

# בטיחות השימוש באורתופניל-פנול בחיטוי פרי הדר קטוף נגד רקבונות

אליהו כהן, יבין שלום, המחלקה לאיחסון פירות וירקות, מינהל המחקר החקלאי\*

לשטוף את הפרי מיד לאחר הטיפול, להרחקת עודף סאופ"פ שעל הקליפה; (2) לשמור, שתמיסת סאופ"פ תהיה ב- $\text{pH}$  11.8, כדי שיווצר שיווי-משקל בין יוני הפנאט ובין האופ"פ החפשי. זה מבטיח פונגיצידיות רבה בהדברת מחוללי המחלות ורעילות מועטה לפרי המטופל.

בשנים האחרונות קיים חשש מהשימוש בסאופ"פ, שכן במיני פירות הדר מסוימים הופיעו פגמי קליפה שונים, ובגללם נפסל הפרי. הופעת הפגמים נקשרה עם השימוש בסאופ"פ. בתיאריזה מסוימים חדלו מהשימוש בסאופ"פ ועברו להשתמש בתערובות של 2 - 3 חמרים ויותר, ביניהם תב"ז, אימזליל, פנוקטין, אלייט, גיברילן ו-2,4D. חמרים אלה מותירים על הפרי שאריות ניכרות, הגורמות התנגדות של הצרכנים ושלטונות הבריאות.

בשנת 1989/90 השווינו את ההשפעה הפונגיצידית והפיטוצידית של אופ"פ 20% חומר פעיל של חברת Xeda - לעומת מלח סאופ"פ הנמצא בשימוש בתיאריזה. מצאנו, שתמיסת אופ"פ 1000 עד 2000 ח"מ בטמפרטורת חדר הגנה על הפרי מפטריות עובש בדומה לסאופ"פ 2500 - 5000 ח"מ בטמפרטורה 36 מ"צ, או אף טוב יותר. אופ"פ בריכוז מופחת של 400 ח"מ בתמיסה חמה של 48 מ"צ היה יעיל כמו סאופ"פ 5000 ח"מ. לשימוש באופ"פ התגלו יתרונות נוספים בעלי חשיבות משקית וכלכלית:

- (1) אין צורך בשמירה על ה- $\text{pH}$  של תמיסת החיטוי במערך בית-האריזה.
- (2) אין צורך בשטיפת הפרי במים לאחר הטיפול, דבר המביא חיסכון במים.
- (3) רמת השאריות בפרי המטופל באופ"פ 2000 ח"מ נעה בין אפס (לא ניתן לגילוי) לבין 0.57 ח"מ/ק"ג פרי.
- (4) בכל הניסויים שערכנו, לא ראינו נזק בפרי המטופל.

מטרת העבודה בעונת 1991/2 הייתה לבחון יעילות תואריות של אופ"פ בריכוזים שונים, בשיטות שימוש בתיאריזה, בפרי בכיר מובחל ובפרי אפיל.

## שיטות עבודה

בעונת 1991/2 ערכנו 9 ניסויים. מאמצע ספטמבר ועד אמצע דצמבר, היינו בתקופת הבחלת הפרי, קטפנו פרי באופן זהיר ממספר פרדסים. פרי זה הובא למרכז וולקני, וחולק לקבוצות של 25 - 50 פירות לטיפול. בחלק מהניסויים הובחל הפרי בתנאים של 10 ח"מ אתילן, 25 מ"צ ויותר פרי שלא עבר כל חיטוי ממיכלי קטיף של בתיאריזה, וחילקנו לקבוצות של 10 קרטונים כל אחת בהתאם למספר הטיפולים בכל ניסוי. הפרי חוטא בשלוש תואריות שונות של אופ"פ: תוארית שקיבלנו מחברת-האם Xeda ובה ערכנו את הניסויים הראשונים; תוארית שהוכנה בחברת "אמדא" בגמלא, נציגת Xeda בארץ; ותוארית מתוצרת ספ"ק בכפר-סבא. בחלק מהניסויים בחנו את השפעת אופ"פ כטיפול יחיד בפרי, ובחלק אחר - כטיפול כפול, לפני

החיטוי באורתופניל-פנול (להלן אופ"פ) 1000 - 2000 ח"מ הגן על הפרי בדומה לחיטוי בסודיום אורתופניל-פנאט (להלן סאופ"פ) 5000 ח"מ או טוב יותר. זה התבטא גם בפרי שהודבק מלאכותית בפטריות העובש הירוק והכחול וטופל כעבור 24 שעות של אינקובציה ב-17 מ"צ. אופ"פ בריכוז של 500 ח"מ לא היה יעיל דיו במניעת רקבונות עובש ועוקץ בפרי מובחל. בדרך-כלל, החיטוי בטבילה היה יעיל מאשר בקילוח. נראה כי אופ"פ, שהוא ליפופילי (מסיס בשמן אתרי ברקמה פצועה) מגיע יותר למקומות פצועים בקליפה, שהם גם

החיטוי באופ"פ מבטל את הצורך בשמירת  $\text{pH}$  של התמיסה, וגם את הצורך בשטיפת הפרי לאחר הטיפול. בכל הניסויים לא ראינו נזק בפרי המטופל.

מקום הדבקה לרוב הרקבונות המתפתחים בפרי הקטוף. בתיאריזה עם אפשרות חימום של תמיסת החיטוי ל-45 מ"צ יוכלו לקבל אותה יעילות של אופ"פ ב-400 ח"מ בלבד. אולם, כאשר מדגמים את הפרי ומשלים תב"ז או אימזליל, אפילו בריכוז מופחת של 250 ח"מ - מקבלים יעילות טובה. החיטוי באופ"פ מבטל את הצורך בשמירת  $\text{pH}$  של התמיסה, וגם את הצורך בשטיפת הפרי לאחר הטיפול. בכל הניסויים לא ראינו נזק בפרי המטופל, דבר שיכול לעודד מעבר מחיטוי בסאופ"פ לחיטוי באופ"פ.

## מבוא

שארמה הציע ב-1935 (6) לחטא פירות וירקות בתמיסת סאופ"פ. הופקינס ולוקס מצאו ב-1950 (5), שתמיסת סאופ"פ יעילה בהדברת הפטריות המחוללות רקבונות בפרי-הדר. גם לטר וגוטר דיווחו, ב-1957 (2), על השפעת סאופ"פ בעיכוב התפתחותן של הפטריות הגורמות ריקבון בפירות הדר בארץ. מאז 1963, טבילת פרי הדר בתמיסת סאופ"פ במיכל החיטוי של בית-אריזה היא הטיפול העיקרי לחיטוי הפרי נגד עובש ירוק שמחוללת הפטרייה *Penicillium digitatum*, עובש כחול *P. italicum* וריקבון העוקץ מפגיעת *Diplodia natalensis* (3). מחקרים נוספים הראו כי סאופ"פ יעיל במידת-מה גם נגד ריקבון חמוץ מפגיעת *Geotrichum candidum* (1) וריקבון חום מפגיעת *Phytophthora citrophthora* (4).

הפונגיציד סאופ"פ  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{ONa}$  הוא המלח הנתרני של אופ"פ  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{OH}$ . סאופ"פ הוא חומר הידרופילי: מסיסותו רבה במים ומועטה בממוססים אורגניים. בתמיסה מימית עובר סאופ"פ פיורק, ונוצר בין השאר יון פנאט  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{O}^-$  הנותן אופ"פ חפשי בלתי מיון  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{OH}$ . אופ"פ זה הוא חומר ליפופילי: מסיסותו רבה בממוססים אורגניים (כולל שמן אתרי הנמצא בתוך בלוטות השמן שבקליפת פרי-הדר). לכן, בשימוש בסאופ"פ חייבים: (1)

\*פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1992, מס' 2648.  
המאמר עבר ביקורת מדעית.



ההבחלה ולאחריה. בנוסף, היה לנו פרי שעבר חיטוי בסאופ"פ בבתי-אריזה, ופרי שלא עבר חיטוי אלא הבחלה בלבד; אלה שימשו להיקש.

מאמצע דצמבר 1991 ועד סוף אפריל 1992 ערכנו ניסויים במעבדה ובבתי-אריזה, בהם נבחרו סטים של מספר גדול של מיכלי קטיף, שחולקו לטיפולים: טבילה כמו במיכל החיטוי למשך כ-2.5 דקות, וקילוח למשך כ-30 שניות. מספר המתזים (פומיות) במקלח היה שונה בבתי-האריזה השונים: 21 מתזים ב-6 צינורות בעוטה - קליפים, ו-9 מתזים ב-3 צינורות ביכין - יבנה. בדרך-כלל הרטיב הקילוח את הפרי באופן מלא, עד נגירה. בחלק מהניסויים עבר הפרי במערך יבוש ודינוג, עם חמרי חיטוי נוספים או בלעדיתם. הפרי שהה באחסנה ב-17 מ"צ עד לבדיקה.

### תוצאות

אופ"פ 500 ח"מ לחיטוי בקילוח (דרנצ'ר) לפני הבחלה או בטבילה במיכל לאחר הבחלה - לא היה יעיל דיו במניעת התפתחות ריקבון בטבורי בכרי שאוחסן במשך 30 יום ב-17 מ"צ (טבלה 1). גם פרי שחוטא פעמיים, לפני הבחלה ולאחריה, בכל פעם באופ"פ 500 ח"מ - לא היה יעיל דיו במניעת התפתחות רקבונות (טבלה 2). השוואת הפעילות האנטיפונגלית של תואריות אופ"פ מתוצרת שונה הראתה יעילות רבה יותר לתואריות של Xeda וספ"ק לעומת התוארית של אמדא, שהיתה מעט פחות יעילה. בכל המקרים, שיעור הריקבון שהתפתח בפרי מטופל ב-אופ"פ 500 ח"מ היה רב מאשר ב-1000 ח"מ, בעיקר לאחר 30 יום ב-17 מ"צ (טבלה 3). בפירות טבורי מודבקים מלאכותית בנבגי עובש ירוק או כחול, שיעור הריקבון שהתפתח בפרי ההיקש היה רב יותר באופן מוחלט. הטיפול שניתן 24 שעות לאחר

הדבקה היה יעיל מזה שניתן 48 שעות לאחריה; וכן - כאשר חומרי החיטוי היה בריכוז 2000 ח"מ לעומת 1000 ח"מ (טבלה 4). בפירות שמוטי מודבקים בעובש ירוק, שנטבלו באופ"פ 1000 ח"מ לאחר 24 שעות ב-17 מ"צ, חל עיכוב מוחלט בהתפתחות הריקבון במשך 5 ימים מההדבקה. אולם כעבור 10 ימים היה שיעור הריקבון בפרי המטופל באופ"פ Xeda 63%, באופ"פ ספ"ק 43%, ב-סאופ"פ 0.35% הוא היה 50%, ובפרי ההיקש - 100%.

בניסוי חצי-מסחרי, בפרי שלקחנו ממיכל קטיף, היה הפרש מובהק בשיעור הריקבון שהתפתח לאחר הטיפולים השונים (טבלה 5): חיטוי באופ"פ 2000 ח"מ בטבילה למשך 2.5 דקות (כמו במערך האריזה) היה יעיל מקילוח במשך חצי דקה. חימום תמיסת אופ"פ

**טבלה 1. יעילות אופ"פ במניעת התפתחות מחלות בפרי מהזן טבורי, ממוצע מ-10 קרטונים עם 33 פירות בכל אחד.**

הטיפול	בטיפול לפני הבחלה				בטיפול אחר הבחלה			
	עובש ירוק, %		רקבון עוקץ, %		עובש ירוק, %		רקבון עוקץ, %	
	יום 10	יום 30	יום 10	יום 30	יום 10	יום 30	יום 10	יום 30
אופ"פ 500 ח"מ (אמדא)	0.1 אב	0.5 אב	0.5 א	4.5 א	0.0 ב	1.0 אב	0.7 אב	6.1 א
תב"ז 250 ח"מ	0.0 ב	0.0 ב	0.0 ב	0.1 ב	0.1 ב	0.3 ב	0.1 ב	1.4 ב
הבחלה בלבד	0.4 א	0.8 א	0.7 א	3.5 א	0.4 א	1.6 א	0.9 א	5.7 א

הניתוח הסטטיסטי נעשה לפי מבחן דאנקן ברמת מובהקות של 5%.

**טבלה 2. יעילות אופ"פ כטיפול כפול, לפני הבחלה ולאחריה, על שיעורי הרקבונות בטבורי.**

הטיפול		עובש ירוק, %				רקבון עוקץ, %	
		יום 10	יום 30	יום 10	יום 30	יום 10	יום 30
לפני הבחלה	אחר הבחלה						
אופ"פ-אמדא 500 ח"מ	אופ"פ-אמדא 500 ח"מ	4.1 א	6.3 א	0.3 א	1.8 א	0.0 ג	0.0 ב
תב"ז 500 ח"מ + כלורין 100 ח"מ	אימזליל 250 ח"מ	0.0 ג	0.0 ב	0.0 ב	0.0 ב	2.5 א	4.0 א
הבחלה בלבד	היקש - מים	2.5 א	4.0 א	0.5 א	1.9 א		

הניתוח הסטטיסטי נעשה לפי מבחן דאנקן ברמת מובהקות של 1% - 5%. ללא ההיקש אין מובהקות לגבי רקבונות עובש, ויש מובהקות לגבי רקבון עוקץ.

**טבלה 3. השפעת תואריות שונות של אופ"פ על שיעור הרקבונות בטבורי, ממוצע של 3 קרטונים עם 60 פירות בכל אחד בכל טיפול.**

תוצרת	ריכוז, ח"מ	כעבור 10 ימים:		כעבור 30 יום	
		עובש ירוק	עובש ירוק	עובש ירוק	עובש כחול
אמדא	500	7.0 ב	13.3 ב	0.7	
אמדא	1000	4.3 ב	8.7 ג	0.0	
Xeda	500	3.7 ב	7.3 ג	1.7	
Xeda	1000	3.7 ב	5.3 ג	0.0	
ספ"ק	500	2.3 ב	7.3 ג	0.0	
ספ"ק	1000	2.7 ב	4.3 ד	0.0	
היקש - מים		13.3 א	20.3 א	0.0	

הניתוח הסטטיסטי נעשה לפי מבחן דאנקן ברמת מובהקות של 5%. עובש כחול - הפרשים לא מובהקים.

**טבלה 4. השפעת תואריות שונות של אופ"פ בקטילת גורמי ריקבון בטבורי מודבק. 1. שלושה קרטונים עם 90 פירות בכל אחד בכל טיפול.**

תוצרת	ריכוז, ח"מ	טיפול לאחר 24 שעות <sup>2</sup>		טיפול לאחר 48 שעות <sup>2</sup>	
		עובש ירוק	עובש כחול	עובש ירוק	עובש כחול
אמדא	1000	1.5 אב	1.5 אב	2.0 א	1.8 אב
אמדא	2000	1.1 ב	1.0 בג	1.5 א	1.2 ב
Xeda	1000	1.7 א	0.7 ג	1.9 א	1.7 אב
Xeda	2000	1.0 בג	0.2 ד	2.0 א	1.2 ב
ספ"ק	1000	0.5 ג	0.2 ד	1.9 א	1.7 אב
ספ"ק	2000	0.4 ד	0.3 ד	1.3 ב	1.2 ב
היקש - מים		2.0 א	2.0 א	2.0 א	2.0 א

<sup>1</sup> הדבקה בהזרקת 5 מיקרוליטר תרחיף עובש ירוק בריכוז  $10^6 \times 4$  נבגים/מ"ל. עומק ההדבקה 3 מ"מ בקליפה, שתי הדבקות בשני צדי הפרי. 50 פירות בטיפול שניתן לאחר 24 שעות של אינקובציה ב-17 מ"צ.  
<sup>2</sup> הטיפול בטבילה 30 - 60 שניות, ללא שטיפה וללא דינוג.



**טבלה 5. השפעת אופ"פ: ריכוז, טמפרטורה, משך הטיפול - על שיעור הריקבון המתפתח בשמוטי. ממוצע מ-5 קרטונים עם 65 פירות בכל אחד בכל טיפול. כל הטיפולים עם תב"ז 250 ח"מ + אימזליל 250 ח"מ בדונג.**

תוצרת <sup>1</sup>	ריכוז, ח"מ	טמפרטורה במשך הטיפול, מ"צ	זקות ואופן הטיפול	לאחר 10 ימים		לאחר 31 יום ב-17 מ"צ			סה"כ
				עובש ירוק	עובש כחול	עובש ירוק	עובש כחול	רקבון עוקץ	
אופ"פ	2000	20	2.5/מיכל	0.0	ג	0.0	ג	0.0	0.6 ד
אופ"פ	2000	20	0.5/מקלח	0.0	ג	3.8	בג	1.6	5.4 ב
אופ"פ	400	45	0.5/מקלח	0.4	בג	1.2	ג	1.0	2.6 ג
סאופ"פ	5000	36	2.5/מיכל	1.2	בג	9.0	א	5.8	16.2 א
היקש - מים		20	2.5/מיכל	4.2	א	8.8	א	0.8	22.2

<sup>1</sup> אופ"פ מחברת ספ"פ. חוץ מטיפול סאופ"פ, כל הפרי לא נשטף לאחר הטיפול. הניתוח הסטטיסטי נעשה לפי דאנקן ברמת מובהקות של 5%.

ל-45 מ"צ עם הפחתת הריכוז ל-400 ח"מ - לא היה ברור אם השפיע על יעילות החיטוי. זאת, בפרי שדונג בדונג שהוספנו לו 250 ח"מ תב"ז ו-250 ח"מ אימזליל. תוצאות של שני ניסויים מסחריים שערכנו בבתי-אריזה - מובאים בטבלה 6.

לסיכום, נראה שחיטוי באופ"פ ללא חימום וללא שטיפה מגן על הפרי המדונג מפני הידבקות והתפתחות רקבונות. הריכוז המומלץ, 0.1% - 0.2%, פחות מזה של סאופ"פ המקובל במשך העונה בין 0.25% ל-0.5%. ביטול הצורך בשמירה על pH ובשטיפת הפרי המטופל, בנוסף להקלות בשימוש, מסלק את החשש מפגיעה בפרי ומגרימת נזק בקליפה. לא ראינו נזק כתוצאה מטיפול באופ"פ בפרי מהזנים שבדקנו.

#### ספרות

1. ברקאי-גולן רבקה, לטר פ.ש. (1967). "כתבים" 17: 111 - 114.
2. לטר פ.ש., גוטר י. (1957): בחינת יעילותו של הסודיום אורתו-פנילפנאט בהדברת רקבונות פרי הדר. דו"ח לשנת תשט"ז - 1955/56. התחנה לחקר החקלאות, סקירה 148.
3. לטר פ.ש., גוטר י. (1963): ניסויים מסחריים לבחינת יעילותו של סודיום אורתו-פנילפנאט בהדברת רקבונות פרי הדר. המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, סקירה 414.
4. שיפמן-נדל מינה, כהן א. (1967). "כתבים" 17: 171 - 174.
5. Hopkins, E.F. and Loucks, K.W. (1950). Citrus Ind. 34: 13 - 14.
6. Sharma, J.N. (1935): Protecting whole fruits and vegetables from decay. U.S. Patent No. 2,054, 392. South Africa Patent No. 1255/35.

**טבלה 6. יעילות קילוח אופ"פ במערכי בתי-אריזה ובפירות שונים. ממוצעים מ-20 קרטונים שמוטי, 72 פירות כל אחד; 10 קרטונים אשכולית, 36 פרי כל אחד; 10 קרטונים סאנרייז, 40 פרי כל אחד; 20 מגשים טופז, 72 פרי כל אחד.**

הטיפול	הפרי	סה"כ ריקבון, % לאחר -	
		10 ימים	30 יום
יבין - יבנה, 9 פומיות אופ"פ 2000 ח"מ תב"ז 1000 ח"מ + אימזליל 1000 ח"מ היקש - מים	שמוטי <sup>1</sup>	22.8 א	נפסל
	שמוטי <sup>1</sup>	13.5 ב	נפסל
	שמוטי <sup>1</sup>	21.9 א	נפסל
אופ"פ 2000 ח"מ תב"ז 1000 ח"מ + אימזליל 1000 ח"מ היקש - מים	אשכולית	2.1 א	6.1 א
	אשכולית	2.4 א	6.1 א
	אשכולית	3.5 א	9.0 א
אופ"פ 2000 ח"מ תב"ז 1000 ח"מ + אימזליל 1000 ח"מ היקש - מים	סאנרייז	1.5 אב	3.8 אב
	סאנרייז	0.9 ב	2.2 ב
	סאנרייז	2.4 א	5.3 א
עזתה - קליפה, 21 פומיות אופ"פ 2000 ח"מ אימזליל 500 ח"מ היקש - מים	טופז	0.7 ב	2.2 ב
	טופז	0.3 ב	1.4 ב
	טופז	22.7 א	39.6 א

<sup>1</sup> פרי גרוע ביותר, ברירה מפרי לסילו. הניתוח הסטטיסטי נעשה לפי דאנקן ברמת מובהקות של 5%.