

45



9320

6

מינהל המחקר החקלאי
המכון למטעים

מניעת פגמים בפרי הדר בפרדסים שבאיזור אשדוד הנגרמים על-ידי זיהום אוויר

חנה ספרן

סקירה מקדימה מס' 788

המסדית תל-דג
ל-י.מ.מ.מ.מ.
ב-י.מ.מ.מ.מ.

המחלקה לפירסומים מדעיים
מרכז וולקני, בית-דגן
התשמ"א - 1980

05
124

07/€634.3 ; €614.7

מניעת פגמים בפרי-הדר הנגרמים על-ידי
זיהום אוויר בפרדמים שבאיזור אשדוד

מ א ת

חנה ספרן*

ת ק צ י ר

בפרי הדר הגדל בסביבת אשדוד הופיעו בשנים האחרונות פגמים שחורים וסביבם טבעת כהה בקוטר של 0.5-1.0 ס"מ, פירות נגועים אלה פסולים לייצוא. כל הסימנים מעידים על-כך שקליפת הפרי נפגעה מזיהום האוויר. בניסוי שנערך באיזור ב-1979, ואשר תוצאותיו יובאו להלן, נמצא כי הפגם נוצר על-ידי הופעת ריקמת שעם במקום הפגיעה וזו מתפתחת כל עוד הפרי גדל.

בסקרים נמצא כי הפגמים הופיעו בחודשים מאי-יולי, והתבטאו ב: א. האופי הרב-שכבתי של השעם; ב. מיקום הפגמים בפרי. הונח שבתקופה זו רגיש הפרי במיוחד כי הקוטיקולה שלו אינה מפותחת עדיין כל צרכה.

בניסוי ניתנו טיפולים למניעת הפגיעה בעזרת חומרים יוצרי-קרום על הפרי ועל העלווה. נמצאו כמה חומרים שהקטינו את שיעור הנגיעות ונפסלו כאלה שלא השפיעו עליה כלל. (לתשומת לב הקורא: התוצאות הן ראשוניות, מניסויים שנערכו בעונה אחת בלבד, ובקנה-מידה מצומצם.)

נמצא כי השקיה מעל לנוף אינה מונעת את התופעה ויש רמזים לכך שהיא אף מזיקה. עוד נמצא כי הפומלו אינו רגיש במיוחד לזיהום אוויר.

* המחלקה להדרים, המכון למטעים.

מ ב ו א

בשנים האחרונות נפגע פרי-ההדר בפרדסים שבסביבת אשדוד מפגמים חומים-שחורים. התעורר החשד שהזיהום הנפלט לאוויר מהתעשייה ומתחנת הכוח שבשכנות לפרדסים נסחף אליהם עם הרוחות ופוגע בעלווה ובפרי.

לבקשת כמה מהפרדסנים, שחלקותיהם נפגעו במיוחד מהתופעה, ביצעה חברת "אנליסט בע"מ" עבודה ראשונית לזיהוי גורם הפגמים (2). והרי כמה מהתוצאות כלשונן:

- " הנזק נגרם מגורם הנישא באוויר כנראה בצורת חלקיקים;
- SO_2 , בעיקר בצורתו הספוחה על החלקיקים, גרם לנזק דומה ביותר לזה שהופיע באיזור אשדוד;
- הרגישות שונה מזן לזן."

בדו"ח של "הוועדה לבדיקת נזקי זיהום אוויר בהדרים באיזור אשדוד" של שה"ם (1), נמסר שתפוצת הנזק בפרדסים שנפגעו היתה בשטח של כ-10 ק"מ מסביב לאיזור התעשייתי של אשדוד, הכולל את תחנות הכוח "אשכול". נמצא, שבאיזור הנגוע ביותר, 4-5 ק"מ מזרחה לאיזור התעשייה, היו נגועים בפגם הנדון 30%-40% מפירות הבררה. גם מימצאי "אנליסט בע"מ" מצביעים על נזק של 50% בפרי של הזנים הרגישים, כמו הזנים הקליפים והזן טבורי, ו-5%-10% בשמוטי.

פגיעה בצומח על-ידי זיהום מהאוויר נחקרה בחו"ל. פירסומים רבים בנושא הופיעו בעיקר בשנות ה-60 (4) ואילו בשנות ה-70 פחת מאוד מספר הפרסומים בחו"ל בנדון. מתברר, כי הפיקוח החמור על פליטת פסולת תעשייתית לאוויר בארה"ב צימצם, כנראה, את חומרת הבעיה ונעמה - את המחקרים בנושא.

בארץ, ליד אשדוד, נתגלתה תופעה מיוחדת - פגיעה במקום מוגבל בצמח הגורמת לפגמים נמקים בולטים לעין, אך לא - להפרעות בנשימה ובהטמעה הגורמות להצהבת הצמח ואחר כך לעיכוב הצמיחה ולירידה ברמת הפוריות. מתצפיות שנעשו בשטח ומניסויים שנערכו בחדרים עם אוויר מבוקר ידוע היטב שגזים מסויימים הנפלטים מהתעשייה או מכלי רכב בכבישים גורמים להפרעות מטבוליות כפי שתוארו לעיל.

המטרה הכללית של העבודה היתה - מניעת פגמים בפרי-הדר המופיעים בסביבת אשדוד והנגרמים, כנראה, על-ידי זיהום אוויר, ולהשגת מטרה זו נבחנו הנושאים הבאים:

1. זיהוי הפגמים ותאור התפתחותם במטרה להכיר את מבנה הפגם וללמוד על אופן הפגיעה ועיתויה;

2. מעקב אחר הופעת הפגמים במטרה לקבוע את העונה שבה הפרי רגיש ביותר לפגיעה;
3. לבדוק אם ניתן למנוע את הנזק בעזרת תרסיס בעונה שבה הפרי רגיש ביותר, מבלי לגרום להפרעה בהתפתחותו התקינה;
4. שונות: השפעת ההשקיה מעל לנוף על הופעת הפגמים; רגישות הפומלו לזיהום אוויר; איתור חלקות נגועות המתאימות לעריכת ניסויים נוספים; ועוד.

ש י ט ו ת ו ת ו צ א ו ת

1. תאור הפגמים והתפתחותם

א. תאור חזותי

לאחר התפתחות צבע ההבשלה בפרי ניתן להבחין בו בשני סוגי פגמים: פגמים גדולים יחסית, בקוטר של כ-5-10 מ"מ, שמרכזם שקוע ושחור, עם ובלי טבעת של רשת חומה מסביב ברוחב של 1-2 מ"מ. הטבעת הרשתית הזו היא רקמה שקועה במקצת בין לוזי השמנים האתריים. לפעמים היא חומה ולפעמים צבעה אינו שונה מצבע הקליפה הבריאה ואז קשה יותר לזהות את הטבעת הרשתית (תמונה 1). הפגמים מהסוג השני הם כתמים שחורים וקטנטנים, בגודל של ראש-סיכה, הבולטים מעל-פני הקליפה וניתן לחוש בהם במישוש (תמונה 1).

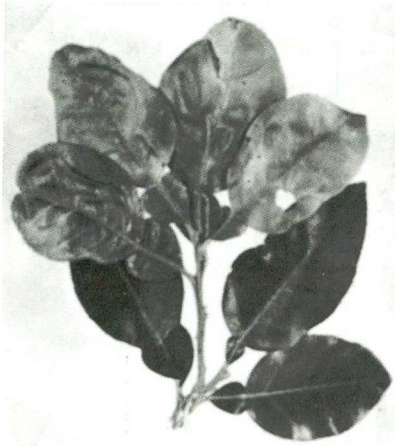
גם בפרי המפותח שעודו ירוק ניתן להבחין בשני סוגי הפגמים הנ"ל, אך במקום הרשת החומה יש טבעת בהירה סביב הפגם המבליטה אותו מהרקע הירוק-כהה של קליפת הפרי (תמונה 2). כתמים אלה נבדלים מכתמי עקיצות ציקדות במרכז הכהה שלהם.

בפרי הצעיר, שקוטרו 3-4 ס"מ, אפשר להבחין בכתמים שחורים קטנטנים שקוטרם כמ"מ אחד, ואשר חלק מהם מתפתח לפגמים הגדולים וחלקם נשארים קטנטנים.

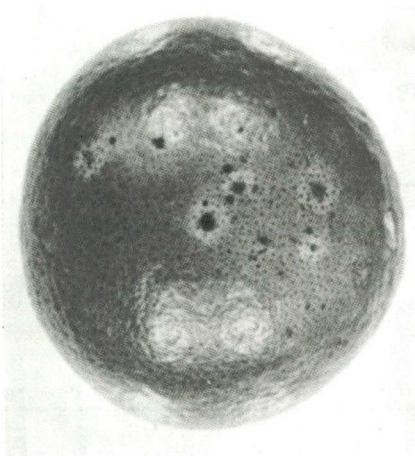
מסתבר, שגם בעלווה מצויים שני סוגי הפגמים הנ"ל. בפגמים הגדולים קורה שמרכז הפגם נושר ונוצר במקומו חור (תמונה 3).

ב. מיקום הפגמים בפרי ובעלווה

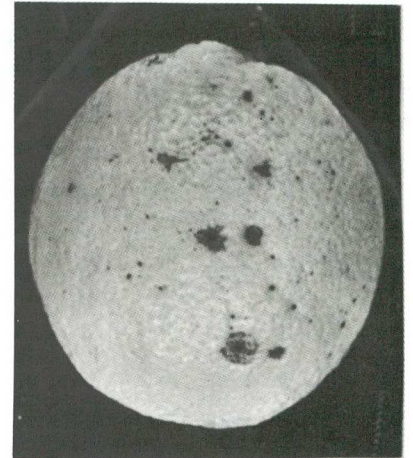
רוב הפגמים מצויים בצד הפרי הפונה אל מחוץ לנוף, ועל-פי רוב - בצד הפיטם. מצב זה מובן אם לוקחים בחשבון שבחנט ובפרי הצעיר מורם הפיטם מהעוקץ, ורק ביוני מתהפך הפרי ונתלה מהעוקץ כתוצאה מגדילת-יתר של הציפה ותוספת במשקלה. העלווה והפרי נגועים יותר בצידי העץ החשופים - בין השורות ובאמיר. שיעור הנגיעות גובר בכיוון לאיזור-התעשייה של אשדוד.



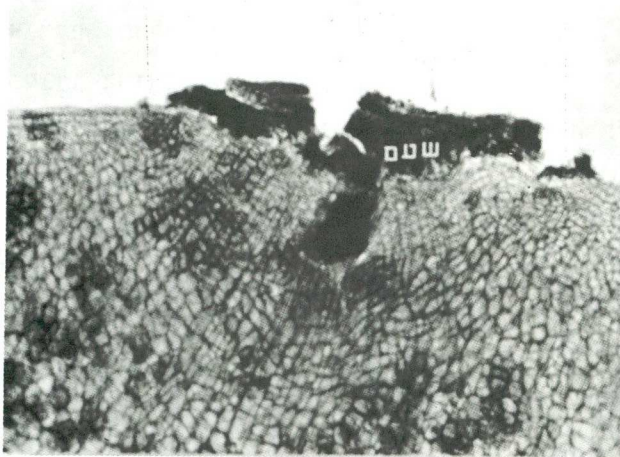
תמונה 3: לבלוב פומלו קיצי, צעיר, עם פגמי זיהום אוויר



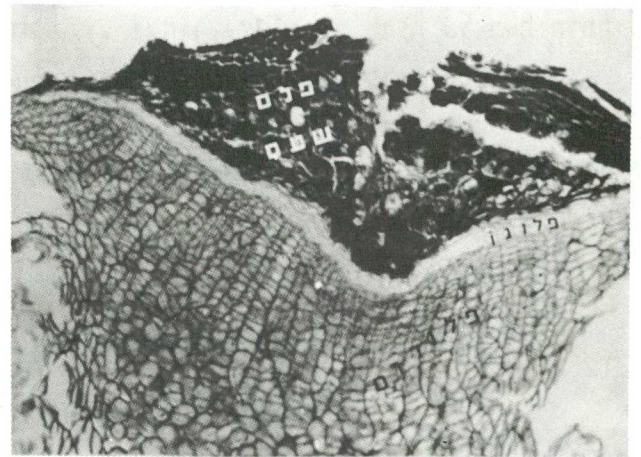
תמונה 2: קלמנטינה ירוקה עם פגמי זיהום אוויר (נדגם באמצע אוגוסט)



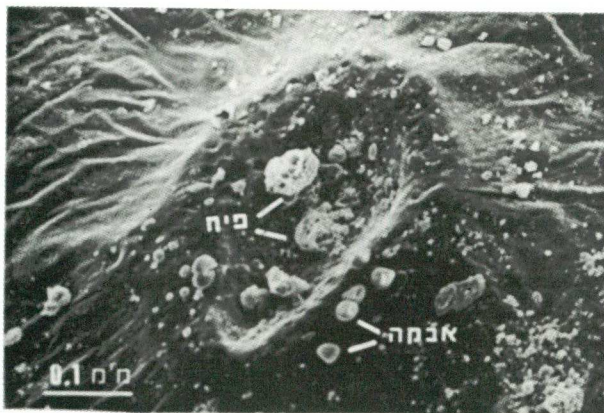
תמונה 1: פרי ואלנסיה בשל עם פגמי זיהום אוויר



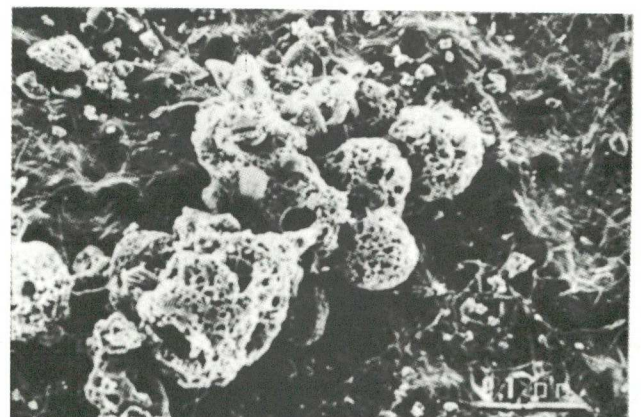
תמונה 5: חתך דרך פגם צעיר בחנט שמוטי (הגדלה פי 200).



תמונה 4: חתך דרך פגם בקליפת הפרי של טבורי. שלושת מרכיבי השעם מפותחים היטב. (נדגם באמצע אוגוסט. הגדלה פי 200)



תמונה 7: חלקיקי פיח על עלי הדר (צילום במיקרוסקופ הסורק)



תמונה 6: פגם עם חלקיקי פיח בקליפת מנדרינה (צילום במיקרוסקופ הסורק)

ג. תאור המיבנה של רקמות הפגם

מתברר שפגמי הזיהום הם שעם חום-שחור (תמונה 4). שעם הוא רקמה משנית המתפתחת בצמח לשם סגירת פצעו, ומשום כך אפשר להניח שהיה פצע חיצוני לפני היווצרות השעם. מתחת לפצע נוצרת שכבת תאים מריסטמאטיים (פלוגן) וכל תא מתחלק לשניים ונוצרים תא פנימי ותא חיצוני. התאים הפנימיים מהווים שכבה חיה (פלודרם) שניתן להבחין בה לפי השורתיות של תאיה (תמונה 4). התאים החיצוניים משתעמים, מתים ועל-פי רוב - מתקלפים עם הזמן. פגמי הזיהום הגדולים מתאפיינים בריבוי השורות של התאים הפנימיים. הימצאות שעם בכלל מעידה על כך שהאבר שנפגע המשיך לגדול, והפלודרם העבה מצביע על העובדה שהפגיעה חלה בפרי בהיותו עדיין קטן.

פגמי הזיהום הקטנים מתאפיינים ברקמת שעם סדוקה הבולטת מעל פני-הקליפה. בשלב מוקדם מסויים נעצרת התחלקות הפלוגן ואין להבחין בו כנראה עוד; נראה שהוא היה רק זמן קצר אחרי הפגיעה (תמונה 5). פגמים כאלה נשארים קטנטנים מראשית הופעתם ואינם גדלים עם גדילת הפרי.

2. מעקב אחר הופעת הפגמים

למעקב אחר הופעת פגמי זיהום אוויר נבחרה חלקת ואלנסיה בפרדס בוקסר, כ-4-5 ק"מ מאיזור התעשייה של אשדוד, שהיתה נגועה למדי בשנים הקודמות. בסוף מאי, כאשר הפרי היה בקוטר של 1.5-2.0 ס"מ בערך, סומנו 10-15 פירות בצד הצפוני-מערבי של 40 עצים, ובסך-הכל - 500 פירות. כמחצית ממספר הפירות היו נקיים ומחציתם היו נגועים בפגמים שנראה כי נגרמו מזיהום אוויר. בחלקה הנבחרת נערכו שלוש בדיקות עוקבות, במירווח של שלושה שבועות בין האחת לשנייה, ובדיקה רביעית נערכה בתחילת ספטמבר. בדיקה נוספת נערכה בסמוך לקטיף, באמצע מרס. התברר כי היה צורך להתאים את נמוני הבדיקות הראשונות למימצאי הבדיקות האחרונות, לאחר שנרכש ניסיון בזיהוי הפגם במשך העונה. התוצאות מובאות בטבלה 1.

טבלה 1: הופעת פגמי זיהום אוויר בואלנסיה במשך עונות 1979/80

מועד הבדיקה	30/5	20/6	9/7	2/8	10/9	12/3
% הפירות הנגועים	51	57	59	57	59	58

מהבדיקות מתברר, שמועד התחלת המעקב היה מיטבי לוואלנסיה כי מוקדם יותר, לפני סוף מאי, קשה מאוד לזהות בפרדס את הפגמים שהופעתם כבר החלה. נמצא שעד יולי הופיעו פגמים חדשים ואחר-כך גדל שטחם אך לא נוספו חדשים. את התנודות הקלות בנגיעות יש להסביר בנשירת

הפירות (שחלה בדרך כלל ביוני) ובהם אותם הפירות שהיו נגועים במידה רבה יחסית. עוד מתברר כי הפגמים הגדולים, הגורמים לפסילת הפרי לאריזה, מגיעים לגודל של 1.0-0.5 ס"מ (ראה תמונה 1). לעומת זה, הפגמים הזעירים שלא גדלו אינם מהווים סיבה לפסילת הפרי. אפשר לסכם, שפגמי זיהום האוויר מופיעים בתחילת עונת הגידול, בתקופה שהפרי עדיין צעיר.

3. מניעת פגמי זיהום אוויר

הוכח כי אם אמנם הפרי פגיע ביותר בתקופת צמיחתו הראשונה, הרי רצוי לנסות להגן עליו בתקופה זו. למטרה זו נבחרו חומרי ריסוס היוצרים קרום דק על פני הפרי אך אינם מפריעים לגידול ולהתפתחות התקינים של הפירות והעלווה. החומרים שנבחנו מפורטים בטבלה 2.

טבלה 2: חומרים יוצרי-קרום שרוססו למניעת נזק זיהום אוויר בהדרים

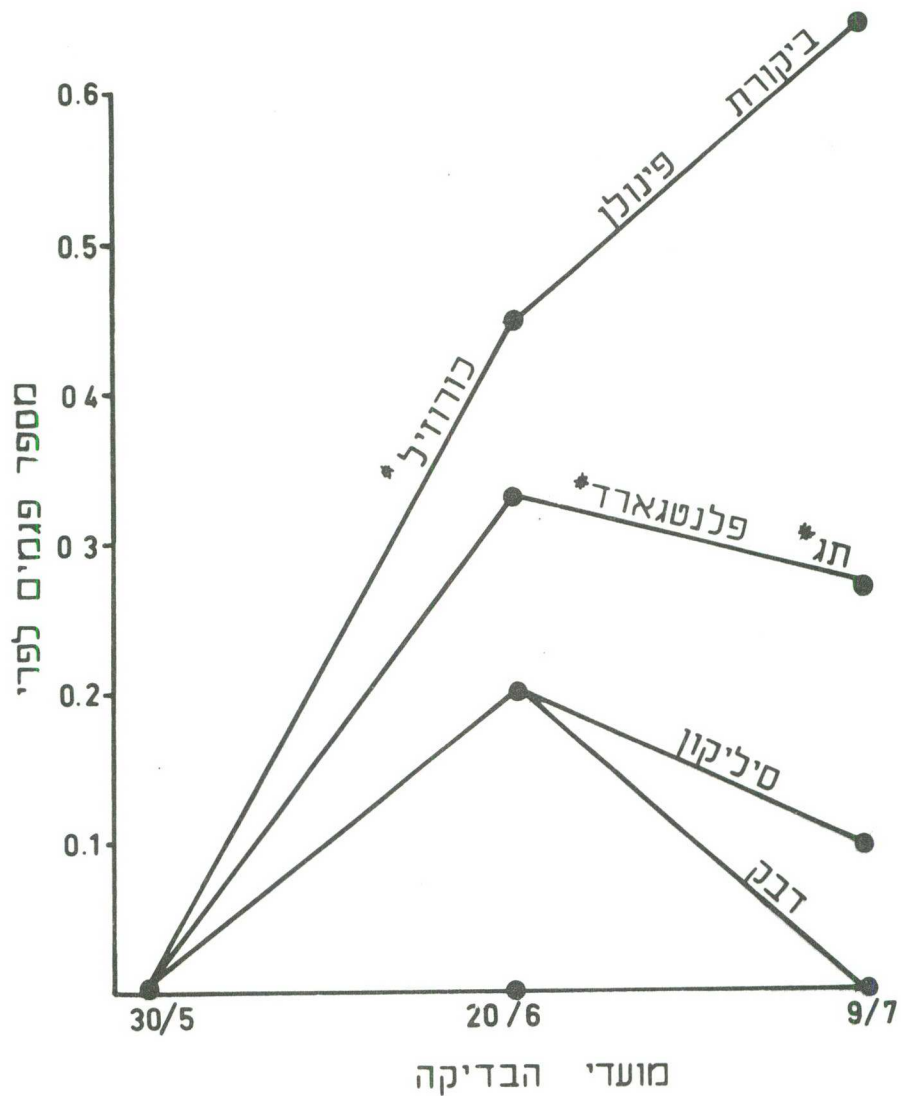
שם החומר	סוג החומר	המרכיב העיקרי	השימוש הרגיל בחומר	ריכוז החומר בתרסיס (%)
תג	טבעי	תמיסה מימית של שרפי עצים	דינוג	15
	70%	תמיסה מימית של פוליאטילן	דינוג	10
דבק		פוליוויניל אורגאני	הדבקה	0.4
Pinolene	Vapor Gard	פולטרפן נוזלי	למניעת התאדות	2
Plant Gard	רסס	תחליב פוליאטילן	"	100
	25%	תחליב פוליאטילן	"	5
		פולימר של צורן	"	0.25
Chorosil	20-4	פולימר של צורן	"	0.75
	Polak	פולימר של צורן	"	0.75

בניסוי מקדים שנערך במטרה למנוע נזק לעצים כתוצאה מריכוזים גדולים מדי של חומרי הריסוס הנ"ל, נקבעו הריכוזים המתאימים (טבלה 2). בעקבות ניסוי זה רוססו ענפים שפירותיהם היו מסומנים, ונבדק שיעור הנגיעות שלהם באותה חלקת ואלנסיה בפרדס בוקסר שתוארה לעיל, בסעיף 2. הריסוס בתשעת החומרים בוצע ב-30/5, בארבע חזרות. לקביעת שיעור הנגיעות נערכו ספירות של פגמי הזיהום בפירות המסומנים, בכל מועד בדיקה של המעקב הנ"ל.

נמצא שכל החומרים שנבחנו לא גרמו כל נזק לפרי ולעלווה. התוצאות מובאות באיור 1.
באיור מומחשת התקופה שבה הפרי עדיין פגיע לזיהום האוויר (ראה סעיף 2).

איור 1

השפעת חומרים יוצרי-קרום על שינויים בנגיעות של פרי ולאנסיה
כתוצאה מזיהום אוויר



* לגבי חומרים אלה ניתנו רק נתונים ממוצעים לכל בדיקה בשל תוצאותיהם הדומות.

מתברר כי מששת החומרים שנבחנו היתה לארבעה השפעה ממתנת על שיעור הנגיעות. פינולן וכורוזיל לא הקטינו אותו ועקומותיהם חופפות לזו של הביקורת ללא ריסוס (איור 1), תג ופלנטגארד השפיעו במידה בינונית, וסיליקון ודבק השפיעו במידה הרבה ביותר על שיעור הנגיעות. את הירידה בנגיעות בין הבדיקה השנייה לשלישית כתוצאה מטיפול בחומרים שהשפיעו לטובה ניתן להסביר בנשירת הפרי הרגילה בעונה זו, שבה נושרים רוב הפירות שהיו פגומים במידה רבה יחסית. בפירות שרוססו בפינולן ובכורוזיל, וכן בפירות הביקורת, נמשכה הפגיעה ושיעור הנגיעות עלה, למרות הנשירה. מספר הנתונים המצומצם, בגלל הנשירה, בעיקר ממועדי הבדיקה האחרונים, לא איפשרו עיבוד סטטיסטי של הנתונים.

4. שונות

א. השקיה מעל לנוף

התעוררה השאלה האם השקיה מעל לנוף עשויה להקטין את שיעור הנזק. לבחינת שאלה זו אותרה בפרדס "מפעלי שיקום", בסוכריר, חלקה שאותה נוהגים להשקות מעל לנוף בגלל האבק העולה מדרך סמוכה. התברר, שעם או בלי המטרה, מספר הפירות הנגועים בחלקה זו היה שווה, אך מספר הפגמים לפרי בשטח המומטר מעל לנוף היה גבוה ב-60% לעומת המספר בפירות שהושקו מתחת לנוף. הסבר אפשרי לעובדה זו הוא שהנזק נגרם זמן קצר לאחר נחיתת החלקיקים המזיקים על הפרי, ולכן אין ערך לשטיפת הנוף אחת לשבוע-שבועיים. יתכן גם שהשטיפה אפילו מזיקה, כי אולי האבק מהווה שכבת מגן המונעת את המגע הישיר בין חלקיקי הזיהום לבין קליפת הפרי והסרתו מותירה את הפרי חשוף לנזקי זיהום האוויר.

ב. רגישות הפומלו

היתה סברה שהפומלו רגיש במיוחד לזיהום מהאוויר. מעקב מיוחד שנערך במשך העונה הראה שהפגמים שיוחסו לזיהום מהאוויר אינם למעשה כאלה, כי הם שונים בצורתם ובמועד הופעתם ומצויים גם בפומלות הגדלות באזורים נקיים מזיהום אוויר.

ד י ו ן

מן הראוי לציין שתקופת רגישות הפרי הצעיר לפגיעה מזיהום אוויר מקבילה לתקופת התפתחות הקוטיקולה, שכבת השעווה המגנה על הפרי. השעווה מופרשת מהדופן החיצונית של תאי האפידרמיס, ורק ביולי מגיעה הקוטיקולה לעוביה הסופי; עד אז חשופים כנראה, תאי האפידרמיס לפגיעה זו.

שכבת האפידרמיס אינה מסוגלת להתחדש במקום הפגיעה ואז - או ששטח הפגיעה נשאר זעיר ואינו מהווה גורם לפסילת הפרי או, כפי שזה קורה לעיתים קרובות, מופיע שעם - רקמה הסוגרת על הרקמות הבריאות והגדלה עם גדילת הפרי. למעשה, כתם השעם הוא המכער את הפרי ופוסלו לייצוא. אין למנוע את היווצרות רקמת הריפוי הזאת, ולכן מתחזקת ההנחה שכיסוי מלאכותי של הפרי לתקופה המוגבלת, כפי שבוצע בניסוי הזה, עשוי להקטין את הנזק.

בפרדסים רבים, באזורים שונים בארץ, אפשר למצוא חלקיקי פיח בודדים, במיוחד בקרבת פסי הרכבת וכבישים סואנים, אך בגוש הפרדסים שליד אשדוד רב מספרם לאין שיעור. חלקיקי הפיח (תמונה 6) מצויים בעיקר במקומות מוגנים, בסדקים ובשקעים זעירים (תמונה 7), מתחת לעלי הגביע ועוד. במרבית כתמי ופגמי השעם, שהם לרוב קשקשיים, אפשר למצוא חלקיקי פיח. הולכים ומתרבים הסימנים שבפיח שמקורות מארובות התעשייה של אשדוד ספוחות תרכובות כימיות הפוגעות בקליפת הפרי. למרות מספרם העצום של חלקיקי הפיח על אברי הצמח, מסתבר כי הפגיעה מוגבלת למדי. פחם עצמו אינו מזיק לצמח ולכן אפשר להניח שלא כל החלקיקים הנוחתים על הפרי נושאים חומרים רעילים; ייתכן גם שחלק מהתרכובות שהיו בחלקיקים התנדפו בעת מעופם ממקורם אל הפרדס. גם נוכחות חלקיקי פיח בפגם אינה עדות לכך שחלקיקים אלה גרמו לפגם, הואיל והם יכלו להיצמד אליו בתקופה שבה הפרי כבר לא פגיע.

במחצית השנייה של עונת הקיץ נגועים פרדסים רבים בציקאדות הגורמות לפרי נזקים דומים לאלה של פגמי זיהום האוויר (3). מציצת הציקאדות גורמת כתם רשתי בהיר בקוטר של 0.5-1.0 ס"מ, אך אין בו מרכז כהה של שעם. בשל הדמיון בין פגמי הזיהום לפגיעות הציקאדות נוטים להחליף לעיתים קרובות בין שני סוגי הפגמים, דבר העלול לגרור מסקנות מוטעות.

ה ב ע ת ת ו ד ה

תודתנו לחברות "מכתשים" ו"תפזול" על אשר העמידו לרשותנו את תוצרתן. כמו-כן, מובעת תודה למר י' בוקסר שבפרדסו בוצע הניסוי, ולצוות הטכנאים של מחלקתנו שהשתתפו בניסוי זה.

ר ש י מ ת ס פ ר ו ת

1. אורן, י' (1978) דו"ח הוועדה לבדיקת נזקי זיהום אוויר בהדרים באזור אשדוד. משרד החקלאות, שה"ס, המחלקה להדרים, הקריה, תל-אביב (שיכפול).

2. אנליסט בע"מ - יישום ידע מדעי (1977) אבחון גורמי הנזק לפרי בפרדסים של בני-דרום, ניר-גלים ובוקסר. הוצאת "אנליסט בע"מ", קרית וייצמן, רחובות (שיכפול).

3. ספרן, חנה, רקח, בי (1978) תצפית לאיתור הגורם ל"כתמי הרשת הבהירים" המופיעים בקליפת פרי-הדר בכלל ומתבלטים באדומי-הקליפה בפרט. "עלון הנוטע", ל"ב: 568-563.

4. Ormrod, D.P. (1978) Citrus.in: Pollution in Horticulture. Elsevier, Amsterdam. pp. 156-159.

PREVENTION OF RIND BLEMISHES OF CITRUS FRUIT CAUSED BY
AIR POLLUTION IN THE ASHDOD AREA

HANNAH SAFRAN*

Summary

Citrus fruit growing in the vicinity of Ashdod have been blemished during the last few years with black pits surrounded by a net-like dark ring. Such fruits are rejected for export. Air pollution from nearby power stations and industrial plants seems to be the cause of this disorder. Cork tissue develops under the damaged epidermis cells and that, in turn, develops into the blemish as the fruit grows.

In surveys it was found that the blemishes appear on fruitlets and young fruit during May-July, as shown by the multilayers of the cork and the location of the blemishes on the fruits. The premise that during May-July the cuticle is not yet fully developed and therefore the fruit is relatively exposed and more sensitive, is considered.

In an attempt to find ways of protecting the fruits when they are susceptible to damage caused by air pollution, a small-scale experiment employing sprays was carried out with film-forming materials (antitranspirants, spreaders, waxes). Preliminary results showed that some materials reduced the susceptibility and others did not have any effect.

Overcanopy irrigation did not prevent the damage; on the contrary, there were more blemishes on each fruit. This may have been due to the fact that this irrigation method washes off the dust, which may protect the fruits.

The hypothesis that pummelos are particularly sensitive to the type of air pollution encountered here was not supported by survey evidence. Rind blemishes found on pummelos were common in areas where there was no discernible air pollution.

*Div. of Citriculture, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan.

AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION

INSTITUTE OF HORTICULTURE

**PREVENTION OF RIND BLEMISHES OF
CITRUS FRUIT CAUSED BY AIR
POLLUTION IN THE ASHDOD AREA**

HANNAH SAFRAN

PRELIMINARY REPORT NO. 788

DIVISION OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS
THE VOLCANI CENTER
BET DAGAN, ISRAEL

1980