

התפרצות והתפשטות של מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניה

בתנאים מבוקרים ובתנאי שדה

מאת יעקב אוקון, יואב בשן, הישאם יוניס, יאיר דבש, בתיה גוק, יגאל הניס
המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, רחובות

ממערכת ניסויים, הן בתנאים מבוקרים והן בשדה, הוברר שקיימת תלות ישירה בין תנאי האקלים ובין התפרצות והתפשטות של מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניות. בתנאים נוחים — טמפרטורה נמוכה מ-25°C וגבוהה מ-13°C, לחות מרובה ומים חפשיים — חלה התפרצות; אילו בתנאים שונים מאלה — חל דיכוי. כל חזרה לתנאים האופטימליים גורמת התפרצות ומחלה מחדש והתרבות אוכלוסיית הפתוגן. כמו כן, נמצא שאי תקיפת פירות בשלים נובעת מכך, שה-pH של קליפות הפרי אינו גאות להתפתחות הפתוגן.

מבוא

רגילים נמצאים חידקים פתוגניים על-פני עלי הפונדק קאי בלי לפתח מחלה; אולם בתנאים מתאימים תחזור ותפתח מחלה. בניסוי זה נבדקה השפעת העדר מים חפשיים על התפתחות המחלה. חמישה עציצים שהכילו 5 צמחי עגבניה מהזן VF198 בעלי 2 עלים אולחו ב-10⁴ חידקים/מ"ל ועורפלו למשך 12 יום. בתום העירפול היתה נגיעות של כ-14 כתמים לעלה, בממוצע, והצמחים הועברו לבית-דש. לאחר 30 יום היתה כל העלוה החדשה נקיה מסימפטומים, והצמחים הוחזרו לתא הערפל. הוך 15 יום חזרה רמת נגיעות של 14 כתמים לעלה, בממוצע.

התוצאות מראות, כי בהעדר מים חפשיים על-פני העלים — מדוכאת המחלה. השבת צמחים הנראים נקיים ממחלה לעירפול — מחזירה את המחלה לקדמותה.

3. השפעת ריכוז החידקים המגורסים על העלוה — על מועד תקיפת המחלה ועל קצמתה. בניסוי זה נבדק מועד הופעת הסימפטומים הראשונים, ונערך מעקב אחר התפתחות המחלה עם הזמן, בעציצים שהכילו 3 צמחי VF198 בעלי 3 עלים. הצמחים אולחו בריכוזים 10²—10⁴ חידקים/מ"ל. לאחר האי-לוח הוכנסו 5 חזרות הניסוי לתא ערפל. מועדי הופעת הסימפטומים והתפתחות המחלה מודגמים בדיאגרמה 1.

נמצא כי ככל שעצמת האינקולום רבה יותר — הופעת הסימפטומים הראשונים מוקדמת יותר והמחלה קשה יותר. מהלך המחלה היה אחיד בכל ריכוזי האילוח, מרגע הופעת הסימפטומים הראשונים.

4. מיקום הפתגן בצמחי עגבניה שמקורם בזרעים מאולחים. חמישה-עשר עציצים שהכילו קרקע מעוקרת נורעו ב-5 זרעים כל אחד ואולחו ב-10⁴ חידקים בגרם זרע. להיקש שימשו 15 עציצים שהכילו זרעים מחוסים. בשלב שני עלים אמיתיים הוכנסו הצמחים לערפל. מדי יומיים נלקחו מדגמי צמחים ונערי-כה ספירת חידקי פסאודומונס טומטו ופסאודומונס ספרופיטים — בשורש, בגבעול ובעלוה. הניסוי נעשה 3 פעמים ב-5 סדרות מיהולים, ובכל סדרה

מחלת הניקוד הבקטרי היא מחלת עלים של צמחי עגבניה בלבד. החידק פוגע בעיקר בעלוה, ובמידה מועטה — בפירות, גורם נינוס ומפחית במידה ניכרת את היבול (7). מחלה זו ידועה במספר ארצות, ובזמן האחרון מקבלת ממדים של מגפה (9). מהת-רשמויות נראה, שהמחלה חשובה בעיקר בעגבניות חורף ותחילת האביב, אולם אפשרות התקיפה שלה קיימת בכל עונות גידול העגבניה. בתנאים מתאימים מסוגלת המחלה להתפשט במהירות רבה, ממוקדים ספורים, ולנגע את כל שדה העגבניות. גורמים רבים מעוררים הדבקה: פציעות, לחות, אינקולום מזרעים, שיירי צמחים וצמחים לא פונדקאים (1, 2, 4).

מטרת העבודה המתוארת בזה היתה לברר את תפוצת המחלה, את התנאים המדויקים להתפרצותה מאוכלוסיות קטנות לאוכלוסיות גדולות, ואת הקשר בין תנאי האקלים האזוריים לבין רמת המחלה בשדה.

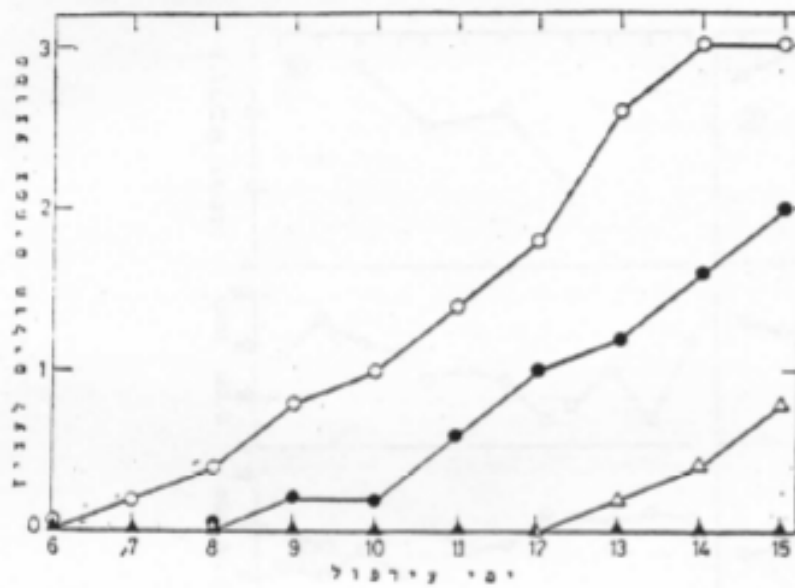
שיטות וחמרים

1. שיטת זריקה רשתילה, אגרוטניקה, הדבקה מלאכותית, הבנת אינקולום להדבקה מלאכותית, תא ערפל, הערכת נגיעות, חיפוי זרעים וספירת חידקים — תוארו במאמרים קודמים (3, 5, 6).

2. בדיקת pH של פירות עגבניה. הפירות קולפו, והפירות והקליפות נטחנו בנפרד במרסק בתוך מים מזוקקים. התערובת סוננה דרך נייר סינון, ונמדד ה-pH בתמיסות שנתקבלו.

תוצאות ומסקנות

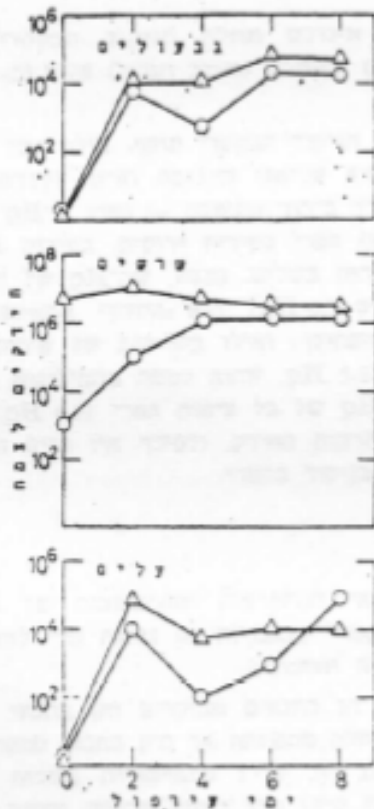
1. תפוצת מחלת הניקוד הבקטרי בישראל. מסקר שנערך בין השנים 1975—1979 הוברר, שמחלה זו התפשטה כמעט לכל שטחי העגבניות בישראל: מעמק החולה דרך מישור החוף והעמקים, בקעת הירדן, יהודה ושומרון, צפון הנגב ועד תבל ימת. התקיפות חלו הן בשדה הפתוח והן במנהרות נמרי-קות וגבוהות ובבתי-צמחה. השפעת שינוי תנאי לחות על המחלה. בתנאים



דיאגרמה 1. תפוצת מחלה כתלות בזמן, בצמחים שאולחו בריכוזים שונים של פ' טומטו. ○ 1x10⁴ חרקים/מ"ל; ● 1x10⁴ חרקים/מ"ל; △ 1x10¹ חרקים/מ"ל; היקף.

הזן הגורם המביא לידי השלמת התבססות המחלה. במאי, כאשר גם הלחות מועטה וגם הטמפרטורה

נספרו חלקים מתמישה צמחים שנלקחו באקראי. התפתחות אוכלוסיית הפתוגן והספרוסיטים בחלקי צמחי העגבניה כתלות בזמן העירפול — מסוכמת בדיאגרמה 2.

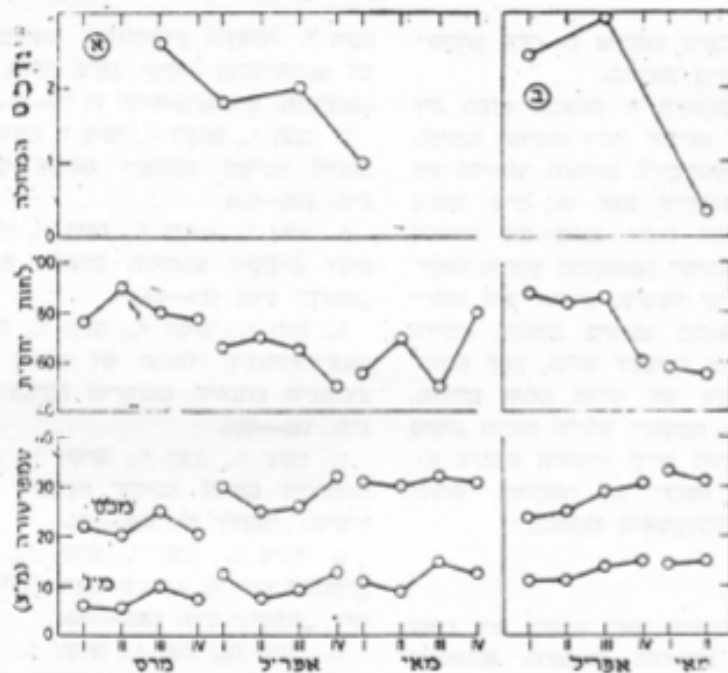


דיאגרמה 2. התפתחות אוכלוסיות של פ' טומטו ופסאודומונס ספרופיטים בחלקי צמחי עגבניה, כתלות בזמן העירפול. △ פסאודומונס ספרופיטים. ○ פסאודומונס טומטו.

נמצא, כי בהעדר מים חפשיים — נמצאות אוכלויות כל החיידקים בגבעולים ובעלוה למטה מסף הגילוי, אולם ניתנות לגילוי במערכת השרשים. מיום העירפול השני חלה התעצמות באוכלוסיית הפתוגן, ואוכלוסייתו בעלים מתרבה בהדרגה.

5. תלות ההדבקה במחלת הניקוד הבקטרי — במספר שרדתי יום ולילה ממוקרת. צמחי עגבניה מהזן VF 198, בעלי 7 עלים, הודבקו במחלת הניקוד הבקטרי. בתום האילוח הועברו הצמחים (5 צמחים לטיפול) בתוך תאים לחים לסמפרטורות יום/לילה קבועות: 17/21, 13/17, 21/21, 27/32 מ"צ למשך 10 ימים. בתום התקופה הוערכה הנגיעות. הוברר, שהדבקה מרובה חלה בשילוב הטמפרטורות 17/21, 21/27 — בשילוב 21/27, ולא נמצאה הדבקה בטמפרטורות נמוכות או גבוהות יותר.

6. תלות התפתחות מחלת הניקוד הבקטרי בשדה — בתנאי האקלים שבו נדלות הקטבניות למאכל באביב. נתוני הטמפרטורה והלחות בחדשים מרס—מאי 1979 באזור סנדלה (מזרח עמק יזרעאל) נבחנו בהשוואה לאינדקס המחלה בהיקשים הבלתי מסופלים של הניסויים השונים באותו אזור. נתונים אלו מובאים בדיאגרמה 3 א'. מניתוח נתוני האקלים הוברר, שקיימת התאמה טובה בין ערכים גבוהים של אינדקס המחלה לבין טמפרטורות נמוכות בשילוב עם לחות מרובה, ולהיפך. במרס, הן הלחות והן הטמפרטורה אופטימליות להתפתחות מחלה, ואילו באפריל הלחות היחסית לעתים פחותה מדי אולם הטמפרטורות הן בתחום הגוף. השקיות הניתנות בהמסרה מעל הגוף — יוצרות בתוך הגוף הסבוך מיקרואקלים לת,



דיאגרמה 3. טמפרטורה ולחות יחסית והשפעתן על אינדקס מחלת הניקוד הבקטרי בענבניות למאכל ולתעשייה בסנדלה (עמק-יזרעאל) 1979 (א) ובתמרה (מערב הגליל) 1978 (ב).

אין מחולל הניקוד הבקטרי תוקף, אולם בכל מקרה, הנגיעות היא על-פני הקליפה ואינה חודרת לתוך הפרי. לצורך בירור התופעה — נמדד ה-pH בקליפה ובציפה הפרי בפירות ירוקים, בפירות בנקודת ספנה ובפירות בשלים. נמצא, שה-pH של הקליפה בפרי הירוק (pH 6.3) הוא; היחיד המאפשר את התפתחות הפתוגן; ואילו בקליפות של פירות בשלים נמצא pH 5.2, שהוא למטה מהמינימום הנאות לחידק. ה-pH של כל ציפות הפרי (pH 4.5) אינו מתאים להתרבות החידק, ולפיכך אין פנים הפירות נפגע כלל בניקוד בקטרי.

ד י ן

הבנת תנאי ההתפרצות וההתפשטות של מחולל הניקוד הבקטרי בענבניות — נותנת כלי להדברתו בצורה יעילה וחסכונית.

מיניסויים, הן בתנאים מבוקרים והן בתנאי שדה, הוברר שהמחלה מתפתחת אך ורק בתנאי טמפרטורה ולחות נוחים לה, קרי: טמפרטורות נמוכות מ-25°C ומיץ וגבוהות מ-13°C מיץ ולחות מרובה, כאשר למים חפשיים — הן מעירפיל מלאכותי והן מהמטרה ומלחות בשדה — חשיבות ראשונה במעלה. בפרק זמן של יובש על-פני העלים — רמת אוכלוסיות הפתוגן יורדת במידה ניכרת; אולם עם התחזרה לתנאים הנוחים לו — חלה התפרצות חדשה של המחלה. לאוכלוסיה ההתחלתית של הפתוגן — חשי

ביום מתקרבת לערכים גבוליים להתפתחות החידק (מעל 30°C) — חלה פחיתה ניכרת בהתבסאות המחלה בשדה.

7. התפתחות מחלת הניקוד הבקטרי בענבניות לתעשייה מאביב-קיץ. באפריל 1978 הובחנה נגיעות קשה (אינדקס 3) בשדה ענבניות לתעשייה מהזן ב'134 VF בתמרה שבמערב הגליל, שהושקה בהמשך טרה מעל הנוף. בחלקה שכנה, שהושקה בטפטוף, הייתה הנגיעות קלה (פחות מאינדקס 1). מדידת טמפרטורה ולחות יחסית והערכת נגיעות — נעשו ב-10 קטעים באורך 10 מ' כל אחד, שסומנו הן בחלקה הנגיעה קשה והן בחלקה הנגיעה קל, והתוצאות מובאות בדיאגרמה 3. עם עליית הטמפרטורות ופחיתת הלחות — התפתחה עלווה נקייה בכל השטחים, כולל השטח הנגיעה קשה, ונשארה ללא שינוי עד חום הגידול. ב-5.7.78 נשקל יבול הקטעים, והוברר שחיבול בחלק הנגיעה קל היה 6.840 טונות/דונם, ובחלק הנגיעה קשה — 6.360 טונות/דונם; ההפרש אינו מובהק מבחינה סטטיסטית. נוכח כל הנתונים שנתקבלו אפשר להסיק, שבזנים לתעשייה, בפרט בהללו שהם עתירי יבול ומסוגלים לפתח נוף גדול — חל פיצוי על הנוק הראשוני שנגרם, ותנאי תחילת הקיץ אינם מאפשרים את התפתחות המחלה. מכאן, שבמזרעי סוף האביב — ערכה הכלכלי פחות.

8. תלות נגיעות הפרי בדיפת הבשלת הפירות. הובחן, שפירות בשלים — בניגוד לפירות ירוקים —

- הניס י. (1979): פיטולוגיה, אפידמיולוגיה והדברה של פסאודומונס טומטו, גורם מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניות. פיטופרסיטיקה 7: 47—48.
2. בשן י., אוקון י., הניס י. (1978): איך משתמר מחולל הניקוד הבקטרי מעונה לעונה? „השדה” ג”ח: 863—865.
3. בשן י., אוקון י., הניס י., דינור ע. (1977): כיצד נדבקות עגבניות במחלת הניקוד הבקטרי? „השדה” ג”ח: 437—444.
4. בשן י., אוקון י., הניס י., דינור ע. (1978): האפידמיולוגיה והאופי של מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניה בתנאים מבוקרים ובתנאי שדה. „השדה” ג”ח: 657—659.
5. דבש י., בשן י., אוקון י., הניס י. (1979): הישרדות מחולל הניקוד הבקטרי בקרקע ועל-פני זרעים. „השדה” ס’: 597—601.
6. יוניס ה., בשן י., אוקון י., הניס י. (1979): „רחובות 13” זו עגבניה עמיד למחלת הניקוד הבקטרי. „השדה” ג”ח: 2483—2487.
7. יוניס ה., בשן י., אוקון י., הניס י. (1979): מחלת הניקוד הבקטרי בעגבניות — נזקים והדברה כימית. „השדה” ס’:
8. Bashan, Y., Okon, Y., & Henis, Y. (1978). *Phytoparasitica* 6: 135—143.
9. Okon, Y., Bashan, Y., & Henis, Y. (1978). *Proceedings of the forth International Conference on Plant Pathogenic Bacteria*. Angers: 699—702.

מת משנית, שכן בתנאים נאותים לו חלה התפשטות גמרצת אף ממוקדים ספורים.

לראשונה נמצאה בעבודה זו התאמה טובה בין תנאי האקלים בשטחי הגידול לבין אינדקס המחלה המתפתחת. כאשר הטמפרטורה והלחות עוברות את סף ההתפתחות (טמפרטורה מעל 30 מ”צ ולחות יחסית מועטה) — חל דיכוי בולט של המחלה בשדה, ורוב העלווה החדשה המתפתחת פטורה לחלוטין מהמחלה. לסיכך זני תעשייה, בייחוד אלו הנזרעים בסוף האביב, אמנם נפגעים במחלה במידה מועטה — אך מסוגלים להתגבר עליה, דבר הנורד רמת יבולים דומה לזו של שדות בלתי נזועים. מכאן, שמחלת הניקוד הבקטרי עלולה לגרום נזקים ניכרים בעיקר בעגבניות חורף וראשית האביב (8), בשל משך החשיפה הארוך של הצמחים לפתוגן בתנאים שהם נוחים להתפשטות המחלה.

הבעת תודה

תודתנו נתונה לחקלאים אמין עומרי, מוזי דיאב העבול ראוף דיאב מסנדלה ומתמרה, שהעמידו לרשותנו את שדותיהם, וסייעו רבות בעבודות השדה היום-יומיות; להנהלת שה”מ — משרד החקלאות, שאיפשרה ומימנה חלק ממחקר זה; כמו כן נתמך המחקר, חלקית, ממענק מס’ 823/026 של הקרן למינהל המחקר החקלאי, משרד החקלאות.

ספרות

1. אוקון י., יוניס ה., דבש י., גוק ב., בשן י.

EPIDEMIOLOGY OF BACTERIAL SPECK OF TOMATO (*PSEUDOMONAS TOMATO*) UNDER CONTROLLED AND FIELD CONDITIONS

Y. Okon, Y. Bashan, H. Yunis, Y. Devash, B. Goc, Y. Henis*

A positive relation between environmental conditions and development of bacterial speck of tomato was found in plants growing under controlled or field conditions. The disease spread at temperatures below 25°C and above 13°C at high humidities and with free water on the leaves, whereas under hot and dry conditions the disease was arrested. Red, mature fruits were not infected by the pathogen, because their pH was lower than the minimum required for the growth of *Pseudomonas tomato*.

* Dept. Plant Pathology and Microbiology, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel.