

# דוררת גזע 2 בעגבניה

לאה צרור, אבי נחמיאס, תחנת ניסויים גילת  
נואל קין, אוניברסיטת קליפורניה, רינסייד, ארה"ב\*

ב. הדבקת צמחים. צמחי עגבניה הוצאו ממצע הגידול שבדפוס, מערכת השרשים נשטפה במים, ולאחר מכן הועברו הצמחונים להדבקה באמצעות טבילתם בתרחיף נבגים בריכוז של  $5 \times 10^5$  במ"ל למשך שעה. תרחיף הנבגים התקבל על-ידי גידול הפטרייה במצע נוזלי Czapek Dox Broth מתוצרת Difco, באמבט מיטלטל ב-27 מ"צ למשך חמישה עד שבעה ימים.

## 4 קביעת פרמטרים של מחלת הדוררת

א. הערכת סימני המחלה. זו נעשתה חזותית, בסולם 0 עד 4: 0 = אין סימנים; 1 = עלים כלורוטיים; 2 = עלים כלורוטיים ונקרוטיים; 3 = עלים נבולים, כלורוטיים ונקרוטיים בעצמה רכה; 4 = צמחים מתים.

ב. אנאליזה כמותית של הפטרייה ו' דהליא בצמחים. קטעים באורך כדי ס"מ אחד נלקחו מהמפרק הרביעי בגבעול, חוטאו חיצונית בתמיסת NaOCl 1% במשך 5 דקות ונשטפו במים מעוקרים. הקטעים הורחפו ב-10 מ"ל מים מעוקרים במכונה ורוסקו ב-Ultrathurax blender במהירות של 500 סל"ד במשך דקה אחת בטמפרטורה של 5 מ"צ. מדגמים של 0.1 מ"ל ממיהולים עשורוניים סדרתיים נזרעו בשתי חזרות על מצע מזון SA, ולאחר תקופת אינקובציה של 10 ימים ב-27 מ"צ נספרו מושבות הפטרייה.

## תוצאות

מידת הרגישות לתבדידים שונים של הפטרייה ו' דהליא מהגזעים 1 ו-2 נבדקה בעגבניות מהקווים הקרובים רומא F (RF) ורומא VF (RVF), הנבדלים זה מזה רק בנוכחות הגן Ve, ובזנים המסחריים חוסן-אילון ו-VF-134. הזנים RVF ו-VF-134 עמידים לגזע 1 של הפטרייה.

טבלה 1. רמת מחלת הדוררת בזני עגבניות מודבקים בגזעים 1 ו-2 של ו' דהליא על-ידי טבילת שרשים<sup>1</sup>. בסוגריים — הדרגה.

סימני מחלת הדוררת <sup>1</sup> ורמת הפטרייה (CFU/cm) <sup>2</sup>				זן / קו
תבדידי גזע 2		תבדידי גזע 1		
50A	רוחמה 2	20A	ATR-13	
3.1×10 <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>4</sup>	4.7×10 <sup>2</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>	רומא-F
(2)	(3)	(2)	(3)	
6.3×10 <sup>3</sup>	8.1×10 <sup>3</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	5.7×10 <sup>3</sup>	חוסן-אילון
(3)	(3)	(3)	(3)	
4.9×10 <sup>3</sup>	7.5×10 <sup>3</sup>	2.4×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	רומא-VF
(2)	(2.5)	(0)	(0)	
9.4×10 <sup>3</sup>	4.1×10 <sup>3</sup>	3.1×10 <sup>3</sup>	2.0×10 <sup>3</sup>	VF-134
(2)	(2)	(0)	(0.5)	

<sup>1</sup> שתילי עגבניה בגיל 4 עלים אמיתיים נטבלו בתרחיף נבגי ו' דהליא בריכוז  $5 \times 10^5$  נבגים/מ"ל למשך שעה.

<sup>2</sup> סימני המחלה הוערכו ויזואלית: 0 = אין כל סימן; 1 = עלים כלורוטיים; 2 = עלים כלורוטיים ונקרוטיים; 3 = עלים נבולים, כלורוטיים ונקרוטיים בעצמה רכה.

<sup>3</sup> מספר היחידות היוצרות מושבה (CFU) נקבע על-ידי ריסוק קטעים באורך ס"מ אחד מהמפרק הרביעי של הצמח.

הערכת רמת סימני המחלה ורמת הפטרייה נעשתה 29 ימים לאחר ההדבקה.

הגן Ve שהועבר לרוב הזנים המסחריים של העגבניה מקנה עמידות למחלת הדוררת שמחולל גזע 1 של הפטרייה. בארה"ב קיים גם גזע 2 של הפטרייה, והוא מהווה בעיה קשה באזורים מסוימים, שכן הגן Ve אינו מקנה הגנה מפני גזע זה. בעבודה זו נמצא, שצמחי עגבניה עמידים לגזע 1 של הפטרייה — רגישים לגזע 2. התופעה התקבלה הן בהדבקה בטבילת שרשים בנבגי הפטרייה והן בהדבקה באדמה מאולחת בקשיונות הפטרייה, בדומה יותר להדבקה הטבעית.

הרעלן שמייצר גזע 2 של הפטרייה שונה מזה של גזע 1 בהרכב חומצות-האמינו, וצמחים רגישים חסרי הגן Ve היו רגיי-שים לרעלן של גזע 1 יותר מצמחים עמידים שהכילו את הגן. תוצאות אלה מצביעות על כך, שיתכן שהגן Ve המקנה עמידות לגזע 1 פועל באמצעות עמידות מפני השפעות הרעלן. זני עגב-ניה עמידים לגזע 1 של הפטרייה אינם חסונים בפני גזע 2 שלה, ויש צורך בעירנות ומעקב למניעת חדירה או התפשטות של גזע 2 לארץ.

## מבוא

מחלת הדוררת, שמחוללת הפטרייה *Verticillium dahliae*, מהווה גורם מגביל בגידול עגבניות באזורים מסוימים בארה"ב, ואבדני היבול בזנים רגישים עלולים להגיע ל-30% — 70%. גם בארץ היוותה מחלת הדוררת בעיה קשה בגידול עגבניות עד לפני שנים אחדות. הפתרון המיטבי הוא שימוש בזנים עמידים. ב-1951 הוגדר בעגבניה גן יחיד ודומיננטי (Ve), המקנה עמידות לדוררת *V. albo-atrum* ו-*V. dahliae* (מגזע 1). גן זה, מקורו בקו עמיד מפרו. כיום, רוב הזנים המסחריים של העגבניות בארץ ובארה"ב מכילים את הגן המקנה עמידות לדוררת. הבסיס הגנטי של עמידות העגבניה וצמחים אחרים למחלת הדוררת אינו ברור. ב-1957 תואר לראשונה גזע 2 של *V. dahliae* הפוגע גם בעגבניות המכילות את הגן Ve. הבעיה רצינית בייחוד בקליפורניה ובקרוליינה הצפונית. בארץ, לשמחתנו, עדיין לא נמצא תבדיד מגזע 2; אולם יש צורך לגלות עירנות מרבית, בייחוד מכיון שלאחרונה אובחנה מחלת הדוררת במספר מקרים.

בעבודה זו מדווח על ניסויים בתנאים מבוקרים, שבהם נבדקה פעילות הפטרייה מגזע 2 על צמחי עגבניה מזנים מסחריים ומקווים הנבדלים רק בתכונת העמידות.

## שיטות וחומרים

### 1 זני עגבניה

VF-134 ורומא VF — עמידים למחלת הדוררת שמחולל גזע 1 של הפטרייה; חוסן-אילון ורומא F — רגישים למחלת הדוררת.

### 2 תבדידי הפטרייה *Verticillium dahliae*

גזע 1 — ATR-13; 20A; דביר 1.

גזע 2 — 50A; רוחמה 2; דביר 2.

### 3 הדבקה בפטרייה

א. אילוח האדמה. מצע PDA, המכיל קשיונות של הפטרייה, רוסק במערבבל ועורבב באדמת חול, כשרמת האילוח היתה 75 קשיונות בגרם קרקע.

\* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1990, מס' 2278.

טבלה 2. רמת מחלת הדוררת בזני עגבניות מודבקים בגזעים 1 ו-2 של ו' דהליא באמצעות אדמה מאולחת בקשיונות<sup>1</sup>.

זן	סימני מחלת הדוררת <sup>2</sup> ורמת הפטרייה (CFU/cm)	
	תבדידי דביר 1 (גזע 1)	תבדידי דביר 2 (גזע 2)
רומא-F	$2 \times 10^2$ (2.5)	$0.1 \times 10^2$ (2)
חוסן-אילון	$1.7 \times 10^2$ (3)	$0.9 \times 10^2$ (3)
רומא-VF	$0.4 \times 10^2$ (0)	$1.4 \times 10^2$ (2)
VF-134	$0.8 \times 10^2$ (0)	$3.4 \times 10^2$ (3)

<sup>1</sup> עגבניות נזרעו בתערובת כבול ואדמה מאולחת בקשיונות של הפטרייה (75 בגרם קרקע).

<sup>2</sup> י. ראה בטבלה 1.

הערכת רמת המחלה נעשתה כ-50 יום לאחר הזרעה.

כפי שניתן לראות בטבלה 1, גזע 1 של הפטרייה גרם סימני מחלה רק בזנים הרגישים RF וחוסן-אילון, ולא בזנים העמידים. לעומת זאת, גזע 2 של הפטרייה גרם הופעת סימני מחלה גם בזנים העמידים. למרות חוסר סימני מחלה בזנים העמידים, רמת הפטרייה מגזע 1 בהם היתה דומה לזו שהתקבלה בזנים הרגישים (טבלה 1). בהדבקה בקש-יונות התקבלו תוצאות דומות, כפי שאפשר לראות בטבלה 2. תוצאות אלה חזרו גם כשנבגי הפטרייה הוזרקו ישירות לעלים (תוצאות אינן מובאות). מכאן ניתן ללמוד, שהגן Ve אינו מקנה הגנה מפני חדירת הפטרייה או התבססותה בצמח, אבל רמת הנזק פחותה.

## דיון

תופעת העמידות למחלת הדוררת הובחנה במספר גידולים, כגון אספסת ומנתה, אולם הוגדרה גנטית רק בעגבניה ובכותנה. בכותנה נמצאו שני גנים דומיננטיים, ובעגבניה — גן בודד דומיננטי Ve, המקנה עמידות לו' דהליא מגזע 1. הגן Ve אינו מקנה עמידות לגזע 2 של הפטרייה. הבסיס הפיסיולוגי לעמידות למחלת הדוררת אינו ברור בכל המקרים.

כדי לברר, אם תופעת העמידות לדוררת בעגבניה קשורה רק בגן Ve — נבדקה פעילות הפטרייה בקווים קרובים של עגבניה, הנבדלים זה מזה רק בנוכחות הגן (רומא VF המכיל את הגן ורומא F החסר אותו). יתר על כן: התגובה לפטרייה נבדקה גם בזנים מסחריים שלא נבדקו עד כה (חוסן-אילון הרגיש ו-134 VF העמיד). נמצא כי הגזעים 1 ו-2 של ו' דהליא מראים פאתוגניות דיפרנציאלית בקווים הקרובים ובזנים שנבחנו, אף שלא נמצאו הפרשים מובהקים ברמת ההתבססות (CFU) של הפטרייה בצמחים העמידים לעומת הרגישים. ראוי לציין כי בעבודתנו נעשתה, בנוסף להדבקה בתרחיף נבגים (טבלה 1), גם הדבקה בקשיונות הדומה להדבקה הטבעית (טבלה 2).

תוצאות אלו מאשרות את ממצאיהם של Shoemaker ו-Bender שעבדו בזנים מסחריים שונים, וששיטת ההדבקה שנקטו היתה רק טבילת שרשים בתרחיף נבגים. גזע 1 של הפטרייה חודר לצמחים עמידים המכילים את הגן ומתבסס בהם, אמנם ללא סימני מחלה. מכאן ניתן להניח, שהגן Ve אינו משפיע על מידת התרבות הפטרייה בעגבניה, אלא גורם את הגבלת הנזק המתבטא בסימפטומים האפייניים. בהמשך עבודה זו נמצא, שהרעלן שמייצר גזע 2 שונה מזה של גזע 1 בהרכב חומצות-האמינו, ושצמחים חסרי הגן Ve היו רגישים

## VERTICILLIUM DAHLIAE RACE 2 ON TOMATO

Leah Tsrur, Avi Nachmias<sup>1</sup> and Noel Keen<sup>2</sup>

Resistance to *Verticillium* wilt in tomato is conferred by a single dominant gene (Ve), which is carried by most commercial tomato cultivars world wide. *Verticillium* race 2, which is pathogenic to tomato cultivars possessing the Ve gene, appeared in several states in the U.S.A. and caused severe yield losses. In the present study we demonstrated that race 2 isolates of *V. dahliae* cause severe symptoms on tomato plants carrying the Ve gene for Verticillium resistance, whereas race 1 isolates cause little or no damage. These results were obtained by artificial root dip inoculation as well as in natural inoculation using microsclerotia. Toxins produced by the two races were found to differ in amino acid composition and toxicity to tomato. This indicates that the Ve gene may function by conferring tolerance to the phytotoxin of race 1.

<sup>1</sup> Gilat Exp. Station, Agricultural Research Organization.

<sup>2</sup> University of California, Riverside, Ca. U.S.A.

## דוררת גזע 2 בעגבניה

(המשך מעמוד קודם)

לרעלן של גזע 1 יותר מצמחים עמידים שהכילו את הגן (תוצאות אינן מוצגות). יתכן שהעמידות לגזע 1 של ו' דהליא שמקנה הגן Ve היא לא רק באמצעות עמידות לרעלן של גזע 1, כי אם גם על-ידי מנגנונים אחרים שדווח עליהם בספרות, כגון יצירת טילויות ופיטואלקסינים המוגברת בזנים העמידים בהשוואה לרגישים.

### ספרות

1. Bell, A.A. and Mace, M.E. (1981). In: Fungal Wilt Diseases of Plants. Academic Press, New York: 431—486.
2. Bender, C.G. and Shoemaker, P.B. (1984). Pl. Dis. 68: 305—309.
3. Schaible, L. Cannon, O.S. and Waddoups, V. (1951). *Phytopathology* 41: 986—990.