

המחקרים בבעיות פרי הדר שנערכו במחלקה לאחסון פירות וירקות, מינהל המחקר החקלאי, בשנים 1980-1982

המחקרים המובאים להלן הם בתחומי הפיסיולוגיה, הפתולוגיה והטכנולוגיה של פירות הדר לאחר הקטיף. מטרת המחקרים היא להרחיב ידע בסיסי בחיי פרי לאחר הקטיף וכן לפתור בעיות הקשורות בטיפול בפרי. המטרה העיקרית של המחקרים לעכב את ההזדקנות הפיסיולוגית של הפרי ולמנוע התפתחות רקבונות - בעיקר על ידי שיפור דרכי טיפול בפרי ומציאת תנאים אופטימליים לאחסונו. הקובץ כולל מחקרים על פתוגניות של פטריות שונות שחשיבותן גדלה לאחרונה עקב שימוש בחומרי חיטוי שונים, שינויים בפלורה של הפטריות הפתוגניות לפרי עקב הופעה של עמידות לחומרים שונים שבשימוש. כן כוללת סקירה זו מחקרים על תנאי טיפול בפרי, כגון חיטוי, דינוג ועטיפה.

## רידומיל בטיפול בבית האריזה \*

קטילה ומניעת התפשטות במגע של *Phytophthora citrophthora* הגורמת לרקבון חום בפרי הדר בעזרת רידומיל-מטלקסיל

אליהו כהן, יבין שלום

תקציר

מטלקסיל בתמיסה מימית או משולב בדונג - בריכוז של 1000-2000 ח"מ (ח"פ) עם או ללא חומרי חיטוי אחרים הנהוגים בשימוש בבתי אריזה להדרים, נמצא יעיל בטיפול נגד הפטריה פיטופתורה ציטרופתורה לאחר הקטיף. המטלקסיל הוריד את שיעור הרקבון החום בפירות מודבקים אפילו לאחר 3 ימי הדבקה ואינקובציה ב-14-17 מ"צ. יתרה מזו,

המטלקסיל עיכב צמיחת תפטיר הפטריה מעל קליפת הפרי הרקוב ועל ידי כך מנע אפשרות של הדבקה במגע והתפשטות המחלה בין פירות רקובים לבין בריאים - שכנים ארוזים בתיבה, בעת האחסון או המשלוח. לעומת זאת, המטלקסיל, וזו התפתחות של פטריות אחרות כמו עובש ירוק *Penicillium digitatum* בהדבקה ראשונית ועובש כחול *P. italicum* בהדבקה משנית. שילוב מטלקסיל עם תב"ז או אימזליל היה יעיל נגד הרקבון החום ורקבונות העובש. המטלקסיל עם חומר חדש בשם

\* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1982, מס' 1335.

ימים של גשמים, וכן לקחנו ישר מבתי אריזה להדרים פירות שנקטפו לאחר הגשם.

הדבקה במגע - 2 או 4 פירות הדר נגועים ברקבון החום שמשו מקור ראשוני של פרי נגוע, אותם ארזנו יחד עם 46 או 101 פירות בריאים (אריזה סטנדרטית של 48 או 105 פירות אשכוליות או תפוזים במקביל). 12 תיבות היו בכל ניסוי.

הטיפול - כל הפרי עבר את מערך בית האריזה שכלל רחיצה, חיטוי, שטיפה, יבוש וטבילה ידנית בדונג או במדנג ריסוס נסיוני כאשר מטלקסיל היה לבד בדונג או עם חומרי חיטוי אחרים. הדונגים בהם השתמשנו נמצאים בשימוש מסחרי.

חומרי החיטוי - המטלקסיל בריכוז 100 עד 2000 ח"מ חומר פעיל הוסף לדונגים. המטלקסיל שולב גם עם סאופ"פ; 2-אמינובוטן; בנוזימדזול (תב"ז); אימזליל, בנוזיל וסונקס, בריכוזים שנועו מ-50 ח"מ עד 4000 ח"מ (ח"פ). כן השתמשנו בתמיסה מימית של מטלקסיל בריכוז מ-100 עד 2000 ח"מ, משולב עם 500 ח"מ תב"ז, 500 ח"מ סאופ"פ, 100 ח"מ כלורין, כנהוג בטיפול ה"מקלח" בפרי הדר לפני הבחלה. הפירות אוחסנו ב-17 מ"צ משך 4 שבועות. נרשמו מספר הפירות הרקובים, ממוצע כתמי רקבון בפרי, התפתחות תפטיר על פני הקליפה בפרי הנגוע ברקבון חום, הדבקה במגע בין הפירות ברקבון החום והתפתחות רקבונות אחרים על ידי פטריות אחרות התוקפות פרי הדר לאחר הקטיף.

### תוצאות ודיון

התפתחות הרקבון החום - הרקבון החום שהתפתח בתפוזי שמוטי ולימון היה ביחס הפוך לריכוז המטלקסיל בדונגים השונים - 1000 ח"מ מטלקסיל הוריד מספר כתמי רקבון ל-0 עד 0.8 בפרי, בהשוואה ל-2.0 כתמים בפרי הביקורת. המטלקסיל בריכוז 500 ו-1000 ח"מ היה פחות יעיל בקטילת הפטריה בפירות המודבקים (טבלה 1). המטלקסיל משולב עם חומרי חיטוי אחרים בדונג הראה השפעה דומה בקטילת

סונקס (CGA64251) נתנו בפרי הדר הגנה טובה ביותר מפני התפתחות רוב הרקבונות, כולל רקבון חמוץ הנגרם ע"י *Geotrichum candidum* והרקבונות הנגרמים ע"י *Alternaria citri*. רמת השאריות של המטלקסיל שנמצאה בפרי מדונג בטבילה היתה 0.8-2.0 ו-2.2-3.0 מ"ג/ק"ג בפרי השלם, כאשר הפרי טופל ב-1000 ו-2000 ח"מ, בהתאמה, לאחר 3 חודשי אחסון.

\*\*\*

### מבוא

חומרי החיטוי הנהוגים בשימוש בבתי אריזה להדרים, כמו סודיום אורטורפניל פנאט, תיאבנדזול, 2-אמינובוטן ואימזליל אינם יעילים נגד הרקבון החום הנגרם על ידי פטופתורה ציטרופתורה מאחר והפטריה חודרת עמוק בקליפת הפרי. התפטיר של הפטריה, הצומח על פני קליפת הפרי הנגוע, גורם להדבקה במגע ולהתפשטות הרקבון (9). מטלקסיל-רידומיל (CGA 48988), הוא חומר סיסטמי חדש אשר הומלץ לקטילת גורמי מחלות מקבוצת Oomycetes (6, 7).

מאז 1978 ועד 1982 חקרנו: (1) את השפעתו הסיסטמית על קטילת הפטריה פטופתורה ציטרופתורה בטיפול שלאחר הקטיף; (2) יכולתו למנוע הדבקה במגע בין פירות רקובים לבין פירות בריאים הנמצאים בתיבה ארוזה משך האחסון או המשלוח; (3) השפעתו על פטריות אחרות התוקפות ומתפתחות בפרי הדר לאחר הקטיף.

להלן סיכום התוצאות אשר פורסמו לאחרונה (4, 3).

### שיטות

הפירות לניסויים היו תפוזי שמוטי, ולנסיה, טמפל, לימון ואשכולית.

הדבקה מלאכותית - בפירות קטופים מהחלק העליון של העץ הדבקנו (ללא פציעה) בטבילה בתרחיף מימי של מנבגים וחינבגים של הפטריה.

הדבקה טבעית - אספנו פירות אשר נשרו מעצים הגדלים על אדמות כבדות, לאחר 2-3



טבלה 1: השפעת מטלקסיל משולב בדוגנים שונים, על שיעור הרקבון החום' הנגרם ע"י פיטופתורה ציטרופתורה בפרי הדר מודבק<sup>2</sup>

סוג הדונג	הדינוג נעשה 3 ימים אחרי הדבקה ואינקובציה ב-17 מ"צ							
	ל י מ ו ן				תפוז שמוטי			
	מטלקסיל ח"מ				מטלקסיל ח"מ			
	1000	500	100	0	1000	500	100	0
תרחיף מימי על בסיס פוליאתילן <sup>(3)</sup>								
זיודר	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	1.0	1.3
ת"ג	0.7	0.7	0.6	0.4	0.3	0.4	0.6	0.8
ברייטקס	0.5	0.7	1.0	1.0	0.2	0.3	0.7	1.7
דונג טבעי <sup>(3)</sup>								
זיודר	0.4	0.5	0.6	0.2	0.5	0.7	3.0	1.4
ת"ג	0.5	0.6	0.9	0.8	0.5	1.0	1.6	2.0
ברייטקס	0.5	0.3	0.4	0.6	0	1.1	0.8	1.2
דונג איסום <sup>(4)</sup>								
ברייטקס	0.3	0.5	0.3	1.4	0.8	2.1	2.0	1.5

1. כתמי רקבון בפרי, ממוצע מ-25 פירות בניסוי. 3.  $1 \pm 18\%$  חומר יבש.

2. אחרי 10-20 יום באחסון ב-17 מ"צ. 4. 1% חומר יבש.

טבלה 2: השפעת מטלקסיל משולב עם חומרי חיטוי שונים בדונג ברייטקס, על שיעור הרקבון החום' הנגרם ע"י פיטופתורה ציטרופתורה בפרי הדר מודבק, משך האחסון.

פרי באחסון 30-21 ימים ב-14-17 מ"צ	הדינוג נעשה 3 ימים אחרי ההדבקה ואינקובציה ב-14 מ"צ				דונג ברייטקס <sup>(2)</sup> מכיל (ח"מ)
	מטלקסיל ח"מ חומר פעיל				
	1000	500	100	0	
תפוזי שמוטי	1.0	3.9	4.9	5.3	תב"ז (4000)
	1.4	0.8	1.7	1.7	בנומיל (2000)
	0.3	1.3	2.0	3.1	תב"ז + 3500 סאופ"פ (1.5%)
טמפל	3.6	3.2	2.9	5.2	תב"ז (4000)
	2.6	4.0	4.1	4.5	בנומיל (2000)
	4.3	5.1	6.5	6.7	תב"ז (3500) + סאופ"פ (1.5%)
	4.0	4.1	5.1	4.8	תב"ז (3000) + 2-אמינובוטן (2%)
	2.6	3.1	2.1	3.0	אימזליל (2000)

1. כתמי רקבון בפרי, ממוצע מ-25 פירות בניסוי.

2.  $1 \pm 18\%$  חומר יבש. תב"ז=תיאבנדזול; סאופ"פ=סודיום אורטופניל פנאט.

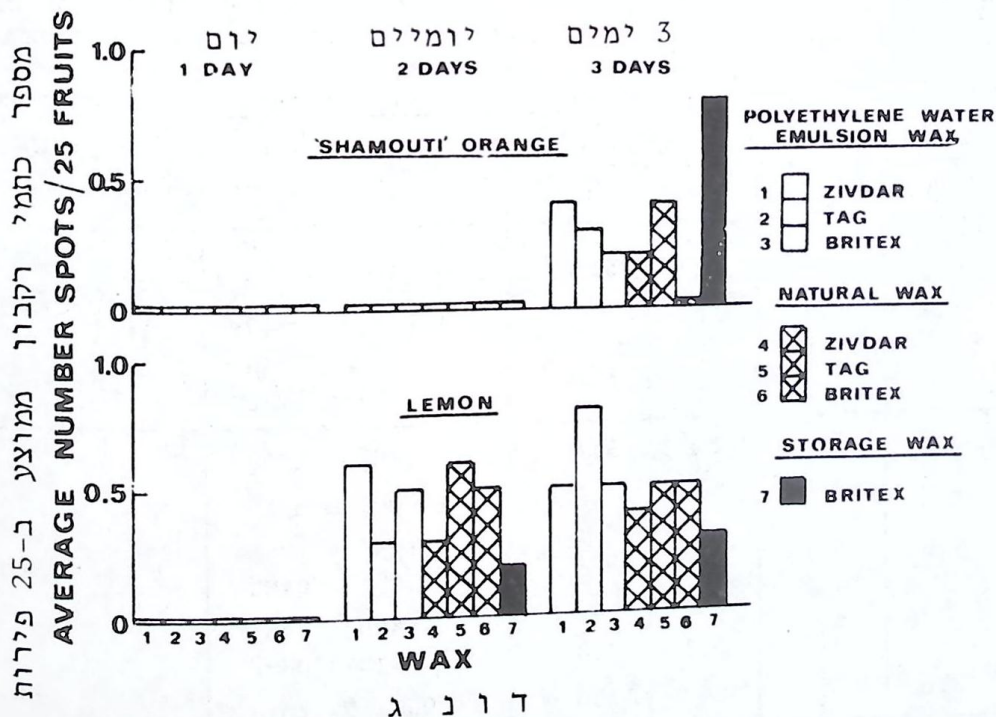
המדונג לא הושפעו משילוב המטלקסיל עם  
ובלי חומרי חיטוי אחרים.  
התמיסה המימית של המטלקסיל עם

הפטריה הגורמת לרקבון חום (טבלה 2).  
תכונות הדונגים כמו pH, דביקות, היווצרות  
קשקשים, ברק וכן גמישות וחוזק הפרי

טבלה 3: השפעת קילוח מימי במטלקסיל על שיעור הרקבון החום הנגרם ע"י פיטופתורה ציטרופתורה, בפרי  
הדר מודבק, משך האחסון.

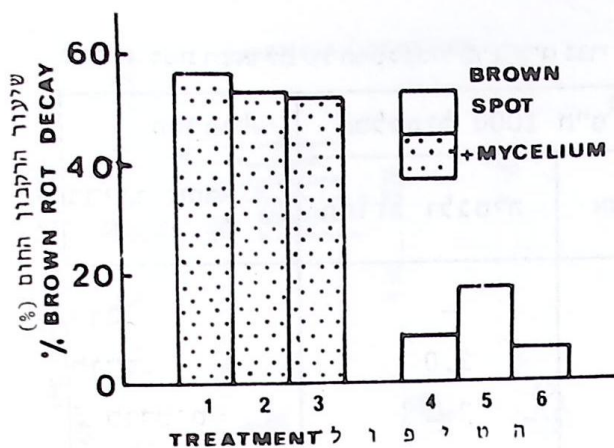
הקילוח נעשה 3 ימים אחרי הדבקה ואינקובציה ב-14 מ"צ					ה פ ר י
מטלקסיל ח"מ חומר פעיל				מים מכילים + (ח"מ)	
1000	500	100	0		
0.6	1.5	2.3	4.1	תב"ז (500) סאופ"פ (500)	תפוזי שמוטי
5.4	6.4	5.2	6.3	- " -	טמפל
0.5	0.3	0.3	1.3	תב"ז (500) כלורין (100)	תפוזי שמוטי
3.3	6.0	5.4	7.0	- " -	טמפל
4.0	4.2	-	7.3	- " -	לימון

1. כתמי רקבון בפרי, ממוצע מ-25 פירות בניסוי.  
תב"ז=תיאבנדזול; סאופ"פ=סודיום אורטופניל פנאט.



ציור 1: השפעת מטלקסיל (1000 ח"מ) משולב בדונגים שונים, על שיעור הרקבון החום הנגרם ע"י פיטופתורה ציטרופתורה בפרי הדר מודבק. הדיוג נעשה אחרי הדבקה ואינקובציה ב-17 מ"צ.





תב"ז, סאופ"פ או כלורין (דומה למקלח) היתה יעילה נגד הרקבון החום (טבלה 3). קטילת הפטריה פיטופתורה היתה טובה יותר ככל שהטיפול בוצע קרוב למועד ההדבקה. היעילות היתה שונה בין פירות הדר שונים; טיפול במטלקסיל יום אחד לאחר ההדבקה, מנע לגמרי הדבקה במחלה. הטיפול שניתן יומיים לאחר ההדבקה היה יעיל רק בשמוטי ולא בלימון, לעומת זאת יעילות הטיפול אחרי 3 ימים היתה קטנה ביותר (ציור 1).

השפעת המטלקסיל כטיפול הניתן לאחר הקטיף על הורדת שיעור הרקבון בפרי המודבק מלאכותית מובאת בציור 2. לדוגמה, לאחר 3 ימים מההדבקה, הפרי המדונג בלבד, או המכיל בדונג 4000 ח"מ תב"ז או 2000 ח"מ אימזליל (טיפולים 1, 2 ו-3) היה בעל 52%-58% רקבון לאחר שבועיים אחסון ב-17 מ"צ. לעומת זאת, באותם הטיפולים בתוספת מטלקסיל 2000 ח"מ (טיפולים 4, 5 ו-6) נמצאו 6% עד 17% רקבון חום. בפרי הביקורת המודבק אך לא מטופל היה שיעור הרקבון החום 67%.

צמיחת תפטיר - מצאנו שמטלקסיל 1000 ח"מ בדונג או במים, עיכב את צמיחת התפטיר של הפטריה פיטופתורה בקליפת הפירות הנגועים ברקבון החום. הדבר מנע אפשרות הדבקה על ידי מגע, המתחוללת בעיקר באחסון. הפירות הנגועים שלא היו מטופלים במטלקסיל כוסו כולם בתפטיר לבן של הפיטופתורה כאשר הפירות הנגועים, שהיו מטופלים במטלקסיל, לא התפתחו עליהם תפטיר הפטריה (ציור 2). יש לציין שמטלקסיל בדונג היה חומר החיטוי היעיל הראשון שנמצא כטיפול לאחר הקטיף נגד הרקבון החום. ההשפעה הסיסטמית המוגבלת של החומר מטלקסיל דומה לטיפול בחום בקטילת הרקבון החום בפרי הדר (2). בכל המקרים של התפתחות הרקבון החום, המטלקסיל עיכב באופן מלא את התפתחות תפטיר הפטריה מצמיחה על פני הקליפה של הפרי הנגוע. תוצאה זו חשובה מעשית למניעת אפשרות של הדבקה במגע במחלה ולהתפשטותה באחסון.

ציור 2: השפעת המטלקסיל המשולב עם חומרי חיטוי אחרים על שיעור הרקבון החום ועל התפתחות התפטיר של פיטופתורה ציטרופתורה, בתפוזי שמוטי מודבקים ואחרי 3 ימים של אינקובציה ב-14 מ"צ ושבועיים של אחסון ב-17 מ"צ.

החיטוי בבית האריזה והדינוג במדג נסיוני בדונג המכיל:

1. ביקורת, דונג בלבד; 2. תב"ז, 4000 ח"מ;
3. אימזליל, 2000 ח"מ; 4. מטלקסיל, 2000 ח"מ;
5. מטלקסיל, 2000 ח"מ + תב"ז, 4000 ח"מ;
6. מטלקסיל, 2000 ח"מ + אימזליל, 2000 ח"מ.

## השפעת המטלקסיל על פטריות התוקפות פרי הדר לאחר הקטיף

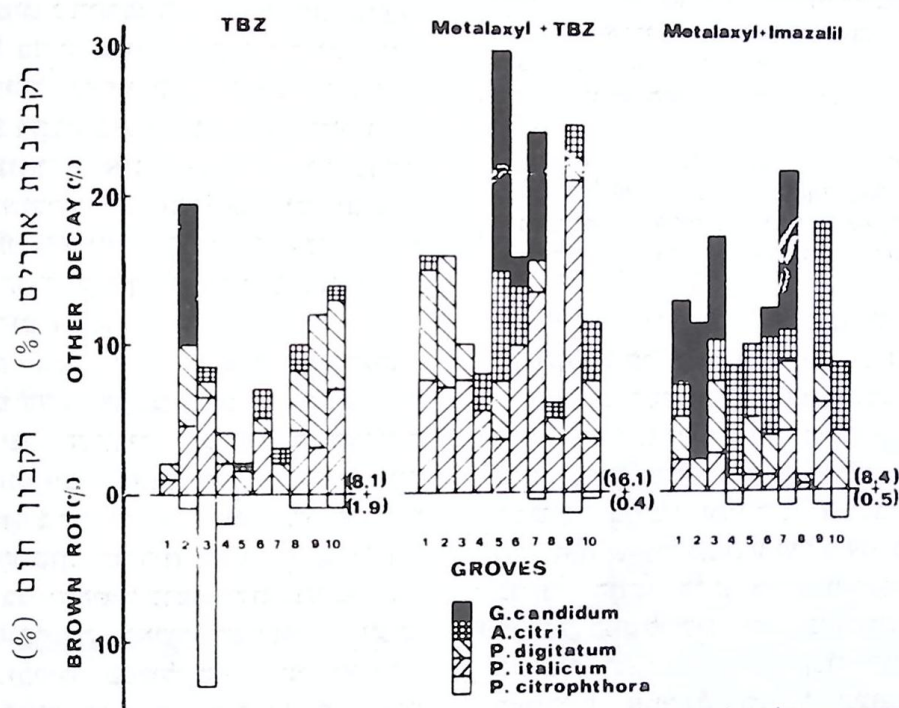
השפעת המטלקסיל לאחר הקטיף בפירות מ-10 פרדסים שונים על הפטריות התוקפות ומתפתחות בפרי הדר מובאת בציור 3. בפרי המטופל בתב"ז ומאוחסן 4 שבועות ב-17 מ"צ היה שיעור ממוצע של 1.9% פרי מודבק ברקבון החום, ביתר הרקבונות 8.1%. בפרי מטופל במטלקסיל עם תב"ז נמצאה ירידה בשיעור הפרי הנגוע ברקבון החום ועליה בפטריות אחרות, בעיקר העובש הכחול המתפתח כגורם הדבקה משני על הרקבון החום והעובש הירוק המתפתח כגורם הדבקה ראשוני על הפרי. בפרי שטופל במטלקסיל עם אימזליל ירד שיעור הרקבונות לשיעור המופיע בפרי הלא מטופל במטלקסיל, אבל גורמי הרקבון היו שונים ובעיקר בלטו הפטריות *Geotrichum candidum* ו-*Alternaria citri*.

הדבקה במגע - בתפוזי ולנסיה ובאשכולית מטופלים בדונג מכיל תב"ז - כביקורת, היה שיעור גבוה של הפרי נגוע

טבלה 4: רמת השאריות של המטלקסיל (מ"ג/ק"ג) בפרי שלם, משך 3 חודשים של אחסון ב-11 מ"צ.

הטיפול	מטלקסיל 1000 ח"מ <sup>(1)</sup>		מטלקסיל 2000 ח"מ <sup>(1)</sup>	
בדיקה אחרי אחסון של	תפוזי ולנסיה	אשכוליות	תפוזי ולנסיה	אשכוליות
יום	-	1.8	-	3.2
חודש	2.0	1.4	4.0	3.0
2 חודשים	2.2	1.1	3.5	2.6
3 חודשים	2.0	0.8	3.0	2.2

1. הדינוג בטבילה ידנית עם דונג המכיל מטלקסיל.

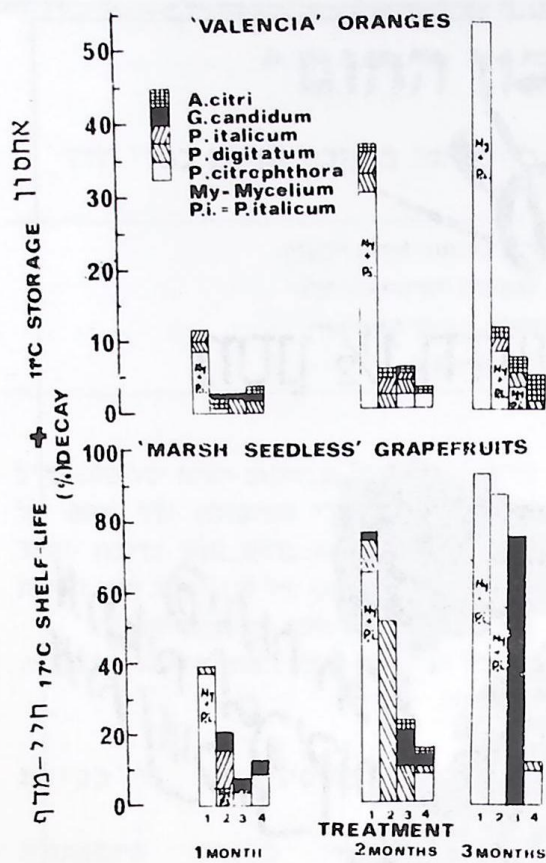


ציור 3: השפעת המטלקסיל המשולב עם תיאבנדזול או אימזליל בדונג, על התפתחות פטריות בפרי אחרי 4 שבועות באחסון. החיטוי בבית האריזה והדינוג במדגן נסיוני בדונג המכיל: תב"ז, 4000 ח"מ; מטלקסיל, 2000 ח"מ + תב"ז, 4000 ח"מ; מטלקסיל, 2000 ח"מ + אימזליל, 2000 ח"מ. המספרים בסוגריים מבטאים אחוז ממוצע של רקבון בפרי.

וברקבון חום, שעל חלק ממנו התפתח גם עובש כחול משני. על פירות לא נגועים ברקבון חום התפתחו *P. digitatum*, *G. candidum*, *A. citri* שולב עם התב"ז, שיעור הרקבון החום ירד אך הטיפול המשולב לא הצליח להוריד את שיעור יתר הרקבונות. כאשר המטלקסיל שולב עם אימזליל חלה ירידה ברקבון החום

ובעובשים. השילוב המוצלח ביותר היה עם חומר חדש בשם סונקס, שגרם הורדה בשיעור כל הרקבונות (ציור 4). כנראה שהטיפול במטלקסיל קשור בזירוז צמיחה לגבי פטריות העובש. מצאנו בניסויים באתר *in vitro*, ש-*P. digitatum* גדלה טוב יותר על אגר מכיל מטלקסיל בהשוואה לאגר ללא החומר. הקטילה הטובה יותר של





ציור 4: השפעת המטלקסיל על שיעור הרקבון החום, הנגרם על ידי הדבקה במגע בפיטופתורה ציטרופתורה, אחרי אחסון וחיי-מדף. החיטוי בבית האריזה, והדינוג במדג נסיוני בדוג המכיל:

1. תב"ז, 4000 ח"מ; 2. מטלקסיל, 2000 ח"מ +
- תב"ז, 4000 ח"מ; 3. מטלקסיל, 2000 ח"מ +
- אימזיל, 2000 ח"מ; 4. מטלקסיל, 2000 ח"מ +
- סונקס, 2000 ח"מ.

fruit by metalaxyl postharvest treatment. *Phytopath. Z.* 103: 120-125.

5. Cohen, E. and M. Schiffmann-Nadel, 1978. Prevention of brown rot spread by contact infection in packed citrus fruit. *Pl. Dis. Repr.* 62: 386-388.
6. Staub, T. and F.J. Schwinn, 1980. Fungicidal properties of metalaxyl and its use strategies. *Proc. 5th Conf. Medit. Phytopath. Union, Greece.* 154-156.
7. Urech, P.A., F.J. Schwinn and T. Staub. 1977. CGA 48988, a novel fungicide for the control of late blight, downy mildews and related soil-borne diseases. *Proc. 1977 British Crop Protection Conf.* pp. 623-631.

פטטריות העובש בעזרת האימזיל במקום התב"ז מוסברת בעובדת מציאותם של גזעים של עובש העמידים לתב"ז. האימזיל לא היה מספיק יעיל נגד *Geotrichum* ו-*Alternaria*. הטיפול בסונקס נתן את התוצאות הטובות ביותר מאחר והוא יעיל כנראה נגד הפטריות התוקפות פירות הדר לאחר הקטיפה, במיוחד *Alternaria* ו-*Geotrichum*.

## בדיקות שאריות במטלקסיל

הבדיקות האנליטיות מראות שרמת השאריות באשכוליות יום אחרי הטיפול היתה 1.8 מ"ג/ק"ג ו-3.2 מ"ג/ק"ג כאשר ריכוז המטלקסיל היה 1000 ו-2000 ח"מ, בהתאמה. רמת השאריות ירדה בפרי משך האחסון והגיעה לרמה של 0.8 ו-2.2 מ"ג/ק"ג באשכוליות ול-2.0 ו-3.0 מ"ג/ק"ג בתפוז ולנסייה, בפרי מטופל במטלקסיל בריכוז 1000 ו-2000 ח"מ, בהתאמה ולאחר 3 חודשים. בדרך כלל, כמויות הדונג וחומרי החיטוי הנשארים בפרי מדונג בטבילה הינה פעמיים עד שלוש יותר גדולים מאלו הנשארים בפרי מדונג בריסוס - כמקובל במערכי בתי אריזה להדרים (1). בדיקות שנעשו ע"י אדטו וליכטנר (1) הראו שהמטלקסיל נמצא רק בקליפה וכל חומר לא נתגלה בציפה של הפרי.

הבעת תודה

ברצוננו להודות לד"ר יעקב אשל מחברת כצ"ט - תל-אביב, להספקת המטלקסיל, ולליווי המחקר במחשבות ועצות.

ספרות

1. אדטו, י., ליכטנר, ל. (1979). שאריות רידומיל בפרי הדר. משרד החקלאות, האגף להגנת הצומח, המחלקה לתכשירי הדברה.
2. שיפמן-נדל, מינה, כהן אליהו (1965). השפעתם של מועד ההדבקה של פרי הדר בנבגי פיטופתורה ותנאי הטמפרטורה בפרדס על יעילות הטיפול בתמיסות חמות לאחר הקטיפה. מכון וולקני לחקר החקלאות. סקירה מס' 485.
3. Cohen, E. 1981. Metalaxyl for postharvest control of brown rot of citrus fruit. *Plant Disease* 65: 672-675.
4. Cohen, E. 1982. Prevention of spread and contact infection of brown rot disease in citrus