

חרכון באגס

התפתחות המחלה, חומרתה ויעילות האמצעים שיושמו נגדה באזור הצפון בשנים 1996-1998

מבוא



חלת החרכון, הנגרמת על ידי החיידק *Erwinia amylovora*, מתפתחת בעצי פרי (אגס, תפוח, שסק וחבוש) ובעצי בר שונים. אחרי הזיהוי הראשון של המחלה בישראל בתחילת חודש מאי 1985 (במטע בראש פינה), התגלתה המחלה תוך שלושה שבועות גם במטעים אחרים באזור הצפון, בדרום מישור החוף ובעמק יזרעאל (4). בשנת 1986 היא הופיעה בחלק ממקומות אלה וגם ברביבים, בקבוצת שילר ובאזור בנימינה ותוך שנים ספורות נפוצה לכל אזורי הגידול בישראל (3,4). במהלך 13 השנים שעברו מאז התגלה החרכון בישראל היתה הופעתו ספורדית וחומרת הנגיעות, בקנה מידה ארצי, היתה בדרך כלל נמוכה. אולם, היו שנים בהן התפתחו מגיפות קשות באזורים מסוימים, אז נעקרו עצים רבים ולעיתים אף מטעים שלמים. כך היה למשל בשנת 1995 באזור מושבות השומרון והגליל המערבי ובשנים 1996 ו-1998 באזור הגליל. תעוד של המגיפות והבנת הביולוגיה והאפידמיולוגיה של החיידק מחולל המחלה חשובים לפיתוח אמצעים יעילים להתמודדות עמו ולבקרת המחלה. ההתמודדות עם מחלת החרכון קשה בגלל הביולוגיה המורכבת של הפתוגן ומפני שלא קיימים אמצעי הדברה יעילים מספיק. ההמלצות להדברה כוללות מספר "קווי הגנה". מטרת קו ההגנה הראשון היא להפחית את כמות המידבק ההתחלי במטע. לשם כך מומלץ להסיר ולשרוף את כל הענפים שעליהם נראים כיבים. ככל שהסניטציה קפדנית יותר, כך קטנה יותר כמות המידבק ההתחלי. נוסף לכך, עד השנה האחרונה הומלץ לרסס את שלד

דב אופנהיים, צבי הרצוג,

שה"מ, משרד החקלאות

דני שטיינברג, גיורא קריצמן,

המחלקה לפתולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

משה מרון

מיג"ל, קרית שמונה

מוטי פרס,

החברה לחקלאות, גליל עליון

מחלת החרכון, הנגרמת על ידי החיידק *Erwinia amylovora*, מתפתחת בעצי פרי (אגס, תפוח, שסק וחבוש) ובעצי בר שונים. בשנים 1996, 1997 ו-1998 בוצע באזור הצפון סקר במטעי אגס; נאספו נתונים ונערכו תצפיות בנושאים הקשורים למחלת החרכון. חומרת הנגיעות בחרכון בקנה מידה אזורי היתה שונה בשלוש שנות הסקר: בשנת 1996 היתה מגיפה קשה, בשנת 1997 היתה מגיפה קלה ובשנת 1998 היתה מגיפה בחומרה בינונית בקנה מידה אזורי. אולם, בכל השנים היו חלקות בריאות והיו חלקות שנפגעו בצורה קשה. רמת הנגיעות שהיתה בחלקה מסוימת בעבר (בשנה הקודמת) השפיעה יותר בעונה בה התפתחה מגיפה קלה בקנה מידה אזורי (1997) מאשר בשנה בה היתה נגיעות בינונית בקנה מידה אזורי (1998). כך למשל, 60% מהחלקות שהיו נגועות בחומרה בינונית או קשה בשנת 1997 היו נגועות בנגיעות כזו גם בשנת 1996. אולם, רק 19.4% מהחלקות שהיו נגועות בנגיעות בינונית או קשה בשנת 1998 היו נגועות בנגיעות כזו גם בשנת 1997. במשך שתי שנות הסקר היה מספר קטן של ארועי הדבקה באזור הצפון: בשנת 1997 התרחשו שלושה ארועי הדבקה ובשנת 1998 היו ארבעה ארועים כאלה. ניתוח מועדי ההדבקה מלמד על כך שברוב המטעים היה רק ארוע הדבקה אחד ובמיעוטם שניים או שלושה ארועי הדבקה. הסקר איפשר להגדיר את יעילות הפעולות שבוצעו על ידי הנוטעים נגד החרכון: לריסוס הנחושת לפני הפריחה לא היתה השפעה על הנגיעות במהלך העונה; ריסוסים שיושמו בתקופת הפריחה (בתכשירים סטרפטומיצין או סטרנר) הפחיתו את הנגיעות, אם כי השפעתם היתה שונה בשנים 1997 ו-1998.



שיטות וחומרים

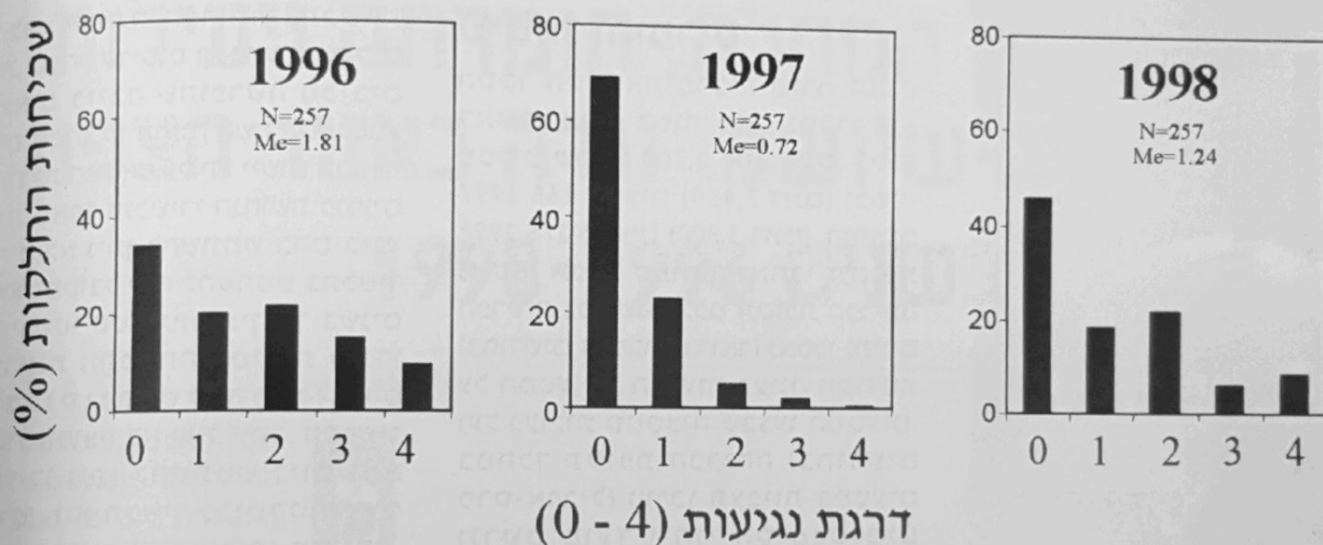
הסקר הקיף את מרבית מטעי האגס באזור הצפון. בשנת 1996 נסקרו 119 מטעים שכללו 6,700 דונם אגס, בשנת 1997 165 מטעים (7,450 דונם) ובשנת 1998 176 מטעים (3,800 דונם). הנתונים נאספו לפני, במהלך ואחרי תקופת הפריחה בכל שנה. לפני תקופת הפריחה (בחדשים דצמבר-פברואר) נאספו נתונים על המטע, על הנגיעות בעונה הקודמת ועל פעולות סניטציה שבצעו הנוטעים. במהלך תקופת הפריחה (בחדשים מרס-אפריל) נערכו תצפיות במטעים ונרשם מועד זיהוי הסימפטומים הראשונים. אחרי תקופת הפריחה (בחדשים מאי-יולי) נרשם המידע הקשור לחומרת המחלה בעונה ועל הפעולות שביצעו הנוטעים במהלכה. התצפיות והרישומים נעשו על ידי אנשים שנשכרו במיוחד לשם כך ועל ידי מדריכי הגנת הצומח במטעים באזור.

הנתונים שנאספו מוינו לרשומות. כל רשומה כללה מידע הקשור למטע, או לחלק של מטע, בו היו כל המאפיינים דומים. למשל, מטע שבו נטועים שלושה זנים נרשם כשלוש רשומות שונות. באותו אופן, מטע שבו נטועים עצים (מאותו זן) בשני גילאים נרשם כשתי רשומות נפרדות. מספר הרשומות בשנת 1996 היה 228 ובשנים 1997 ו-1998 היו 406 ו-542 רשומות, בהתאמה. בכל רשומה נכלל מידע המאפיין את החלקה, מידע רלוונטי אודות מחלת החרכון ומידע אודות פעולות הנוטעים, כלהלן.

אפיון החלקות כלל את הנתונים הבאים: שם המשק, שם או קוד המטע, מיקום המטע (נקודת ציון ותת-אזור גיאוגרפי), גובה מעל פני הים (במטרים), השטח הנטוע (בדונמים) והזן. אזור הצפון חולק ל-13 תת-אזורים גיאוגרפיים (על פי חלוקה טופואקלימית) שבכל אחד מהם הוצבה תחנה מטאורולוגית אוטומטית. באזור הגליל העליון היו תחנות מטאורולוגיות בפרוד, חוות מתתיהו, עמק דישון ב' וקדש; בעמק החולה היו תחנות מטאורולוגיות בראש פינה, גדות, חוות גידולי השדה שליד כפר בלום, ושתי תחנות במטולה - מטולה דרום (ליד תל חי)

העץ לפני תחילת הפריחה בתכשירי נחושת, בהנחה שריסוס זה פוגע בחיידקים הנמצאים בזיבה שהופרשה מכיבים פעילים. מטרת קו ההגנה השני היא למנוע את הדבקת הפרחים על ידי יישום תכשירי הדברה. מאחר ותכשירי הנחושת פוגעים בפרחים לא ניתן להשתמש בהם בזמן הפריחה. מקובל היה להשתמש בתכשיר האנטיביוטי סטרפטומיצין אך בשנים האחרונות התפתחה עמידות כנגדו באוכלוסיות של החיידקים והסטרפטומיצין לא יעיל יותר. התכשיר היחיד בו ניתן להשתמש כיום הוא הסטרנר; זהו תכשיר פרוטקטנטי עם פעילות מרפאה (קורטיבית) מסוימת. תזמון מיטבי של הריסוסים הוא תנאי להצלחת ההדברה (נושא זה לא ידון כאן). קו ההגנה השלישי מופעל אם התרחשה הדבקה וזוהו סימפטומים במטע. מומלץ להסיר את הענפים עליהם נראות תפרחות נגועות, כשמקום הגיזום כ-30-40 ס"מ מתחת לאזור הפגוע. המטרה היא למנוע את מעבר החיידקים לענפים המבוגרים יותר ולענפי השלד. ההתמודדות עם החרכון כוללת גם שינויים בממשק הגידול. בין היתר יש למנוע (או להסיר) פריחה סתווית, להקדים ולצמצם את תקופת הפריחה, למנוע עקות גידול ופגיעה ממזיקים (6). (גם נושאים אלה לא יפורטו כאן).

בישראל נטועים כ-15,000 דונם אגס. כשני שליש מתוכם (11,000 דונם) באזור הצפון - בגליל העליון, הגליל המערבי, עמק החולה ורמת הגולן. החרכון נמצא באזור מאז שנת 1985 ובחלק מהשנים התפתחו כאן מגיפות קשות. בשנים 1996, 1997 ו-1998 בוצע באזור הצפון סקר במטעי אגס. בסקר נאספו נתונים ונערכו תצפיות בנושאים הקשורים למחלת החרכון. הסקר מהווה כלי בקרה חשוב על דרך קבלת ההחלטות בגידול אגסים המאויימים בהינגעות מחרכון. מטרת הסקר היא לנתח את יעילות הממשק שהיה קיים בעבר ולפתח כלים לעתיד. במאמר זה מפורטים הממצאים, מתוארות המסקנות ונערך דיון על משמעותם לגבי הביולוגיה של המחלה ויעילות האמצעים שיושמו לבקרתה.



איור 1: התפלגות הנגיעות בחרכון במטעי אגס באזור הצפון בשנים 1996-1998
N = מספר הרשומות בכל שנה, Me = החציון

חושבו הממוצע ושגיאת התקן. לא בכל הרשומות היו כל הנתונים הנדרשים; לכן, ניתוח הנתונים כלל רק את הרשומות בהן היה המידע הנדרש. מספר הרשומות שנכלל בכל ניתוח מפורט בהמשך.

תוצאות

מועדי ההדבקות, שכיחות המחלה וחומרתה

חומרת הנגיעות בחרכון בקנה מידה אזורי היתה שונה בשלוש שנות הסקר. בשנת 1996 היתה מגיפה קשה: 66.2% מהחלקות היו נגועות בחרכון ברמה זו או אחרת; ב-25.2% מהחלקות היתה נגיעות בדרגת חומרה בינונית או קשה והחציון של התפלגות חומרת המחלה היה בדרגת חומרה 1.81. בשנת 1997 היתה מגיפה קלה בקנה מידה אזורי: 30.8% מהחלקות היו נגועות אך רק ב-2.6% מהן היתה נגיעות בינונית או קשה; החציון של התפלגות חומרת הנגיעות היה בדרגת חומרה 0.72. בשנת 1998 היתה מגיפה בחומרה בינונית: חרכון הופיע ב-54.5% מהחלקות וב-14.1% מהן היתה נגיעות בינונית או קשה. החציון של התפלגות חומרת הנגיעות היה בדרגת חומרה 1.24 (איור 1).

ההיסטוריה של הנגיעות בחלקה מסוימת

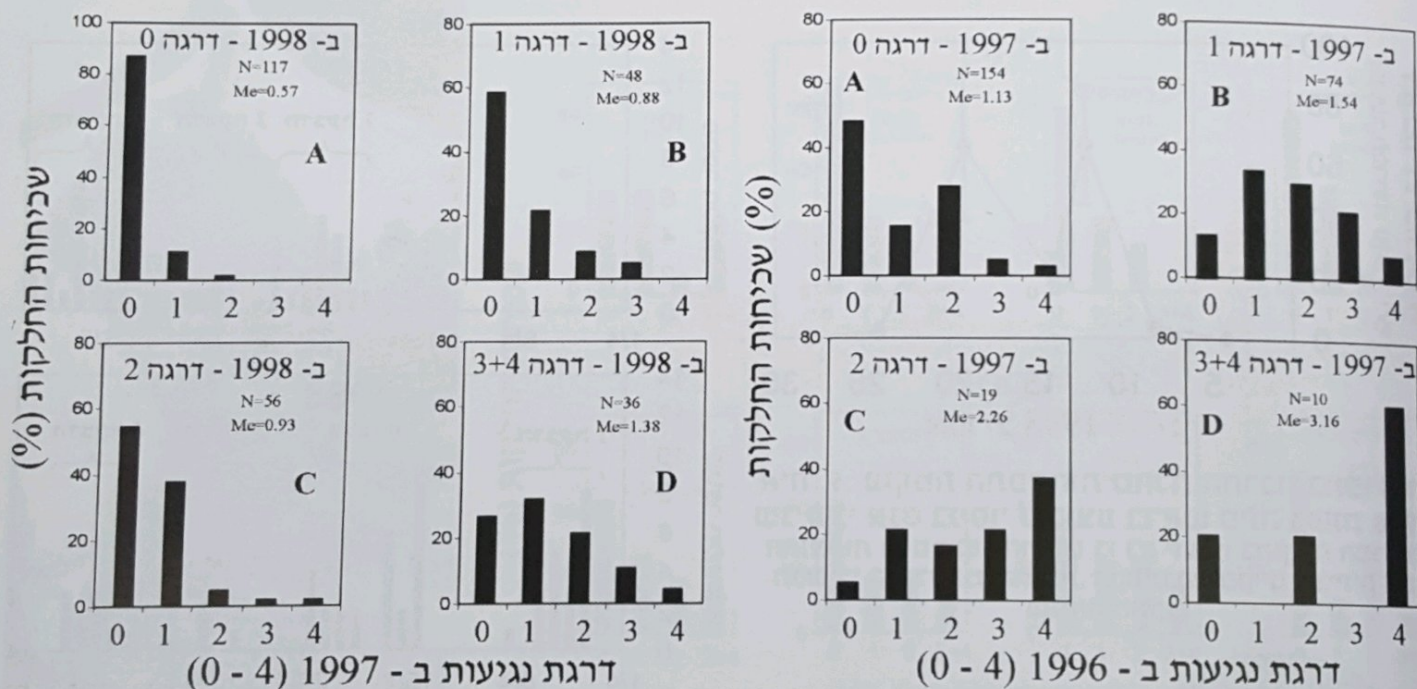
רשומות בשנת 1997 ו-64 רשומות בשנת 1998.

לפני העונה ואחריה נרשם מידע אודות פעולות הנוטעים. נרשם האם בוצעה סניטציה (=הסרת תפרחות וענפים נגועים) באביב הקודם ובסתיו הקודם ומה היתה מידת הקפדנות שלה (שטחית או קפדנית). במידה ויושמו ריסוסים בתכשירי נחושת לפני הפריחה נרשם מועד היישום ומספר הריסוסים. נוסף לכך, נרשמו מועדי היישום וסוג תכשירי ההדברה של הריסוסים שבוצעו במהלך הפריחה.

הנתונים נותחו בשיטות סטטיסטיות מקובלות. הבסיס לניתוח הנתונים היה הרשומות (כפי שהוגדר לעיל) ולא "מטעים" כפי שמוגדר על ידי הנוטעים. בהמשך נתייחס לרשומות כאל "חלקות גידול". בניתוח, כל חלקת גידול קיבלה משקל דומה, ללא התייחסות למספר העצים שבה או לשטח הנטוע שלה. למשתנים הסדרתיים (ordinal variables) כמו חומרת המחלה (שהוגדרה בסולם בן 5 דרגות, 0 עד 4) חושב החציון. החציון מבטא את הערך המחלק את התפלגות הנתונים לשניים. כך למשל, כשהמדד המנותח הוא חומרת המחלה, בחצי מהחלקות חומרת המחלה גבוהה מערך החציון ובחצי מהחלקות חומרת המחלה נמוכה ממנו. למשתני מנה (continuous variables) כמו מספר הריסוסים שיושמו,

ומטולה צפון (ליד תל-אבל); ברמת הגולן היו תחנות מטאורולוגיות באבני איתן, קדמת צבי, חוות פייכמן (שליד בקעת קוניטרה) וברמת הבניאס במטע של נווה אטיב.

המידע אודות מחלת החרכון כלל פרטים על חומרת המחלה בחלקה באביב הקודם ובסתיו הקודם ומידע על פעילות כיבים בתקופת ההתעוררות וחומרת המחלה במהלך העונה. שיעור פעילות הכיבים נקבע על פי סולם בן 3 דרגות: דרגה 0 = אין פעילות כיבים; דרגה 1 = פעילות מועטה; דרגה 2 = פעילות כיבים רבה. חומרת המחלה נקבעה על פי סולם בן 5 דרגות: דרגה 0 = חלקה בריאה, חלקה בה לא נצפה כלל חרכון; דרגה 1 = נוכחות, חלקה בה זוהו מספר תפרחות נגועות; דרגה 2 = נגיעות קלה, בחלק מהעצים בחלקה היה מספר קטן של תפרחות נגועות; 3 = נגיעות בינוניות, ב-10%-20% מהעצים בחלקה היו תפרחות נגועות; 4 = נגיעות קשה, במרבית העצים בחלקה היה מספר רב של תפרחות נגועות. מידע אודות מועד הופעת הסימפטומים נרשם בתקופת הפריחה רק בחלקות בהן בוצעו תצפיות מדי 1-4 ימים. לאחר שהתקבל דיווח על זיהוי המחלה בוצע אימות של הזיהוי על ידי המדריך האזורי להגנת הצומח. מידע אמין אודות מועד הופעת הסימפטומים הראשונים נרשם עבור 40



איור 2. התפלגות הנגיעות בחרכון במטעי אגס באזור הצפון בשנת 1997 כתלות בחומרת הנגיעות באותם המטעים בשנת 1996
איור 3. התפלגות הנגיעות בחרכון במטעי אגס באזור הצפון בשנת 1998 כתלות בחומרת הנגיעות באותם המטעים בשנת 1997
 N=מספר הרשומות, Me=החציון

ב-6 חלקות התגלתה נגיעות בתאריכים 27 עד 30 באפריל; חלקות אלה היו באזורי התחנות המטאורולוגיות של קדמת צבי, חוות גידולי השדה וראש פינה. ב-17 חלקות נוספות הופיעה המחלה בתאריכים 4 עד 10 במאי; חלקות אלה היו באזורי התחנות של אבני איתן, חוות גידולי השדה, קדש, מטולה דרום וראש פינה. בשנת 1998, התגלתה נגיעות ב-19 חלקות

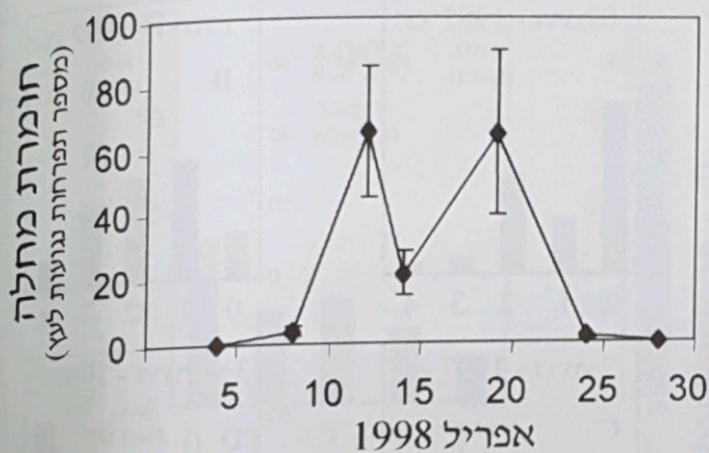
דבר, שבשנה עם מגיפה קלה בקנה מידה אזורי (1997) היתה סבירות גבוהה שחלקות שהיו בריאות בשנה הקודמת לא ייפגעו. לעומת זאת, בשנה עם נגיעות בינונית בקנה מידה אזורי (1998) היתה סבירות גבוהה להתפתחות חרכון גם בחלקות שהיו בריאות בעונה הקודמת. במשך שתי שנות הסקר היה מספר קטן של ארועי הדבקה במטעים. בשנת 1997

היתה חשובה יותר בעונה בה התפתחה מגיפה קלה בקנה מידה אזורי (1997) מאשר בשנה בה היתה נגיעות בינונית בקנה מידה אזורי (1998). כך למשל, 60% מהחלקות שהיו נגועות בחומרה בינונית או קשה בשנת 1997 היו נגועות בנגיעות כזו גם בשנת 1996. אולם, רק 19.4% מהחלקות שהיו נגועות בנגיעות בינונית או קשה בשנת 1998 היו נגועות בנגיעות כזו גם בשנת 1997 (איורים 2D, 3D). באותו אופן ניתן לבחון בעונה העוקבת מה היה "גורל" החלקות שהיו בריאות בעונה הקודמת. לגבי שנת 1997, 63.6% מהחלקות בדרגה 0, 47.3% מהחלקות בדרגה 1, 26.3% מהחלקות בדרגה 2 ו-20% מהחלקות בדרגות 3+4 היו בריאות (דרגה 0) או שהיתה בהן נוכחות של חרכון (דרגה 1) בשנת 1996. בשנת 1998 התוצאות היו שונות: 88.9% מהחלקות בדרגה 0, 83.3% מהחלקות בדרגה 1, 91.6% מהחלקות בדרגה 2 ו-63.9% מהחלקות בדרגות 3+4 היו בדרגה 0 או 1 בשנת 1997 (איורים 2, 3). פירושו של

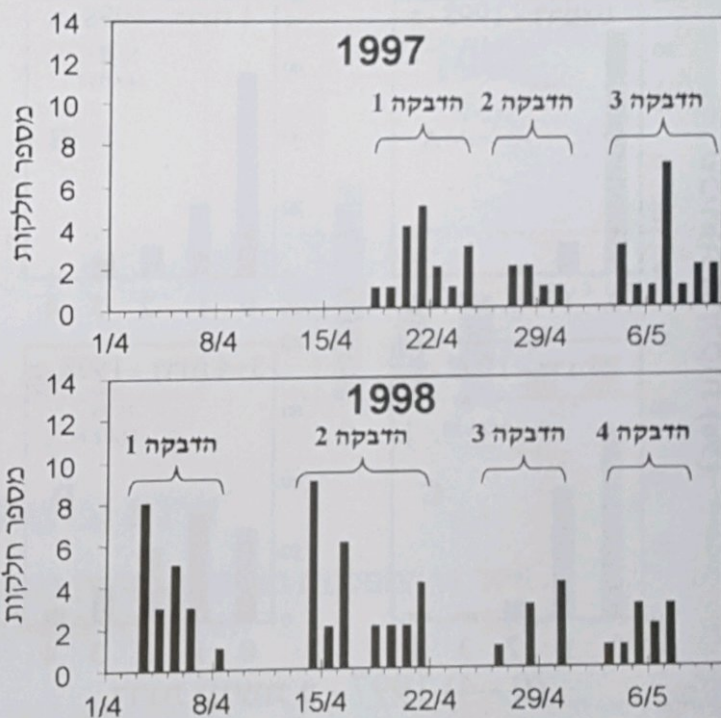
בשנה עם מגיפה קלה בקנה מידה אזורי היתה סבירות גבוהה שחלקות שהיו בריאות בשנה הקודמת לא ייפגעו. לעומת זאת, בשנה עם נגיעות בינונית בקנה מידה אזורי היתה סבירות גבוהה להתפתחות חרכון גם בחלקות שהיו בריאות בעונה הקודמת.

בין התאריכים 3 ו-8 באפריל; חלקות אלה היו באזורי התחנות המטאורולוגיות של ראש פינה, קדש, מטולה דרום, מטולה צפון ודישון ב'. ב-27 חלקות התגלתה

חלקות בין התאריכים 18 ו-24 באפריל. חלקות אלה היו באזורי התחנות המטאורולוגיות של אבני איתן, דיסון, מטולה צפון, קדש, ראש פינה ונווה אטיב.



איור 5. עקומת התפתחות מחלת החרכון בתפוחות של עצי אגס בניסוי שבוצע בראש פינה בשנת 1998
התוצאות הן מטיפול ההיקש בו לא יושמו בתקופת הפריחה תכשירי הדברה נגד החרכון. הקווים האופקיים מציינים את שגיאת התקן



איור 4. מועדי זיהוי הסימפטומים הראשונים של מחלת החרכון במטעי אגס באזור הצפון בשנים 1997 ו-1998

הפריחה, בהנחה שהריסוס מקטין את כמות המידבק ההתחלתי. המלצה זו מולאה רק באופן חלקי: 18.0%, 44.8% ו-34.6% מהחלקות רוססו בנחושת (פעם אחת או יותר) לפני הפריחה בשנים 1996, 1997 ו-1998, בהתאמה. לבחינת השפעת הריסוס הושו עקומות ההתפלגות של הנגיעות בחלקות שרוססו בנחושת לאלו של חלקות שלא רוססו בנחושת. בשלוש השנים לא היו הבדלים בין העקומות ובין ערכי החציון שלהם (תוצאות לא מצורפות). ניתן ללמוד מכך שלא היתה לריסוס הנחושת השפעה על הנגיעות במהלך הפריחה.

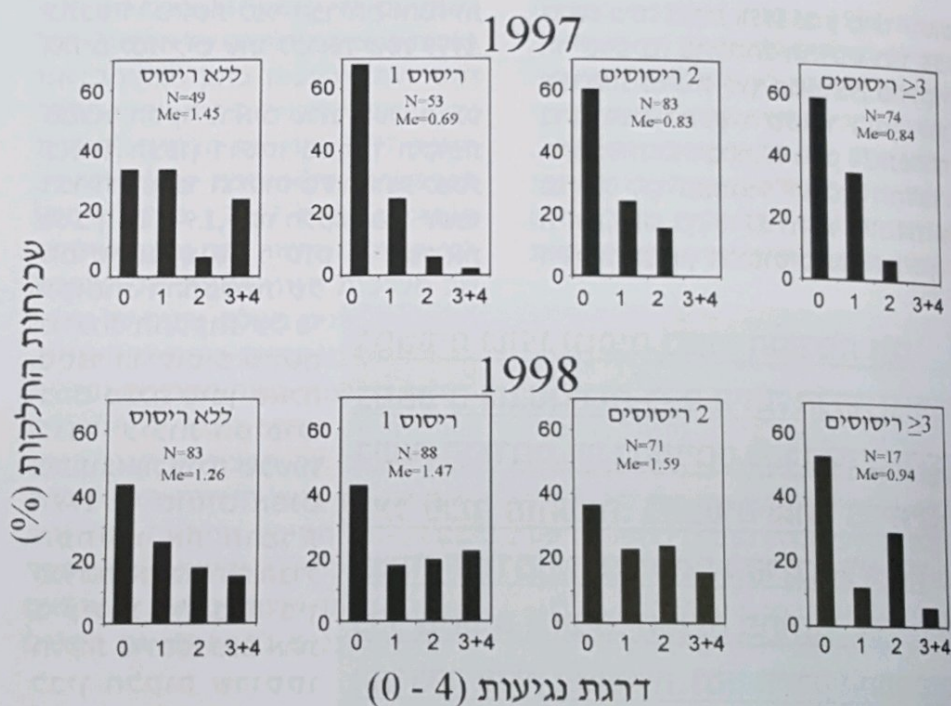
למרות ההתראות על הימצאות החרכון באזור ולמרות הידיעות על הנזק שגרמה המחלה, 20%-30% מהמטעים לא רוססו כלל במהלך הפריחה בשנים השונות. בשנת 1996 יושמו התכשירים סטרנו (בעיקר) וסטרפטומיצין; בשנים הבאות יושם הסטרנו באופן בלעדי עקב התפתחות המחלה נגד הסטרפטומיצין. מספר הריסוסים הממוצע לחלקה נע בין 1.1 ל-1.95 והוא לא היה תלוי בחומרת המחלה, מפני שרוב הריסוסים יושמו עוד

התפרחות הנגיעות החדשות. לעקומה היו שני שיאים, עובדה המרמזת על שני ארועי הדבקה אפשריים. השיא הראשון היה בתאריך 12/4 והוא תוצאה של הדבקה שהתרחשה (כנראה) בתאריכים 28-29 במרס. השיא השני היה בתאריך 19/4 והוא תוצאה של הדבקה שהתרחשה (כנראה) בתאריכים 5-6 במאי. מועדי ההדבקות המשוערים נקבעו על פי תנאי מזג האוויר ששררו באזור בתקופת הפריחה (תוצאות לא מצורפות). מנייתן של מועדי הופעת המחלה בחלקות השונות ושל נתוני מזג האוויר בתחנות האזוריות עולה שברוב החלקות היה ארוע הדבקה אחד בלבד. בחלק קטן מהחלקות היו שני ארועי הדבקה ובחלקות בודדות היו (אולי) שלושה ארועי הדבקה. כפי הנראה לא היו חלקות בהן התרחשו יותר משלושה ארועי הדבקה בשנים 1997 ו-1998.

פעולות הדברה

ניתוח תוצאות הסקר איפשר להגדיר את תרומתם של הריסוסים שיושמו נגד החרכון. עד שנת 1998 הומלץ למגדלים לרסס את שלד העץ בתכשירי נחושת לפני

הנגיעות בתאריכים 14 עד 21 באפריל; חלקות אלה היו באזורי התחנות המטאורולוגיות של ראש פינה, דיסון ב', אבני איתן, מתתיהו וקדש. ב-8 חלקות התגלתה נגיעות בין התאריכים 26 באפריל ו-1 במאי; חלקות אלה היו באזורי התחנות המטאורולוגיות אבני איתן, קדש ופיכמן. ב-10 חלקות נוספות הופיעה המחלה מה-3 עד 7 במאי; חלקות אלה היו באזורי התחנות של מתתיהו וראש פינה (איור 4). מועדים אלה מציינים, כאמור, את מועד הזיהוי הראשון של הסימפטומים בכל חלקה. תפרחות נגיעות (מאותו ארוע הדבקה) הופיעו לאחר הזיהוי הראשון של הסימפטומים במהלך עשרה ימים נוספים. מאחר ובחלק מהחלקות התרחשו כמה ארועי הדבקה, ומפני שיתכן שהיתה חפיפה במועדי הופעת הסימפטומים של ארועי ההדבקה השונים, לא תמיד ניתן לדעת בדיוק מתי נדבקה תפרחת מסוימת. לדוגמה, באזור מספר 5 מתוארת התפתחות המחלה בעצים לא מרוססים בניסוי שבוצע בראש פינה בשנת 1998. הסימפטומים הראשונים זוהו בחלקה זו בתאריך 5/4 וממועד זה ואילך נספרו



איור 6. השפעת מספר הריסוסים שיושמו במהלך הפריחה על התפלגות הנגיעות בחרכון במטעי אגס באזור הצפון בשנים 1997 ו-1998

N=מספר הרשומות בכל טיפול, Me=החציון

מטעים שלא נפגעו כלל גם בשנת 1996 (איור 1). גורמים רבים משפיעים על חומרת המחלה במטע הבוּדד ועל חומרתה בקנה מידה אזורי. לא תמיד ניתן להגדיר, ועדיין רב הנסתר על הנגלה. לעתים ההתרחשויות סותרות את הידוע לגבי הביולוגיה של החיידקים מחוללי המחלה. כך, למשל היתה בשנת 1996 מגיפה קשה שהותירה עצים רבים נגועים בכיבים; הגיוני היה לחשוב שכמות המידבק ההתחלי בשנה העוקבת, 1997, תהיה רבה ושתהיה בשנה זו מגיפה קשה. בניגוד לציפיות, היתה בשנת 1997 מגיפה קלה בקנה מידה אזורי. באותו אופן ניתן היה להניח שבשנת 1998 תהיה מגיפה קלה (כי כמות המידבק ההתחלי לא היתה רבה). אבל, בניגוד לציפיות, התפתחה בשנת 1998 מגיפה בחומרה בינונית בקנה מידה אזורי ובחלק מהמטעים היתה אף פגיעה קשה (איור 1).

כל זאת מלמד על המורכבות הרבה של המערכת ועל הקושי בחיזוי הופעת המחלה ועוצמתה ברמת המטע הבוּדד ובקנה מידה אזורי. בשנת 1997 הופיעה המחלה

האגס. ישנם אזורים בעולם בהם הפסיקו לגדל אגסים לאחר שהתפרצה שם מחלת החרכון (למשל בצרפת) (5). גם בארץ היתה פגיעה משמעותית לענף באזורים מסוימים. למשל, באזור מושבות השומרון היו כ-1,000 דונם אגסים. באביב 1995 התפתחה שם מגיפה קשה של חרכון ברוב המטעים; בקיץ 1995 נעקרו כ-500 דונם אגס ומאז ועד היום נעקרו כ-250 דונם נוספים. מכאן, שכשלושה-רבעים של שטחי הגידול באזור מושבות השומרון נעקרו תוך ארבע שנים. אמנם החרכון לא היה הגורם היחיד לעקירת המטעים, אך ללא ספק הוא היה הגורם העיקרי (מרים זילברשטיין, הודעה אישית).

חומרת הנגיעות בחרכון באזור הצפון היתה שונה בשלוש שנות הסקר. בשנת 1997 היתה נגיעות קלה בקנה מידה אזורי, בשנת 1998 היתה נגיעות בינונית ובשנת 1996 היתה נגיעות קשה בקנה מידה אזורי. הנגיעות הכללית באזור בשנה מסוימת לא מלמדת בהכרח על הנגיעות במטעים בודדים. כך, למשל, היו מטעים שנפגעו בצורה קשה גם בשנת 1997 והיו

לפני זיהוי הסימפטומים (כריסוסי הגנה). הריסוסים השפיעו על חומרת המחלה בשנת 1997: שכיחות החלקות הנגועות בדרגות 3 ו-4 היתה רבה יותר בין החלקות שלא רוססו כלל (ערך החציון - דרגה 1.45) מאשר בין החלקות שרוססו; לא היה הבדל בערכי החציון כתלות במספר הריסוסים (ערכי החציון 0.69 - 0.84). בשנת 1998 לא היה הבדל בהתפלגות הנגיעות בין חלקות שלא רוססו כלל לחלקות שרוססו פעם אחת או פעמיים. בכולם היתה שכיחות החלקות שנפגעו בצורה בינונית או קשה (דרגות נגיעות 3 ו-4) 14.4%-21.6% וערכי החציון של התפלגויות אלה נעו בין הדרגות 1.26 ל-1.59. בחלקות שרוססו שלוש פעמים היתה הנגיעות נמוכה יותר: רק ב-5.9% מהחלקות היתה נגיעות בדרגות 3 או 4 וערך החציון של ההתפלגות היה בדרגה 0.94 (איור 6).

דין

מחלת החרכון היא מחלה הרסנית לגידול

בראש פינה בעונת 1998 נבחן מועד יישום הריסוסים. בחלקות ההיקש היו 156 תפרחות נגועות לעץ בממוצע; בחלקות בהן יושם התכשיר סטרנר בזמן, לפני התרחשות ההדבקה, היו רק 20 תפרחות נגועות לעץ בממוצע. יעילות ההדברה היתה, אם כן, 87% והיא מלמדת על חשיבות תזמון הריסוסים נגד החרכון.

בתכשירי נחושת לפני הפריחה והנחיות שה"מ למגדלים שונו לקראת עונת 1999.

ממצאי הסקר מראים שרוב מטעי האגס באזור הצפון רוססו במהלך תקופת הפריחה. מספר הריסוסים הממוצע למטע נע בין 1.1 ל-1.9, והיו חלקות בהן יושמו חמישה או שישה ריסוסים. השוואת

עקומות ההתפלגות של נגיעות החלקות על פי מספר הריסוסים שיושם בהם מעלה סימן שאלה לגבי יעילות הטיפול. מהתוצאות עולה שבשנת 1997 הריסוסים אמנם הפחיתו את חומרת המחלה, אך לא היה הבדל ביעילות ההדברה בין חלקות שרוססו פעם אחת לבין חלקות שרוססו פעמיים, שלוש פעמים או יותר. בשנת 1998 לא היה הבדל בהתפלגות הנגיעות בין חלקות שלא רוססו כלל לבין חלקות שרוססו פעם אחת או פעמיים. בחלקות שרוססו שלוש פעמים או יותר היתה הנגיעות נמוכה יותר (איור 6). אין להסיק מכך שהתכשיר בו רוססו

בשכירות רבה יותר בחלקות שהיו נגועות בעונה הקודמת מאשר בחלקות שהיו בריאות בעונה הקודמת (איור 2). אולם, בשנת 1998 נפגעו באותה השכירות חלקות שהיו בריאות וחלקות שהיו נגועות בשנה הקודמת (איור 3). ניתוח ראשוני של מיקום החלקות הנגועות בעונת 1998 מרמז על כך שהסיבה היא הפצת המחלה במרחב. מרבית החלקות שנפגעו בשנת 1998 היו נגועות בעונה הקודמת, ואם הן היו בריאות בשנה הקודמת, הן היו בסמיכות לחלקות אחרות, שהיו נגועות. לכן, להיסטוריית הנגיעות של המטע הבודד חשיבות רבה יותר בעונה בה מתפתחת נגיעות קלה בקנה מידה אזורי (כאשר המחלה מופצת בעיקר בתוך המטע) מאשר בעונה בה מתפתחת מגיפה בדרגת חומרה בינונית או קשה בקנה מידה אזורי (כאשר המחלה מופצת גם למטעים שכנים). הבעיה היא שלא ניתן לדעת מראש אילו תנאים ישררו בעונה ולא ידוע לאיזה מרחק מופצים החיידקים במרחב. מכיוון שהפגיעה הפוטנציאלית של החרכון כה משמעותית לגידול, ומפני שיש לנקוט באמצעי הדברה הגנתיים, אסור בשלב זה להסתכן. במטעים שהיו נגועים בשנה הקודמת וגם במטעים שבסמיכות להם היתה חלקה נגועה בשנה הקודמת יש להתייחס לסכנת ההדבקה בחרכון כאל סכנה מוחשית. במטעים שהיו בריאים בשנה הקודמת ובסביבתם הקרובה לא היו כלל מטעים נגועים, הסכנה פחותה, אך ההדבקה עדיין אפשרית.

הסקר איפשר לבחון את היעילות של פעולות ההדברה שביצעו הנוטעים. מהממצאים עולה שלריסוס נחושת לפני הפריחה תרומה מוגבלת בהפחתת הנגיעות. תוצאות דומות התקבלו גם בניסויים מסודרים שבוצעו בארץ בשנת 1998 (תוצאות לא פורסמו). ניתן להסביר את הממצאים בכך שהנחושת היא תכשיר בקטריוסטטי ולא תכשיר בקטריוציד. פירושו של דבר שתאי חיידק החשופים לתכשיר מעוכבים, אך הם לא נקטלים על ידו. לאחר שריכוז התכשיר יורד (עקב בליה או שטיפה) העיכוב מוסר ותאי החיידק ממשיכים להתפתח. בעקבות כל אלה הוחלט לא להמליץ יותר על ריסוס

במטעים שהיו נגועים בשנה הקודמת וגם במטעים שבסמיכות להם היתה חלקה נגועה בשנה הקודמת יש להתייחס להדבקה בחרכון כאל סכנה מוחשית. במטעים שהיו בריאים בשנה הקודמת ובסביבתם הקרובה לא היו כלל מטעים נגועים, הסכנה פחותה, אך ההדבקה עדיין אפשרית. תאי חיידק החשופים לתכשיר נחושת מעוכבים אך לא נקטלים על ידו. לאחר שריכוז התכשיר יורד העיכוב מוסר ותאי החיידק ממשיכים להתפתח. בעקבות כל אלה הוחלט לא להמליץ יותר על ריסוס בתכשירי נחושת לפני הפריחה והנחיות שה"מ למגדלים שונו לקראת עונת 1999.

המטעים לא יעיל, מפני שיעילותו הוכחה בניסויים מסודרים שבוצעו בכל רחבי הארץ (תוצאות לא פורסמו). יתכן שהסיבה לחוסר היעילות של הריסוסים בחלק מהמטעים היא מועד יישומם. בניסויים שבוצעו בהדבקה מלאכותית נמצא שריסוס בסטרנר הפחית את הנגיעות בחרכון רק אם יושם עד ארבעה ימים לפני או עד יומיים אחרי מועד ההדבקה. ריסוס מוקדם יותר או מאוחר יותר לא היה יעיל. ניתוח מועדי יישום הריסוסים ב-35 חלקות, עבורן היה מידע אמין אודות מועד הריסוסים ומועד הופעת המחלה בשנת 1998, מלמד על כך שב-20 מהן (57.1%) לא יושמו הריסוסים בזמן. בחלקות אלה יושמו הריסוסים לאחר שכבר הופיעו בהם הסימפטומים האופייניים של החרכון. בניסוי שבוצע

הממצא המעודד ביותר שעלה מהסקר הוא שמספר ארועי ההדבקה באזור הצפון בשנתיים האחרונות היה קטן. בסך הכל היו בשנת 1997 שלושה ארועי הדבקה ובשנת 1998 היו ארבעה ארועי הדבקה בכל האזור (איור 4). ברוב החלקות היה ארוע הדבקה אחד או שניים בלבד. תוצאות דומות התקבלו גם בשנת 1996 (תוצאות לא מפורסמות). לממצא זה משמעות מרחיקת לכת מפני שעולה ממנו שיישום מספר קטן של ריסוסים במועד הנכון היה מונע, או לפחות מפחית בצורה משמעותית, את חומרת המחלה באזור. נקודת המפתח היא תזמון הריסוסים ולשם כך יש צורך במערכת חיזוי אמינה. נושא זה נמצא בשלבי מחקר מתקדמים. לאחרונה פותחה מערכת תומכת החלטה להדברת חרכון באגס בשם "גרעין ופרח".

ספרות

1. Johnson K.B., Stockwell V.D. (1998) Management of fire blight: a case study of microbial ecology. Annual Review of Phytopathology 36:227-248.
2. Schroth M.N., Thompson S.V., Hildebrand D.C., Moller W.J. (1974) Epidemiology and control of fire blight. Annual Review of Phytopathology 12:389-412.
3. Shabi E., Zutra D. (1987) Outbreaks of fire blight in Israel in 1985 and 1986. Acta Horticulture 217: 23-30.
4. Zutra D., Shabi E., Lazarovits G. (1986) Fire blight on pear, a new disease in Israel. Plant Disease 70:1071-1073.
5. Van-der Zwet T. (1996) Present world-wide distribution of fire blight. Acta Horticulture 411:7-8.
6. van-der Zwet T., Beer S.V. (1995) Fire blight - Its Nature, Prevention, and Control. USDA Bull. No. 631. 97 pp.

לשמש גם כלי למחקר ולצבירת ידע חדש אודות האפידמיולוגיה של הפתוגן, דרך הישרדותו והפצתו בזמן ובמרחב. אנו נמצאים במהלך ניתוח כזה ונתוני הסקר משנת 1997 היוו את הבסיס להגדרת הפרמטרים של מערכת "גרעין ופרח". הנתונים משנת 1997 ו-1998 שימשו לביצוע ניסויי הדמיה בהם נבחנה יעילותם של מערכות חיזוי שונות של החרכון ממקומות שונים בעולם. ניתוח של מועדי הופעת הסימפטומים במטעים השונים, כתלות בנגיעות בשנה הקודמת ובתנאי מזג האוויר, יאפשר ללמוד על הגורמים המשפיעים על הפצת הפתוגן בזמן ובמרחב. כשיבוצע הניתוח, הוא יאפשר להגדיר את הסיכון שמהווה מטע נגוע לסביבתו. למיטב ידיעתנו זה הסקר המפורט ביותר שנעשה בנושא זה אי פעם ואנו מתכוונים להמשיכו גם בשנים הבאות.

בשנת 1998 נבחנה המערכת בסדרת ניסויים במטעים והתוצאות היו מעודדות. כדוגמה, פורטו לעיל תוצאות הניסוי שבוצע במטע בראש פינה. "גרעין ופרח" תבחן שוב את המערכת בעונת 1999, בניסויים מסודרים ובתצפיות חצי מסחריות, ואם הכל יהיה כשורה היא תעמוד לרשות החקלאים לקראת שנת 2000.

חשיבותו של סקר החרכון ככלי בקרה ומחקר אינה מוטלת בספק. במאמר זה השתמשנו בסקר לביצוע ניתוח בדיעבד של ההתרחשויות ושל הפעולות שבוצעו. למדנו על עוצמת המגיפות בשנים השונות בקנה מידה אזורי, נקבעה ההשפעה של הנגיעות בשנה אחת על הנגיעות בשנה העוקבת, הוגדרו מועדי ההדבקה ונבחנה היעילות של הריסוסים שיושמו לפני ובמהלך הפריחה. אולם, הסקר עשוי