיפולים.

3.2 השוואת איוד, ערפול וטבילה בשילוב עם 1-MCP בון ספדונה – שנה ב'

הניסוי בוצע בפרי ספדונה שנקטף בסוף העונה (27.7.08), כשרגישותו לריקבון באחסון אמורה להיות גבוהה. נאספו 6 מיכלי פרי מכל אחד מהמטעים – ראש פינה, יסוד המעלה ורמת מגשימים. לכל מיכל ניתן אחד מהטיפולים הבאים:

1. ביקורת מסחרית - טבילה בדקו-סקולד 1000 ח"מ + מרפאן 0.5%.
 2. טבילה במרפאן 0.5% לפני איוד בסמארט-פרש 0.3 ח"מ, במשך 24 שעות ב-0°C.
 3. איוד בפרימתניל (25 סמ"ק/טון) לפני האיוד בסמארט-פרש כנ"ל (מחצית מהמינון המומלץ).
 4. איוד בפרימתניל (50 סמ"ק/טון) לפני האיוד בסמארט-פרש כנ"ל (המינון המומלץ).
 5. איוד בפרימתניל (100 סמ"ק/טון) לפני האיוד בסמארט-פרש כנ"ל (כפול המינון המומלץ).
 6. ערפול בספורקיל 0.5% לפני האיוד בסמארט-פרש כנ"ל.
- טיפולים בתיבות:
7. ערפול במי-חמצן לפני האיוד בסמארט-פרש כנ"ל.
 8. איוד בסמארט-פרש כנ"ל (ללא טיפול נגד ריקבון).
 9. ביקורת - ללא טיפול כלשהו.

איכות הפרי בהוצאה מקירור

חדרי הקירור באוויר מבוקר נפתחו באמצע חודש נובמבר להערכת האיכות החזותית. למרות שכבר נראו פירות רקובים ברבים מהמיכלים, הוחלט להמשיך באחסון כמתוכנן עד ינואר. אולם בתקופה זו חלה ירידה חזקה מאוד באיכות הפרי בכללותו, שהייתה קשורה כפי הנראה בקושי לשמור על הרכב האוויר המתוכנן. רמת החמצן הממוצעת עלתה ל-4% ורמת ה-CO₂ הממוצעת ירדה ל-0.7%. לפיכך, בסוף ינואר שיעורי הפרי הפסול שנתקבלו היו גבוהים למדי בכל הטיפולים (טבלה 5). שיעורי הפרי הפסולים הנמוכים ביותר נתקבלו בעקבות איוד במינון הכפול של פרימתניל והערפול בספורקיל. ייתכן שבטיפול ספורקיל, העובדה שמיכלים אלה לא היו מכוסים בשקי פוליאאתילן, על-מנת לאפשר לערפול לחדור לפרי, תרמה לשיעור הפסילה הנמוך יחסית, שכשליש ממנו היה פרי מצומק. עם זאת, בחישוב ההפסד במשקל הפרי במהלך האחסון, לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים (ממצאים אינם מוצגים). בטיפול האיוד בפרימתניל נגרמו צריבות לפרי, שהלכו וגברו עם עליית

המינון, למרות ששיעורי הפרי הפסול בכללותם הלכו וקטנו. בגין השונות הגדולה בין המטעים בשיעורי הפרי הפסול, ההבדלים שנתקבלו בין הטיפולים לא היו מובהקים, אך המגמה ברורה. לא הייתה השפעה של אף אחד מהטיפולים על סוג ריקבון מסוים וסה"כ הפרי הרקוב נע בין 16% ל-34% מכלל הבררה, ללא הבדלים מובהקים.

לאחר חיי מדף, השיעורים הנמוכים של פרי תקין בטיפול הביקורת ומרפאן בלבד נובעים מהופעת שיעורים גבוהים של המחלה הפיזיולוגית צירבון שטחי, שהופחתה באופן מובהק ע"י הטיפולים בדקו-סקולד ובסמארט-פרש (טבלה 6). הדברת ריקבון מובהקת בהשוואה לביקורת ולטיפול המסחרי, הושגה ע"י שלושת טיפולי האיוד ושני טיפולי הערפול, אולם הערפול במי חמצן גרם לצריבות בפרי וע"כ לא נשאר כלל פרי תקין בטיפול זה. לא נתקבלו הבדלים מובהקים בין מינוני הפירימתניל והספורקיל. לטיפול סמארט-פרש אחרי טיפולי האיוד והערפול לא הייתה השפעה על שיעורי הריקבון בטיפולים השונים.

טבלה 5 - איכות אגסי ספדונה לאחר מיון בבית האריזה בתום 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר - שיעורי הפרי הפסול והתפלגותם לגורמי הפסילה.

הטיפול	פרי פסול %	עובש כחול *	עובש אפור *	אלטרנריה *	סה"כ ריקבון *	התפרקות *	נזק כימי *	פגיעה * הצטמ-קות *	נזק אחר †*
ביקורת מסחרית	43.0	6.1	18.7	2.8	27.6	21.4	0	29.1	7.0
מרפאן + **SF	36.7	20.5	6.7	2.8	30.1	12.7	0	6.2	45.6
פירי. 0.5 * + **SF	42.4	4.0	15.5	9.9	29.4	15.9	3.7	1.2	45.8
פירי. 1 * + **SF	29.4	5.3	13.4	7.4	26.1	13.7	7.0	3.9	43.7
פירי. 2 * + **SF	9.9	4.6	6.4	5.1	16.1	21.0	14.9	1.9	34.2
ספורקיל **SF +	12.8	5.0	11.7	17.9	34.5	7.4	0	1.9	23.5

*% מסה"כ הפרי הפסול, † כולל פרי סדוק, עם לחיצות וקטן. ** SF = סמארט-פרש, פירי. =

Pyrimethanil

טבלה 6 - איכות אגסי ספדונה ולאחר שבוע בחיי מדף (20°C, לחות יחסית 70%) בתום 6 חודשי אחסון באוויר מבוקר.

פרי תקין (%)	בררה * (%)	צרבון שטחי (%)	פרי רקוב (%)			הטיפול	
			סה"כ	אלטרנריה	בוטריטי ס		
72.3a	1.3b	1.5b	25.0a	0	8.4	17.0	ביקורת מסחרית
70.6a	2.5b	1.6b	25.3a	0	11.7	13.6	מרפאן + SF **
92.9a	0.4b	2.3b	4.4c	0	2.9	1.5	פירי.1* + 0.5 SF **
90.8a	0b	2.1b	7.1bc	0	3.3	3.8	פירי.1* + SF **
92.8a	0b	0.5b	6.8bc	0	4.5	2.3	פירי.2* + SF **
95.7a	2.5b	0.0b	1.8c	0.4	1.4	0	ספורקיל + SF **
0c	100a	0.0b	6.8bc	1.7	3.7	1.4	מי חמצן + SF
87.8a	1.0b	0.0b	11.2ab	4.4	0	6.8	SF
38.6b	4.1b	49.4a	7.9ab	1.6	5.2	1.1	מרפאן
7.4c	4.7b	49.3a	38.6a	12.4	1.6	24.6	ביקורת
0.001	0.000	0.000	0.05	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מובהקות) (p

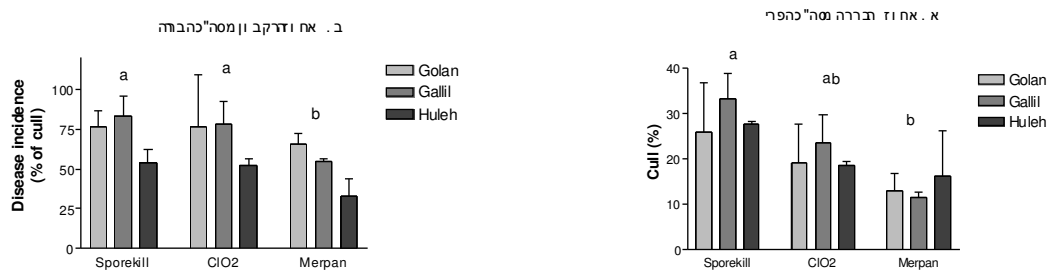
• כולל פרי ממוטט, מצומק או עם נזק כימי. SF** = סמארט-פרש, פירי. = Pyrimethanil

a-c ערכים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת המובהקות (p) המצוינת בתחתית הטור.

3.3 השוואת ערפול וטבילה בשילוב עם 1-MCP בזן קוסציה

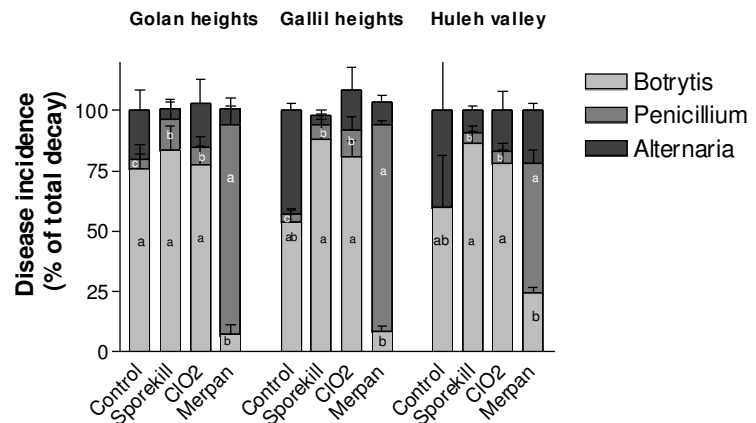
נדגמו 8 מיכלי פרי מכל אחד מ-3 מטעים בגולן, גליל ועמק החולה לקראת סוף עונת הקטיף (19.7.09), על מנת להבטיח שתהיה נגיעות ברקבונות אחסון. מחצית המיכלים מכל מטע נטבלו באתוקסיקווין (דקו-סקולד – 1000 ח"מ ח.פ) + מרפאן (250 ח"מ ח.פ) (בקורת מסחרית). מהמיכלים הלא טבולים נדגמו 4 תיבות פרי (בקורת – ללא טיפול). מיכלים אלה חולקו לשני חדרי קירור ולפני הפעלת הקירור טופלו להדברת פטריות ע"י ערפול בספורקיל (120 ח"מ) בחדר אחד ובכלורין די-אוקסיד (200 ח"מ) בחדר השני, במשך 4 שעות. לאחר מכן קורר הפרי וטופל כנגד צרבון ב-0.6 ח"מ 1-MCP. לאחר כיסוי מיכלי הניסוי בפוליאאתילן מחורר, הופעלו תנאי אוויר מבוקר למשך כ-4 חודשים. שעורי הפחת היו גבוהים למדי בתום האחסון בשני טיפולי הערפול, ביותר מ-50% בהשוואה לבקורת המסחרית (מרפאן – איור 5 א'). גם שעור הרקבון כאחוז מהבררה הופחתו בצורה מובהקת ע"י

המרפאן בפרי משלושת אזורי הגידול (איור 5 ב'). יש לציין שעיקר הפחת בטיפול זה נבע מנוק של אתוקסיקווין.



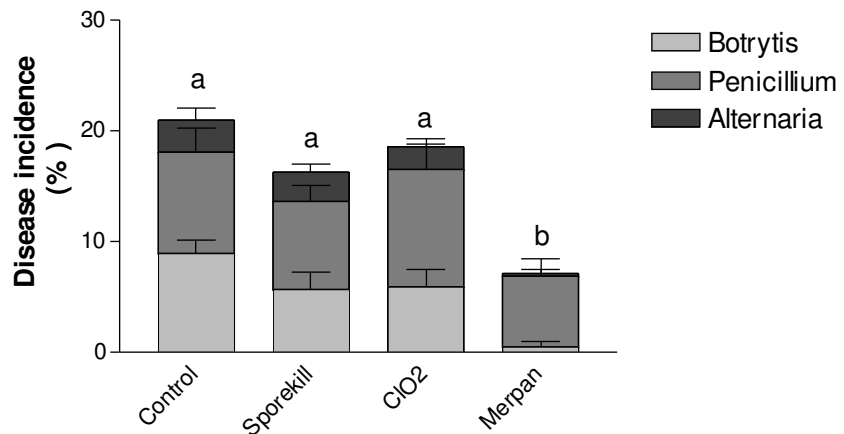
איור 5: שעורי הפחת באגסי קוסציה בתום כ-4 חודשי אחסון במיכלי עץ באוויר מבוקר ב-0°C. a-b - טיפולים עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$, לפי הממוצעים של שלושת אזורי הגידול.

שעורי הרקבון בבקורת האמיתית של פרי לא מטופל שאוחסן בתיבות היה דומה לשעור הרקבון בבקורת המסחרית, אך בתנאי אריזה כה שונים אין להסיק מכך מסקנות. עם זאת ניתן להשוות את השפעת הטיפולים על התפלגות סוגי הרקבון (איור 6). השפעת הטיפולים היתה דומה אך לא זהה. בפרי הבקורת ללא טיפול, הפטריה השליטה היתה העובש האפור ואחריה האלטרנריה. היה מעט מאד עובש כחול. כל הטיפולים הפחיתו בצורה מובהקת את הנגיעות באלטרנריה. בשני טיפולי הערפול עלו בעקבות כך שעורי העובשים, אך בעיקר העובש האפור. לעומת זאת, הטיפול במרפאן הפחית גם את שעורי העובש האפור והפטריה השליטה נעשתה העובש הכחול.



איור 6: התפלגות גורמי הרקבון בתום האחסון בהשפעת אזורי הגידול וטיפול ההדברה. (ערכים מעל 100% מצביעים על נגיעות של שתי פטריות בחלק מהפירות). a-b – חלקי עמודות עם אותיות זהות אינם נבדלים ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

בתקופת חיי המדף נוספו כ-20% לשעורי הרקבון בפרי הבקורת ובטיפול הערפול, כשהעובש הכחול היה הרקבון השולט (איור 7). למרפאן נותרה השפעה הדברתית בתקופה זו, שוב בעיקר לגבי הבוטריטיס והאלטרנריה.



איור 7: שעורי הרקבון שהתפתחו במהלך 5 ימי חיי מדף (20°C, 65% לחות יחסית) בפרי תקין שהוצא מקירור (ממוצעים מ-3 אזורי הגידול).
a-b - עמודות עם אותיות שונות נבדלות ברמת מובהקות של $p \leq 0.05$

לטיפול ב-1-MCP לא היתה השפעה על שעורי הרקבון והנתונים המוצגים הינם ממוצעים מפרי עם וללא טיפול בתכשיר זה. לעומת זאת, ל-1-MCP היתה השפעה מובהקת על קשיות הפרי בתקופת חיי המדף, אך לא בהוצאה מקירור (טבלה 7).

טבלה 7 – קשיות הפרי בקטיף, בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף בהשפעת 1-MCP

	קשיות הפרי (לבי"כ)			טיפול 1-MCP
	גולן	גליל	עמק החולה	
גולן	4.4	9.0	11.0	-
	8.2*	8.7		+
גליל	3.4	7.9	8.6	-
	7.7*	7.8		+
עמק החולה	3.9	9.0	11.6	-
	7.8*	8.9		+

* מסמל הבדל מובהק בין טיפולי 1-MCP ברמת מובהקות $p \leq 0.05$.

דיון

בניסויים מעבדתיים בפרי מאולח באופן מלאכותי, נתקבלה הדברה טובה של שני העובשים (הכחול והאפור) באמצעים שעשויים להיות מתאימים להחלפת שיטת הקילוח או הטבילה – דהיינו איוד חם או ערפול. אולם, ביישום החצי-מסחרי נתקבלה תוצאה טובה רק באחת משלוש שנות הניסויים. לא הצלחנו להגדיל את יעילות הערפול בספורקיל ע"י העלאת ריכוז התכשיר או ערפול אחת לחודש אפילו בתכשיר אחר, שנחשב לכיעיל יותר (ClO_2), לעומת זאת, האיוד החם בפירומתניל היה יעיל כמו הטיפול המסחרי בהדברת רקבונות, אלא שבאחת משנות הניסוי נתקבל נזק בפרי. בבירורים שערכנו בשנת הניסוי האחרונה, נראה לנו שאתרנו את הגורם לנזק הפרי ואנחנו מתכננים לחזור על הטיפול עם אגסי קוסציה בעונה הקרובה. במידה שתתקבל הדברה יעילה של העובשים, כמו בשני הניסויים בזן ספדונה, אך ללא נזק לפרי, ניתן יהיה לפתח פרוטוקול חלופי לטיפול באגסים לאחר הקטיף, ללא טבילה. הפרוטוקול יכלול איוד חם לפני הקירור, קרור הדרגתי ויישום 1-MCP. יתרונו יהיה בהקלה

על הלוגיסטיקה של הטיפול בפרי בשיא עונת הקטיף וחסכון באנרגיה, בנוסף לשיפור צפוי בהדברת
רקבונות.