

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

ניסויי אחסון באפרסמון

עונת 2002-2003

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

יולי 2003

תודתנו נתונה ל:

המדען הראשי של משרד החקלאות

חברת רימי בע"מ

שולחן מגדלי האפרסמון במועצת הפירות

אמנון פורת – יבולים דרום

איתי עצמון – שה"מ

רוברטו נתן – שה"מ

מיקי וולף וזיו – נאות מרדכי

אייל יוגב – דן

מרדכי ויואל – גונן

תמנה שוער – מור השרון

אדי בנדיק - גברעם

משה מרגלית – גבעת עדה

יעקב צבן - "אסמון" בצרון

אבי מטעים - קדרון

פרי אור – אשקלון

נדב סיון – נגבה

תוכן העיניינים

4	יישום סמארט-פרש להארכת חיי המדף של אפרסמון
15	מחלת הפיטם האדום

תקציר

יישום סמארט-פרש להארכת חיי המדף של אפרסמון

השאלות שנשאלו במחקר השנה היו:

1. מה המועד המועדף לשימוש הטיפול – לפני האחסון או אחריו?
2. האם ניתן להפחית את המינון מתחת ל- 600 ח"ב?
3. האם ניתן לשלב את הטיפול בסמרט פרש עם טבילת הפרי בכלור, מאחר והגורם המגביל את הארכת משך האחסון הוא כעת מחלת הכתם השחור, הנגרמת על-ידי הפטרייה *Alternaria alternata*?
4. האם מצב הבשלת הפרי בעת הטיפול משפיע על עצמת תגובתו ל-1-MCP? מהניסויים שנערכו במטרה לענות על השאלות הללו ניתן לסכם את ההמלצות ליישום התכשיר כלהלן:

1. מועד היישום המועדף הוא 1-3 ימים לאחר הקטיף, כשהפרי מאוחסן בקירור.
2. מאחר והטיפול ב-1-MCP אינו משפיע על התפתחות מחלת הכתם השחור, חייב להתן טיפול טבילה בכלור, המומלץ להדברת המחלה. טיפול זה ינתן ביום הקטיף ולאחריו הפרי יאוחסן בקירור, עד לחשיפתו ל-1-MCP.
3. תנאי הטיפול המיטביים לטיפול הם: 300 ח"ב 1-MCP, בפרי קר במשך 8 שעות לפחות.
4. טיפול זה יעיל גם במצב הבשלה מתקדם, בתנאי שהפרי עדיין קשה בעת חשיפתו ל-1-MCP.

מחלת הפיטם האדום

נבחנה ההשערה שתופעת הפיטם האדום בפרי האפרסמון נובעת מהתהוות נשימה אנארובית בשורשי העצים, כתוצאה מאוורור לקוי בשכבות קרקע מסוימות. בעקבות כך מצטברים אתנול ו-ACC (הקדם לאתילן) בשורשים, אלו נעים עם זרם הטרנספירציה בצנורות ההובלה לאזור הפיטם בפרי ומאיצים בו את תהליך ההתרככות.

הממצאים הראשוניים של תכולת האתנול וה-ACC בפרי בוסר ממטעים נגועים בהשוואה למטעים לא נגועים בפיטם אדום, תומכים בהשערה, שקיים קשר בין נשימה אנארובית בשורשי העץ לבין תופעת הפיטם האדום, אך אין בהם עדיין מספיק לבסס את ההשערה. לשם כך יש צורך להרחיב את היקף הבדיקות ולנסות לגרום לתופעה בעצים הגדלים בכלים בעזרת הצפה, ובעקבותיה למנוע את הווצרות ה-ACC בשורש על-ידי טיפול במעכב ייצור אתילן.

שיפור כושר השתמרות אפרסמון מזן טריומף באחסון קר בעזרת סמארט פרש

- התוצאות החיוביות שנתקבלו ב- 3 השנים האחרונות בניסוי האחסון עם התכשיר סמארט פרש, המיושם בריכוז 600 ח"ב לפני האחסון או אחרי האחסון בשילוב עם CO₂, הצביעו על אפשרות הארכת משך האחסון של פרי זה, הודות לעיכוב משמעותי בקצב התרככותו בתקופת חיי המדף לאחר האחסון. בעקבות ניסויים אלה נשאלו השאלות הבאות:
1. מה המועד המועדף לישום הטיפול – לפני האחסון או אחרי?
 2. האם ניתן להפחית את המינון מתחת ל- 600 ח"ב?
 3. האם ניתן לשלב את הטיפול בסמרט פרש עם טבילת הפרי בכלור, מאחר והגורם המגביל את הארכת משך האחסון הוא כעת מחלת הכתם השחור, הנגרמת על-ידי הפטריה *Alternaria alternata*?
 4. האם מצב הבשלת הפרי בעת הטיפול משפיע על עצמת תגובתו ל-1-MCP? מטרת הניסויים המתוארים להלן היתה לענות על 4 השאלות הנ"ל.

חומרים ושיטות

הפרי לניסויים א'-ג' נקטף ב- 9/11/02 ובמטעים עין-צורים, יקום, גבעת עדה ונאות מרדכי, שטופלו בגייברלין 40-50 ח"מ בין 7/11/02 ל- 10/11/02. הפרי הובל ביום הקטיף למעבדה בקרית שמונה והושאר במשך לילה ב- 15°C. למחרת נתנו הטיפולים המתוארים להלן לאחר בדיקת המוצקות האקוסטית של 30 פירות מכל מטע. פרי מכל מטע שימש כחזרה בת 30 פירות לכל טיפול ולכל מועד בדיקה.

ניסוי א' – ריכוז 1-MCP

- הטיפולים: 1. בקורת – ללא טיפול
2. 300 ח"ב 1-MCP במשך 8 שעות בפרי קר
3. 600 ח"ב 1-MCP במשך 8 שעות בפרי קר

ניסוי ב' – מועד הטיפול ב- 600 ח"ב 1-MCP למשך 8 שעות

- הטיפולים: 1. בקורת – ללא טיפול
2. 1-MCP למחרת הקטיף בפרי קר
3. 1-MCP יום לפני הוצאת הפרי מקירור
4. 1-MCP אחרי הוצאת הפרי מקירור, תוך כדי הבחלת הפרי ב- 80% CO₂, במשך 8 השעות האחרונות ב- 15°C.

ניסוי ג' – שילוב 1-MCP 600 ח"ב ל- 8 שעות עם כלור

1. בקורת ללא טיפול
2. טבילת פרי חם (15°C) למחרת (20/11) הקטיף בקלציום היפוכלורייט (HTH) 1000 ח"מ ח.פ. במשך 30 שניות.
3. טיפול ב- 600 ח"ב 1-MCP בפרי קר ב- 21/11/02 במשך 8 שעות
4. שילוב של טיפולים 2 ו- 3.

ניסוי ד' – השפעת מצב הבשלת הפרי בעת הטיפול על תגובתו

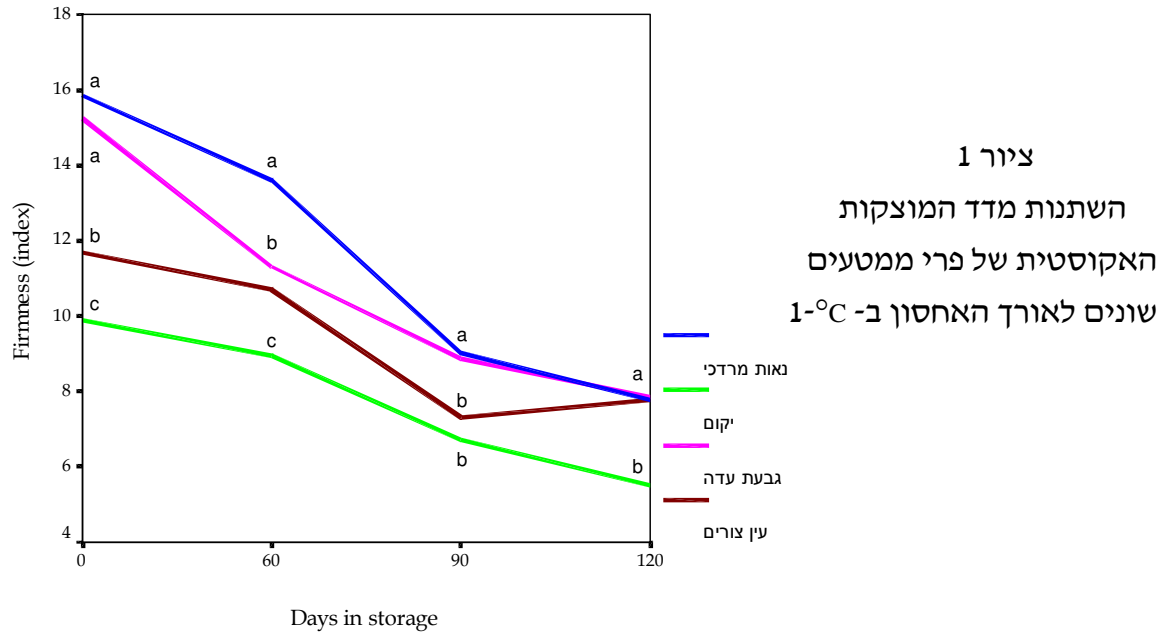
הבדלים במצב הבשלת הפרי בעת חשיפתו לטיפול ב- 1-MCP הושגו בשתי דרכים:

- א. יישום חומרי צמיחה לפני הקטיף
 - ב. השהיית הפרי ב- 20°C לפני הטיפול
- הפרי לניסויים נאסף מהמטעים הבאים, ששימשו כטיפולים ראשיים:
1. דן - חלקה אורגנית, שלא קיבלה טיפול כלשהו - בקורת. קטיף ב- 28/10/02
 2. גונן - חלקה שקיבלה קולטאר להקדמת הבשלת הפרי. קטיף ב- 27/10/02
 3. גונן - חלקה שקיבלה קולטאר ואחר כך רוססה בגייברלין ב- 29/10, הפרי נקטף ב- 10/11/02.
 4. נאות מרדכי - חלקה שרוססה בגייברלין (50 ח"מ) ב- 29/10, הפרי נקטף ב- 10/11/02.
- מכל מטע נלקח פרי ל- 5 הטיפולים הבאים, שניתנו לפני האחסון בקירור רגיל ב- 1°C :
1. בקורת - ללא טיפול
 2. 1-MCP ביום הקטיף
 3. 1-MCP למחרת הקטיף
 4. 1-MCP כעבור יומיים
 5. 1-MCP כעבור 3 ימים
- הטיפול ב- 600 ח"ב 1-MCP ניתן ב- 20°C , במשך 8 שעות. עד מועד הטיפול שהה הפרי בטמפרטורה של 20°C .

בכל הניסויים תיבת פרי מכל חזרה בכל טיפול הוצאה מקירור מדי חודש, החל מחודשיים בקירור ב- 1°C . בעת ההוצאה מקירור נבדקה המוצקות האקוסטית (מדד מוצקות) של הפרי, המוצקות הידנית ואיכותו היוזואלית. הפרי הובחל ב- $80\% \text{CO}_2$ במשך 24 שעות והועבר לחיי מדף ב- 20°C . הפרי נבדק שוב כעבור שבוע ושבועיים בחיי מדף, כמו בהוצאה מקירור, ובנוסף נבדקה איכות הפנימית ב- 10 פירות לחזרה.

תוצאות

לפי מדידות המוצקות האקוסטית למחרת הקטיף, היו הבדלים מובהקים במצב הבשלת הפרי בין המטעים השונים. הבדלים אלה נשמרו לכל אורך תקופת האחסון בקירור בפרי שלא קיבל כל טיפול (ציור 1).

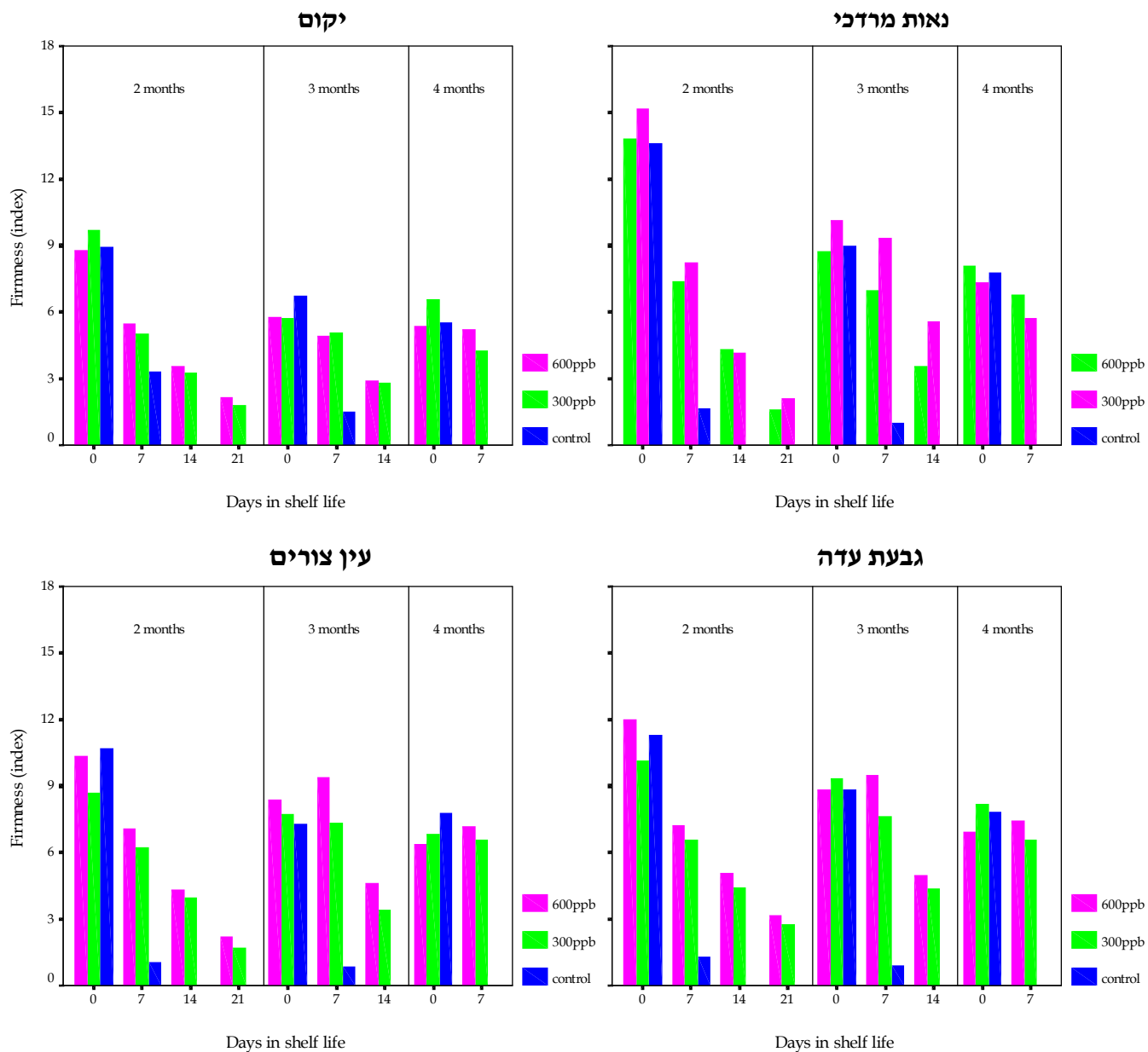


לפי נתונים אלה, אורך האחסון המרבי היה אמור להיות כ- 60 יום לפרי מיקום ומעין צורים וכ- 90 יום לפרי מגבעת עדה ונאות מרדכי, בהתחשב באורך חיי המדף הצפוי לאחר מכן. בכל הניסויים הטיפולים לא השפיעו בצורה עקבית ומובהקת על קצב התרככות הפרי לאורך תקופת האחסון ב-1°C ונשמרו הפערים המובהקים בין המטעים. אולם, במהלך חיי המדף השפעת הטיפולים היתה מובהקת וזהה בפרי מהמטעים השונים ועל כן נותחו התוצאות כמוצעים של 4 המטעים בניסויים ב' ו- ג'.

ניסוי א' - מינון 1-MCP

מינון של 300 ח"ב 1-MCP לפני האחסון היה יעיל כמו 600 ח"ב בהארכת חיי המדף של הפרי לאחר האחסון בפרי מכל המטעים, ללא קשר למצב הפרי ההתחלתי ביום הטיפול (ציור 2). לאחר חודשיים אחסון, חיי המדף הוארכו משבוע ימים ל- 3 שבועות, לאחר 3 חודשי אחסון הושגו שבועיים חיי מדף, כאשר פרי הבקורת היה דייסתי לאחר שבוע ימים, ולאחר 4 חודשי אחסון לפרי המטופל היו חיי מדף של יותר משבוע ימים מבחינת מוצקות הפרי. הגורם המגביל היה התפשטות מחלת הכתם השחור (טבלה 1). ההפחתה המובהקת בשעור המחלה שנצפתה אחרי 3 חודשי אחסון ב-1°C בעקבות החשיפה ל- 300 ח"ב 1-MCP, כבר לא נראתה בתקופת חיי המדף אחרי 4 חודשים.

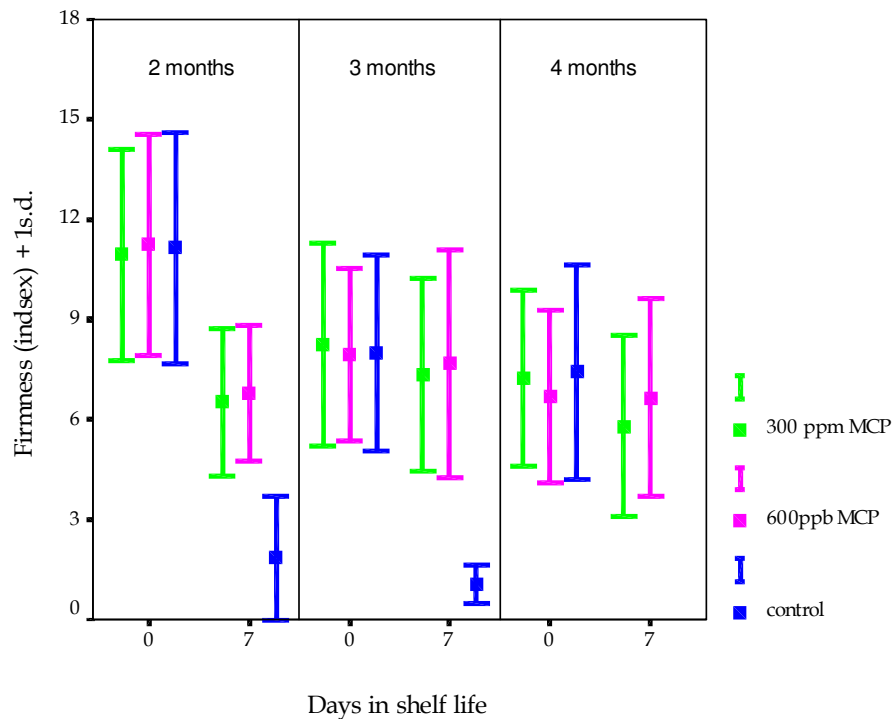
חישוב ערכי FI ממוצעים של 4 המטעים אמנם מראה סטיות תקן גדולות, אך עדיין מצביע על הפרש מובהק בין פרי הבקורת לבין הפרי המטופל לאחר חיי מדף, למרות העדר הבדלים בין הטיפולים, בכל מועדי הבדיקה בהוצאה מקירור (ציור 3).



ציור 2 - מדד המוצקות האקוסטית לאחר האחסון ב-1°C ולאורך חיי המדף ב-20°C, בפרי מ-4 מטעי המדגם.

טבלה 1 - שיעור מחלת הכתם השחור (%) בפרי בהוצאה מקירור ולאחר שבוע ימים בחיי מדף (ממוצעים מ- 4 מטעים).

הטיפול	3 חודשים		4 חודשים	
	הוצאה	חיי מדף	הוצאה	חיי מדף
בקורת	4.2	35.8ab	57.5a	60.8
1-MCP 300 ח"ב	2.5	15.0b	25.8b	48.3
1-MCP 600 ח"ב	9.2	51.7a	44.2a	65.8
מובהקות	ל.מ.	0.005	0.000	ל.מ.

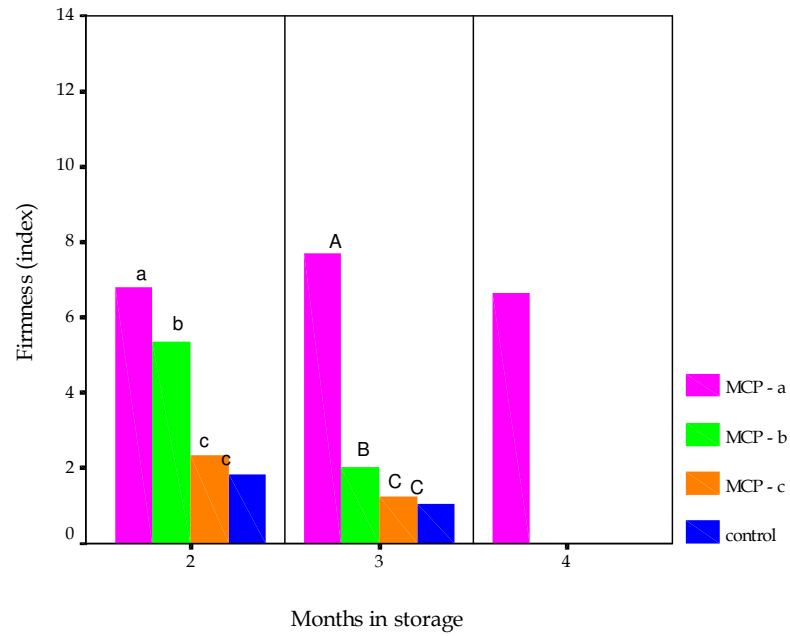


ציור 3 - מוצקות אקוסטית של פירות אפרסמון בעת ההוצאה מקירור (0) ולאחר 7 ימי חיי מדף ב- 20°C (7), לאורך 4 חודשי אחסון ב- 1°C (ממוצעים מ- 4 מטעי המדגם).

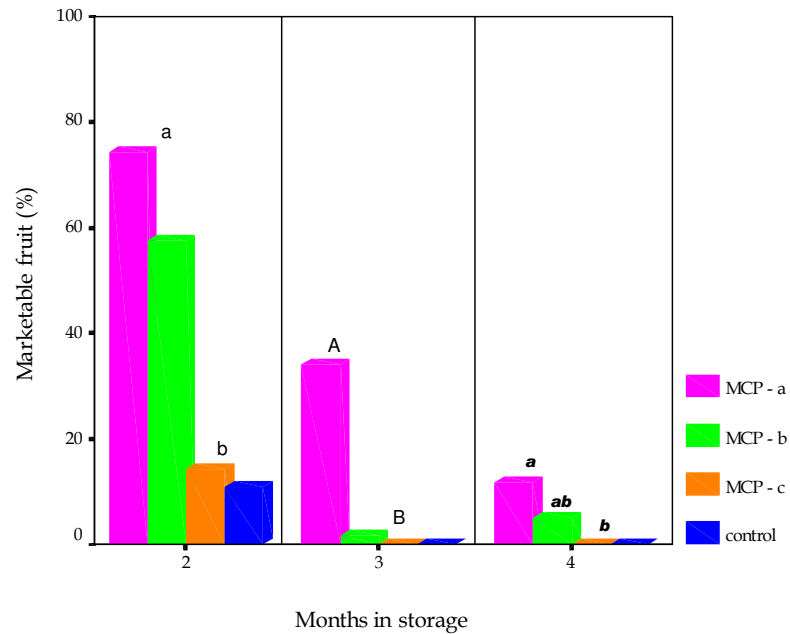
ניסוי ב' - מועד הטיפול ב- 600 ח"ב 1-MCP למשך 8 שעות

העיתוי המועדף לטיפול ב- 1-MCP היה לפני האחסון, לאחר התקררות הפרי (ציור 4א'). הטיפול בפרי אחרי הוצאתו מקירור האט את קצב התרככות הפרי בחיי מדף בהשוואה לפרי שטופל יום לפני הוצאתו מקירור, שלא נבדל מהבקורת. בתום שבוע ימי חיי מדף, שעורי הפרי הראויים עדיין לשווק היו הגבוהים ביותר בטיפול שניתן לפני האחסון (ציור 4ב'), בעיקר הודות למוצקות הפרי, מאחר שמחלת הכתם השחור היתה, בכל הטיפולים, הגורם המכריע לפסילת הפרי אחרי 3 חודשי אחסון.

א'



ב'



ציור 4 – השפעת עתוי הטיפול ב- 600 ח"ב 1-MCP על מדד מוצקות הפרי (א')

ואחוז הפרי הראוי לשוק (ב') אחרי 7 ימי חיי מדף ב- 20°C

a - ישום 1-MCP לפני האחסון

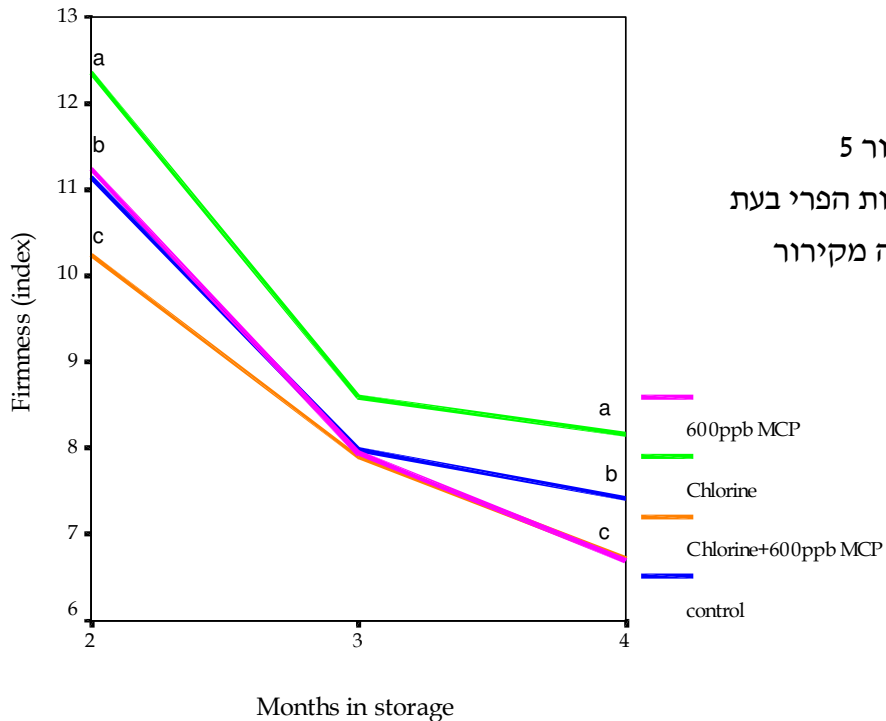
b - ישום 1-MCP אחרי האחסון בשילוב עם CO₂

c - ישום 1-MCP יום לפני ההוצאה מאחסון

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

ניסוי ג' - שילוב כלור עם 1-MCP 600 ח"ב

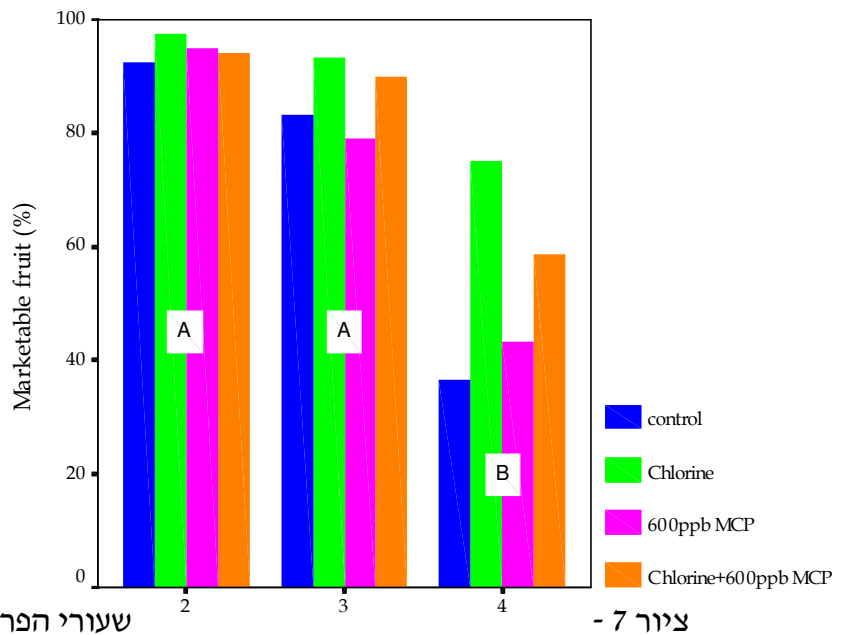
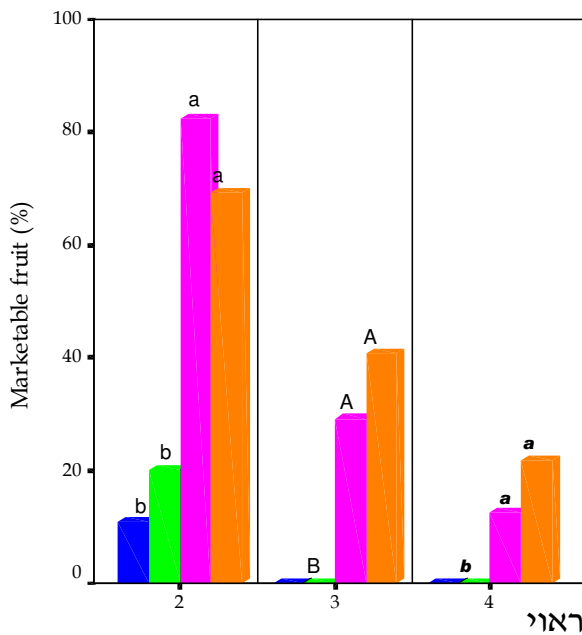
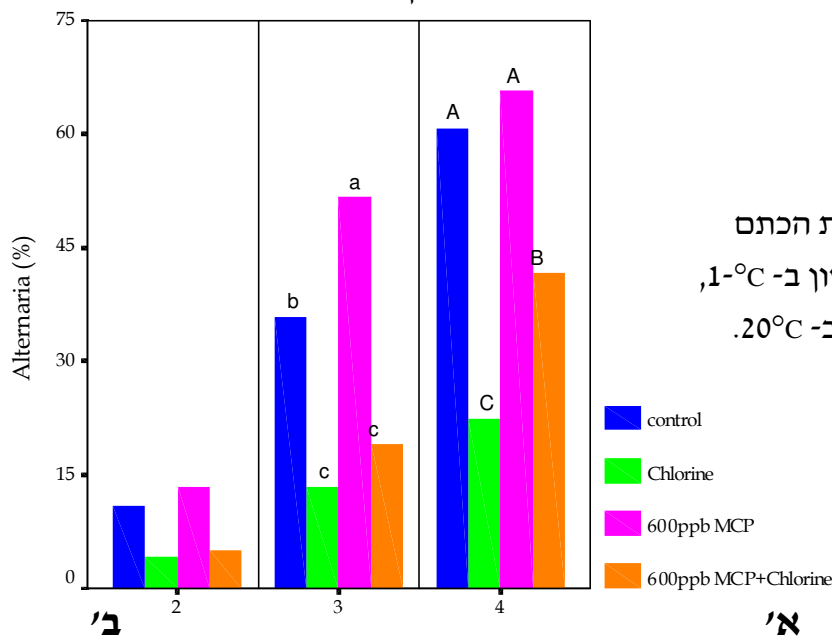
הירידה בממד המוצקות של הפרי במהלך 4 חודשי אחסון לא הושפעה באופן משמעותי על-ידי השילוב של כלור ו-1-MCP, יחסית לפרי לא מטופל (ציור 5), למרות שלכאורה הפרי מטיפול כלור + 1-MCP היה רך יותר מפרי שטופל בכלור בלבד. רק בתקופת חיי המדף ניתן היה להבחין בהשפעת 1-MCP, שהאט את קצב התרככות הפרי בצורה מובהקת, ללא קשר לטיפול בכלור, שניתן לפני החשיפה לתכשיר (טבלה 2). הטיפול בכלור הפחית את שעורי הנגיעות במחלת הכתם השחור בצורה מובהקת, גם ללא הטיפול ב-1-MCP (ציור 6), אולם לאחר 4 חודשי אחסון נראה שה-1-MCP גרע מיעילות הטיפול. התועלת בשילוב שני הטיפולים באה לידי ביטוי בשעורי הפרי הראויים לשווק אחרי 4 חודשי אחסון ו-7 ימי חיי מדף, אף על פי שסה"כ הפרי הראוי לשווק היה די נמוך (ציור 7).



טבלה 2 – מדד מוצקות הפרי לאחר 2, 3 ו-4 חודשי אחסון + 7 ימי חיי מדף ב-20°C.

הטיפול	חודשים באחסון		
	4	3	2
בקורת	-	1.1b	1.8c
Chlorine	0	1.0b	2.7b
600ppb MCP	6.7	7.9a	6.8a
Chlorine + 600ppb MCP	6.4	7.9a	6.3a
מובהקות	ל.מ.	0.00	0.00

a-c - ערכים בכל טור עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של המצוינות.



היי Months in storage ההוצאה מקירור (א') ולאחר Months in storage לשווק בעת

מדף (ב').

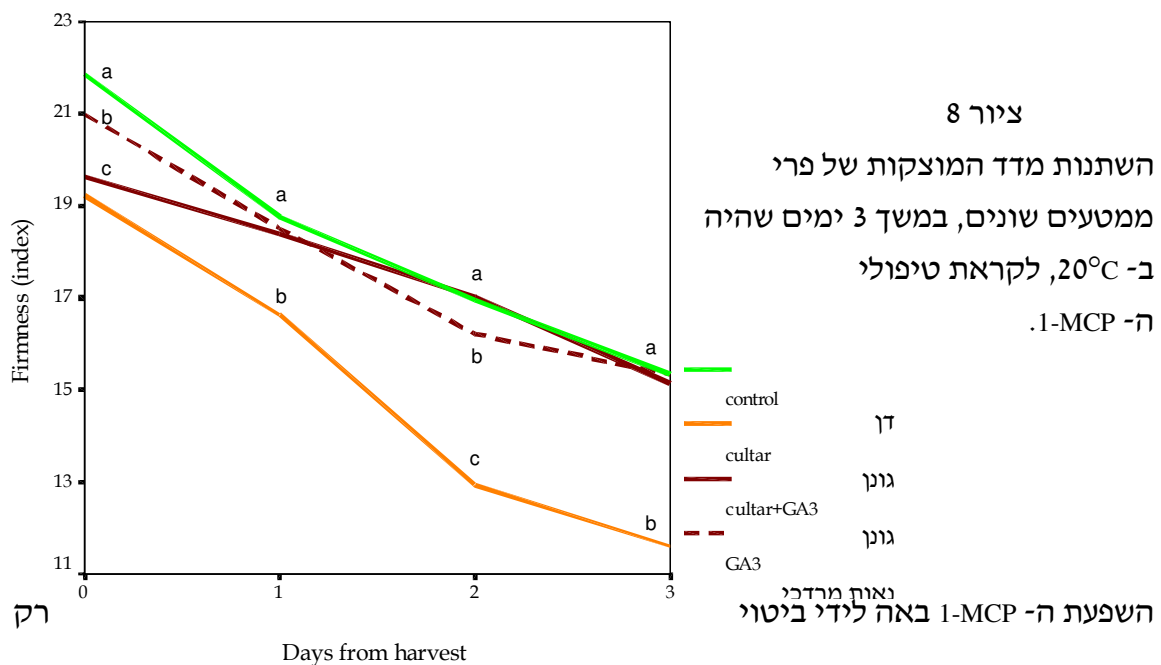
ניסוי ד' - השפעת מצב הבשלת הפרי בעת הטיפול ב-1-MCP

ההבדלים במדדי המוצקות שנמדדו בפרי ממטעים שונים ביום הקטיף, העידו רק חלקית על השפעת חומרי הצמיחה (ציור 8). הפרי המוצק ביותר נתקבל דווקא מהחלקה האורגנית, שלא טופלה כלל, כפי הנראה בגלל גודל הפרי, שהיה קטן במיוחד. הפרי הרך ביותר היה מהחלקות שטופלו בקולטאר. הפרי מחלקת הגייברלין היה קשה יחסית לפרי שטופל בקולטאר אולם, בקצב התרככות הפרי במהלך 3 ימי השהיה של הפרי ב-20°C, לפני החשיפה ל-1-MCP, ניתן היה להבחין בהשפעת חומרי הצמיחה. הפרי שטופל בקולטאר בלבד התרכך מאד, והגייברלין עצר את התרככותו. לפיכך, טיפולי ה-1-MCP נתנו לפרי במגוון של דרגות מוצקות. בעת הוצאות הפרי מקירור, בראשית פברואר ובראשית מרץ, נמצאו הבדלים מובהקים בין הפרי המטופל בגייברלין לבין הפרי המטופל בקולטאר בלבד, אך לא תמיד בין פרי הבקורת לבין פרי שטופל בחומרי צמיחה (טבלה 3).

טבלה 3 - מדדי המוצקות של פרי מטופל בחומרי צמיחה לפני הקטיף וב-1-MCP ביום הקטיף, בעת ההוצאה מקירור.

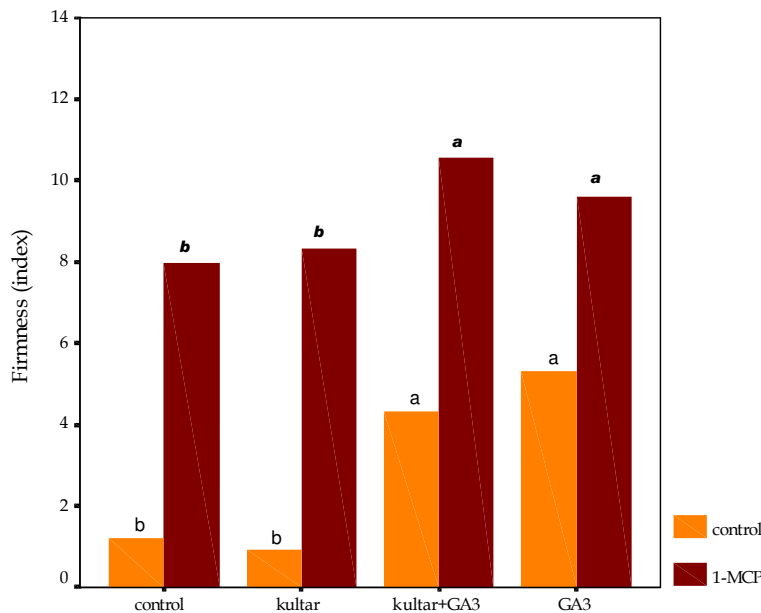
5/3/03		5/2/03		טיפול טרום קטיף
1-MCP	בקורת	1-MCP	בקורת	
11.3a	9.6b	10.8b	11.0b	בקורת
5.1c	5.5c	7.9c	11.6b	קולטאר
10.0ab	12.5a	14.8a	14.2a	קולטאר + GA ₃
8.5b	8.5b	11.5b	14.0a	GA ₃
0.000	0.000	0.000	0.001	מובהקות

a-c – מספרים עם אותיות שונות בכל טור נבדלים ברמת מובהקות של p≤0.05.

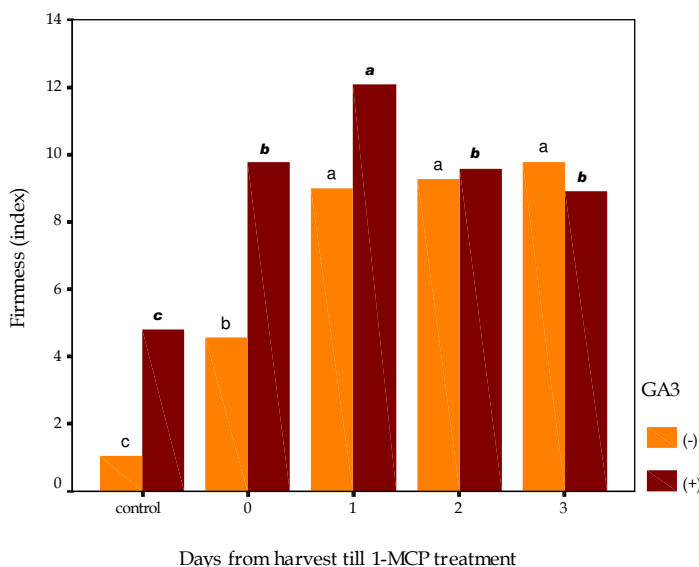


לאחר שבוע ימים בחיי מדף (ציור 9). הפרי שלא טופל בגייברלין או ב-1-MCP התמוטט לחלוטין בתקופת חיי המדף. הפרי שטופל בגייברלין אמנם שמר על מוצקות טובה יותר, אך החשיפה ל-1-MCP לפני האחסון גרמה לשמירת מוצקות טובה בפרי מכל מצבי ההבשלה ללא קשר לטיפול טרום הקטיף. אמנם הפרי שטופל בגייברלין היה עדיין מוצק יותר מפרי שלא טופל בגייברלין, אך ההבדל המובהק היה פחות משמעותי, בהיות כל הפרי קשה. גם כאשר הטיפול ב-1-MCP ניתן לאחר אבדן מוצקות חלקי של הפרי, במהלך השהייתו ב-20°C לפני הקירור, הטיפול לא אבד מיעילותו (ציור 10). ההבדל המובהק היחיד נמצא בין טיפול ביום הקטיף לבין טיפול למחרת הקטיף, שהיה הטיפול היעיל ביותר.

מאחר שלא ניתן טיפול כנגד מחלת הכתם השחור, מחלה זו הפכה לגורם המגביל בהארכת חיי האחסון והמדף של הפרי (טבלה 4). טיפולי הגייברלין הפחיתו את שעורי הנגיעות באופן מובהק, אך הנגיעות עדיין היתה גבוהה מאד לאחר חיי מדף. לטיפול ה-1-MCP לא היתה השפעה על התפתחות המחלה.



ציור 9
מדד מוצקות הפרי לאחר
100-85 ימי אחסון ב-1°C
+ 7 ימי חיי מדף ב-20°C
(הנתונים ל-1-MCP הם
ממוצעים מ-4 הטיפולים
המוצגים בציור 10)



ציור 10
מדד מוצקות הפרי לאחר
100-85 ימי אחסון ב-1°C
+ 7 ימי חיי מדף ב-20°C
כשהטיפולים ב-1-MCP נתנו
לאחר השהיית הפרי ב-20°C
מיום הקטיף עד לטיפול.

טבלה 4 - שעורי הנגיעות במחלת הכתם השחור (%) בהוצאה מקירור ולאחר חיי מדף

12/2/03		5/2/03		טיפול
* 1-MCP	בקורת	* 1-MCP	בקורת	טרומ קטיף
100.0a	96.6	78.7a	83.3	בקורת
95.8a	100.0	73.3a	100.0	קולטאר
49.9b	70.0	20.0b	30.0	קולטאר + GA ₃
49.1b	50.0	20.0b	23.0	GA ₃

* ממוצעי כל טיפולי ה-1-MCP

a-b - ערכים עם אותיות שונות נבדלים ברמת מובהקות של $p \leq 0.001$.

סיכום

מארבעת הניסויים שבוצעו השנה ניתן לסכם את ההמלצות הבאות ליישום ה-1-MCP באחסון פירות אפרסמון:

5. מועד היישום המועדף הוא 1-3 ימים לאחר הקטיף, כשהפרי מאוחסן בקירור.
6. מאחר והטיפול ב-1-MCP אינו משפיע על התפתחות מחלת הכתם השחור, חייב להנתן טיפול טבילה בכלור, המומלץ להדברת המחלה. טיפול זה ינתן ביום הקטיף ולאחריו הפרי יאוחסן בקירור, עד לחשיפתו ל-1-MCP.
7. תנאי הטיפול המיטביים לטיפול הם: 300 ח"ב 1-MCP, בפרי קר במשך 8 שעות לפחות.
8. טיפול זה יעיל גם במצב הבשלה מתקדם, בתנאי שהפרי עדיין קשה בעת חשיפתו ל-1-MCP.

פיטם אדום

בשיתוף: איתי עצמון ורוברטו נתן - שה"מ

מבוא

תופעת הפיטם האדום בפירות אפרסמון התחילה להופיע במטעי הזן טריומף בשנות ה-80 המוקדמות של המאה שעברה. התופעה נצפתה בתחילה במספר מטעים מועט, בעיקר באזור הדרום, אך היא הלכה והתפשטה למטעים נוספים ולאזורים אחרים – בעיקר אזור השומרון. באותם מטעים בהם התופעה נתגלתה היא הלכה והעמיקה במשך השנים והגיעה היום לנגיעות של עד 50% מהפירות.

בשנות ה-90 נערך סקר לבחינת אפשרויות שונות לפענוח הגורם לתופעה, כגון טיפולים בגיברלין ובפקלובוטריזול, שינויים בממשק, גיל המטעים וכדומה. האפשרות שהסתמנה באותו סקר היתה השקיה עודפת. ברם, נמצאו מטעים נגועים ולא נגועים, שלא התאימו להשערה זו. לאחרונה הועלתה הסברה, שמטעים נגועים נטועים על אדמות שמתחתן שכבת נזז (אמנון פורת - ידע אישי). יתכן שהשערה זו עשויה להסביר את התפתחות התופעה. במידה שחלק משורשי העצים ימצאו בשכבת קרקע בלתי מאווררת בעקבות הצטברות מי ההשקיה, הם יתחילו בנשימה אנאירובית, שתוצריה הינן אתנול ואצטאלדהיד במקום פחמן דו-חמצני. תרכובות אלו יכולות לנוע בזרם הטרנספירציה משורשי העצים עד לפרי ולהשתחרר מצנורות ההובלה בקצוותיהם בפיטם הפרי. ידוע שהאתנול מזרז את התהליך התרככות הפרי, כאשר משתמשים בו להפגת עפיצותו.

תופעה דומה למתואר לעיל היתה מוכרת במטעי תפוח, כאשר היו מושקים בהמטרה. במטעים בעמק החולה, כשהגיעו למצב של אוורור לקוי בעקבות משטר השקיה שגוי, מצאו שהפרי סבל מהתפרקות פנימית שנבעה, כפי הנראה, מהצטברות אתנול בפרי בעודו על העץ (Gur & Meir, 1987). בדקו ומצאו הצטברות של אתנול בצנורות ההובלה ובפרי וקשרו זאת לדרגת האוורור של הקרקע ולנשימה האנאירובית של שורשי העצים.

תוצר נוסף של נשימת שורשים אנאירובית הוא האתילן. בעקבות הצפה של שדות אורז וגידולים אחרים נמצא, שהצמחים מכפילים את קצב ייצור האתילן באבריהם העליונים (Jackson 1985, 1989). בבדיקות שנערכו בשורשי הצמחים נמצאה פעילות מוגברת של האנזים המייצר ACC וגם הצטברות של ACC, המועבר מהשורשים לחלקים העליים של הצמחים. בהגיע ה-ACC לתאים מאווררים בהם מצוי האנזים ההופך אותו לאתילן (ACC oxidase), מתקבל ייצור אתילן ביחס ישר לכמות ה-ACC. זו איפא יכולה להיות הסיבה שנמצאו רמות ACC גבוהות בפרי עם פיטם אדום (לוריא וחוב', 2002). אם אמנם השורשים הינם מקור הווצרות ה-ACC, זה יכול להיות הסבר לאי-השפעת מעכב ייצור האתילן ה-Retain (שרוסס על ענפי העצים), במניעת התפתחות תופעת הפיטם האדום.

מטרת הבדיקה ההקדמית המוצגת היתה לבחון את ההשערה שתופעת הפיטם האדום בפרי האפרסמון נובעת מהתהוות נשימה אנאירובית בשורשי העצים, שבעקבותיה מגיעים אתנול ו-ACC לפרי, במיוחד לאזור הפיטם וגורמים להתרככות מזרזת של הפרי באזור זה.

חומרים ושיטות

נבחרו 8 מטעים לבדיקה, כאשר ב- 4 מהם היתה ידועה רגישות הפרי לפיטם אדום במשך שנים רבות. במטעים אלה נחפרו בורות בגודל $100 \times 100 \times 120$ ס"מ לדגימת קרקע ב- 3 שכבות עד 120 ס"מ מפני הקרקע. דגימות הקרקע נלקחו בראשית חודש אוקטובר ונמסרו למעבדה לשירות שדה של מחוז המרכז של שה"מ, משרד החקלאות. הבדיקות שנערכו כללו: טקסטורה (כולל % רוויה), מוליכות חשמלית, pH, SAR (כולל סידן, מגנזיום ונתרן), בורון, כלורידים ואחוז גיר כללי.

מסביב לכל בור סומנו 4 העצים הסמוכים, מהם נדגמו פירות (5 פירות/עץ) בזמן דגימת הקרקעות. מכל עץ הוקפאו 2 דוגמאות של 10 גרם מאזור המשווה ומרקמת פיטם הפרי המקולף מ- 5 הפירות לבדיקת תכולת האתנול וה-ACC. בעת הקטיפה נדגמו 50 פירות לעץ לבדיקת שיעור הנגיעות בפיטם אדום בקטיפה ולאחר חודשיים אחסון ב- 1°C .

בדיקת האתנול

הרקמה הקפואה רוסקה בקור ב- 5 מ"ל מים מזוקקים קרים בהומוגניזר (פעמיים 30 שניות) והורחפה ב- 5 מ"ל מים נוספים. לאחר סיכרוז של 30 דקות ב- $10,000 \times g$ ב- 4°C הועברו 5 מ"ל מהתסנין העליון למבחנה 50 מ"ל, שנאטמה בפקק גומי. לאחר אינקובציה של שעה ב- $40 \pm 1^{\circ}\text{C}$, נדגם 1 מ"ל head space להזרקה בגז כרומטוגרף עם קולונה 10%CW-20M וגלאי יוניזציה.

בדיקת ACC

הפרי הקפוא נחתך לקוביות קטנות ונשקלו ממנו 2 מנות של 3 גרם, שנטחנו ב- 30 מ"ל אתנול 80% בהומוגניזר (פעמיים 30 שניות). למנה אחת הוספו $30 \mu\text{l}$ של ACC 100mM , כסטנדרט פנימי. אחרי סיכרוז של 10 דקות ב- $12,000 \times g$, נדגמו 3 מנות של 5 מ"ל מכל מבחנה שיובשו תחת חנקן ב- $40-35^{\circ}\text{C}$. המשך הבדיקה היתה לפי Lizada & Yang (1979).

תוצאות

ממצאי בדיקות הקרקע (טבלה 5, עמוד אחרון) אינם מצביעים בצורה חד משמעית על תכונה אחת משותפת ל- 4 המטעים עם פרי נגוע (נגבה, גברעם, קרני וגבעת עדה), השונה באופן מובהק משאר 4 המטעים עם פרי בריא. SAR גבוהה בשכבות העמוקות נמצא בשני המטעים הנגועים ביותר (נגבה וגברעם), אך לא בגבעת עדה או אצל קרני. לעומת זאת בבצרון, מטע עם פרי בריא, היתה גם עליה בערך זה עם העמקת הדגימה. עם זאת, יתכן שאצל קרני קיימת שכבת נזר בעומק רב יותר, מאחר והאדמה היתה ספוגת מים בשכבות העמוקות בעת הדגימה. קשר טוב יותר להופעת הפיטם נמצא בבדיקת אתנול בפרי שנקטף לפני הופעת סימני הפיטם האדום במטע (טבלה 6).

טבלה 6 - שיעור הפגיעה בפיטם אדום לאחר חודשיים אחסון ב- 1°C ותכולת אצטאלדהיד

(א"א) ואתנול בפרי כשבועיים לפני הקטיף ובפרי בריא ונגוע בעת הקטיף.

ריכוז בציפת הפרי ($\mu\text{l/g}$)						פיטם אדום (%)	המטע
בקטיף				שבועיים לפני הקטיף			
פרי בריא		פרי נגוע		אתנול	א"א		
אתנול	א"א	אתנול	א"א				
31.7	14.4	52.2	12.0	33.5	0.87	86.7	נגבה
0	13.55	9.6	9.30	126.9	0.90	30.7	גברעם
0	5.05	10.7	16.3	22.6	1.00	70.6	קרני
14.0	3.48	41.4	1.07	60.6	0.77	25.0	גבעת עדה
				8.4	0.20	0	בצרון
				0	0	5.3	קדרון
				13.1	1.42	0	פרי-אור
				13.3	0.63	0	גונן

הריכוז הגבוה ביותר התקבל בפרי מגברעם, שכבר הראה סימני נגיעות בפיטם אדום בעת הדגימה המוקדמת. ברם, בפרי שנלקח לאחסון בסוף הקטיף, שעור הנגיעות וגם רמת האתנול היו נמוכים יחסית, כנראה לאור העובדה שמרבית הפרי הנגוע נקטף בין שני המועדים. אמנם, לא נתקבל הבדל מובהק בין המטעים הנגועים לבריאים ובין הפרי הבריא והנגוע מאותו מטע ביום הקטיף, בגלל השונות הגדולה ומספר החזרות הקטן ($n=4$), אך קיימת נטיה ברורה להצטברות אתנול בהקשר להופעת הפיטם האדום. באשר לתכולת האצטאלדהיד, שהוא תוצר ביניים לפני האתנול, רמתו עלתה מאד עם הבשלת הפרי, אך לא ניתן להבחין בהבדלים עקביים בין פרי חולה לפרי נגוע ובין מטעים נגועים ובריאים.

תכולת ה-ACC בפרי שנדגם לפני הקטיף היתה גבוהה בערך פי 2 באזור הפיטם בפרי ממטעים נגועים, מאשר בפרי ממטעים בריאים, אך באזור המשווה של הפרי, לא ניכר הבדל (טבלה 7). ההבדל בתכולת ה-ACC בין אזור הפיטם לאזור המשווה של הפרי היה בולט בפרי הנגוע בזמן הקטיף. בפרי הבריא ממטעים נגועים לא ניכר הבדל בין שני האזורים בפרי, בהם הרמה היתה די דומה לרמת ה-ACC באזור המשווה של הפרי הנגוע. כלומר, בפרי נגוע בפיטם אדום, תכולת ה-ACC באזור הפיטם האדום נמצאה גבוהה יחסית לכל שאר הבדיקות בפרי בריא מאותם מטעים וממטעים ללא נגיעות.

טבלה 7 - תכולת ה-ACC (nmol/g) בפיטם הפרי ובאזור המשווה כשבועיים לפני הקטיף ובפרי בריא ונגוע בעת הקטיף.

משווה		פיטם				המטע
קטיף		קטיף		טרום		
פרי בריא	פרי נגוע	קטיף	פרי בריא	פרי נגוע	קטיף	
0.17	0.25	0.24	0.20	0.39	0.44	נגבה
0.90	0.45	0.18	0.19	0.73	0.44	גברעם
0.27	0.20	-	0.21	0.64	-	קרני
-	-	0.43	-	-	0.45	גבעת עדה
-	-	0.18	-	-	0.12	בצרון
-	-	0.21	-	-	0.16	קדרון
-	-	0.20	-	-	0.27	גונן

סיכום

הממצאים הראשוניים של תכולת האתנול וה-ACC בפרי בוסר ממטעם נגועים בהשוואה למטעים לא נגועים בפיטם אדום, תומכים בהשערה שקיים קשר בין נשימה אנארובית בשורשי העץ לבין תופעת הפיטם האדום, אך אין בהם עדיין מספיק לבסס את ההשערה. לשם כך יש צורך להרחיב את היקף הבדיקות ולנסות לגרום לתופעה בשתילים בכלים בעזרת הצפה ובעקבותיה מניעת הווצרות ה-ACC על-ידי מעכב ייצור אתילן.

טבלה 5 - נתוני הקרקעות במטעי המדגם

רוויה (%)	חול (%)	גיר כללי (%)	חרסית (%)	B (mg/l)	SAR	Ca ⁺² Mg ⁺² meq/l	Na ⁺ meq/l	Cl meq/l	EC (*) (ds/m)	pH	עומק השכבה (ס"מ)	המטע
62	34	14.8	45	0.21	4.16	5.2	6.7	6.6	1.25	8.1	20	רגבה
67	32	17.0	7	0.19	9.44	8.8	19.8	21.3	2.95	8.2	80	
68	28	17.0	53	0.17	9.17	3.9	12.8	11.9	1.95	8.3	120	
67	32	10.9	48	0.17	3.81	8.8	8.0	10.3	1.84	7.9	40	גברעם
67	28	13.9	51	0.19	6.31	7.6	12.3	13.7	2.25	8.2	80	
88	28	15.2	53	0.25	7.65	5.6	12.8	12.1	2.12	8.3	120	
35	90	0	9	0.18	1.86	2.8	2.2	3.0	0.54	6.8	40	קרני
33	89	0	10	0.07	3.44	20.9	11.1	23.6	3.30	5.2	80	
33	90	0	9	0.09	3.5	13.9	9.2	15.6	2.45	5.5	120	
68	28	13.9	49	0.11	1.54	9.2	3.3	5.7	1.31	7.7	30	גבעת עדה
67	32	14.9	47	0.07	1.37	13.1	3.5	7.5	1.78	7.7	80	
63	35	18.1	45	0.05	1.63	12.1	4.0	8.2	1.68	7.7	120	
60	48	3.7	35	0.21	2.50	34.8	10.4	34.1	4.52	7.6	40	בצרון
58	44	7.4	41	0.11	4.40	5.1	7.0	7.4	1.32	8.0	80	
58	44	7.4	41	0.11	6.47	4.8	10.0	9.5	1.51	8.0	120	
63	38	6.5	44	0.15	4.72	70.5	28.0	90.8	12.00	7.8	20	קדרון
63	38	7.4	46	0.06	4.36	7.6	8.5	10.9	1.82	8.1	60	
58	38	7.4	46	0.08	4.23	11.4	10.1	17.2	2.35	8.0	100	
30	91	0	9	0.65	7.56	48.4	37.2	37.9	8.3	6.8	20	פרי-אור
30	89	0	11	0.16	5.04	2.3	5.4	4.5	0.88	7.6	70	
30	89	0	11	0.32	4.29	2.2	4.5	3.8	0.70	7.6	120	
62	34	27.0	32	0.21	0.28	6.3	0.5	0.8	0.71	7.8	30	גונן
53	34	27.0	24	0.07	0.38	3.5	0.5	1.0	0.43	8.0	80	
65	10	27.9	50	0.05	0.38	3.5	0.5	1.0	0.38	8.0	120	

EC (*) = מוליכות חשמלית