

# מחלת הדוררת בפפריקה נגרמת על ידי תבדיד אלים

שבודד מפפריקה היה שונה מורפולוגית מתבדיד שמקורו מתפוא"ד נגוע בדוררת. אמנם קצב גידולו היה איטי יותר, אולם היווצרות הקשיונות בו היתה מוקדמת יותר. במבחני פתוגניות נמצא, כי תבדיד שמקורו בפפריקה אלים יותר בהשוואה לתבדיד שמקורו בתפוא"ד.

חומרת סימני המחלה בשלושה זני פפריקה היתה בין 3.7 ל-4.9 בסולם של 0-5. התבדיד אף גרם לננסות בכל הזנים, וגובה הצמחים הופחת

## תקציר

לאחרונה נתגלו נבילות, ננסות ותמותה מוקדמת של צמחי פפריקה בקבוץ להב בצפון הנגב, שגרמו לפחיתה ביבול בשיעור של 22% (חומר יבש). נמצא כי המחלה נגרמה על ידי הפטרייה ורטיציליום דליה. תבדיד הפטרייה

\* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ב' 1997, מס' 3090.

**לאה צרור (לחכים),  
מרינה חזנובסקי,  
אורלי ארליך,**  
פתולוגיה של צמחים,  
תחנת ניסויים גילת\*

טבלה 1: שיעור המחלה וחומרתה בצמחי פפריקה מודבקים בשני תבדידי ורטיציליום

זן	תבדיד ורטיציליום	שיעור נגיעות (%) וחומרת המחלה (0-5) ימים לאחר הדבקה				
		8	20	26	30	49
שלהבת	Vds	0	80	85	90	90
		א(0)	א(0.25)	א(2.3)	א(3.4)	א(3.7)
	Vdp	0	0	0	0	0
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)
להבה	ביקורת	0	0	0	0	0
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)
	Vds	0	80	100	100	100
		(0)	א(1.5)	א(2.9)	א(3.5)	א(4.6)
אדמוני	Vdp	0	0	0	0	0
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0.7)
	ביקורת	0	0	0	0	0
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)
	Vds	0	75	80	95	95
		(0)	א(1.0)	א(1.0)	א(3.0)	א(4.9)
	Vdp	0	0	0	0	3
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0.3)
	ביקורת	0	0	0	0	0
		ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)	ב(0)

אותיות שונות בעמודות מצביעות על הבדלים מובהקים ברמה של  $P=0.05$ , במבחן דנקן.

בשיעור של 43% עד 62%. רמת אכלוס הפטרייה בגבעולי צמחים שהודבקו בתבדיד הפפריקה הייתה גדולה פי 35 מאשר בעלים. לעומת זאת, תבדיד ורטיציליום שמקורו בתפוא"ד לא גרם כלל לסימני מחלה ולא היה ניתן לגלותו בגבעולים או בעלים. תבדיד הפפריקה היה אלים יותר גם בהדבקות של צמחי תפוא"ד וחציל, וגרם לשיעור גדול יותר של מחלה, לסימני מחלה חמורים ולרמת אכלוס גבוהה יותר ברקמות הצמחיות.

## מבוא

גידול הפפריקה (*Capsicum annuum* L.) המתרכז באזור הנגב התרחב בשנים האחרונות פי 100 והוא מגיע כיום לכ-4000 דונם (שני שלישים מכלל הייצור בישראל). בארץ, פפריקה לא נחשבה כרגישה לדוררת, ולכן היה נהוג לגדלה במחזור עם תפוא"ד, למרות הנגיעות הידועה בפטרייה שוכנת הקרקע ורטיציליום דליה בחלק ניכר מחלקות הגידול (Krikun & Orion, 1979; Nachmias & Krikun, 1985).

לאחרונה נמצאו בצמחי פפריקה מהזן אדמוני שגודלו בלהב סימני נבילה והתמוטטות הצמח בשלב הסופי של הגידול, ממש לפני האסיף. כתוצאה מכך נגרמה פחיתה ביבול בשיעור של 22% (הפחתה של 150 ק"ג/ד' חומר יבש). בצמחים שהתייבשו הופיעו על גבי השורשים

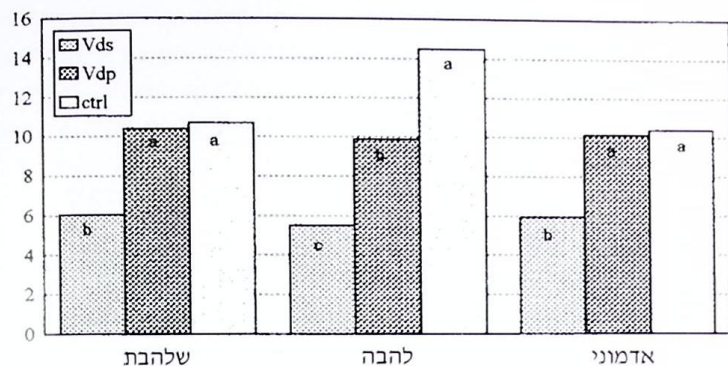
## גידולי שדה

ובבסיס הגבעול צברים אופייניים של קשיונות דוררת. המחלה הופיעה בשדה בצורת כתמים רחבים של 10 עד 50 דונם. בעבר, דווח פעם אחת בלבד על נגיעות בדוררת בפלפל ירוק בארץ (Krikun et al., 1982). דיווחים מאזורים אחרים בעולם מצביעים על כך שתבדידי ורטיציליום מפפריקה נבדלים מתבדידים מפונדקאים אחרים בחומרת סימני המחלה, הנבילה והננסות הנגרמים בצמחים שונים (Evans and McKeen, 1975; Nakayama, 1960; Snyder and Rudolph, 1939). מטרת המחקר הנוכחי היתה להגדיר את גורם הנבילה וההתמוטטות של צמחי הפפריקה, ולבדוק את הפתוגניות שלו בפפריקה ובפונדקאים נוספים.

### שיטות וחומרים

**חומר צמחי.** זרעי פפריקה חוטאו בהיפוכלורית הנתרן וגודלו במצע גידול מעוקר (כבול, פרלייט

דיאגרמה 1. השפעת תבדידי ורטיציליום מפפריקה (Vds) ומתפוא"ד (Vdp) על גובה צמחי פפריקה, 30 ימים לאחר הדבקה. אותיות שונות בעמודות מצביעות על הבדלים מובהקים ברמה של  $P = 0.05$ , במבחן דנקן.



וורמיקוליט) כ-3 שבועות (עד להופעת 3 עלים אמיתיים). שלושה זנים נבחנו - שלהבת, להבה ואדמוני. צמחי חציל מהזן מלכה שחורה גודלו באופן דומה. צמחי תפוא"ד מהזן ניקולא גודלו מנבטים שנלקחו מפקעות זריעה, שחוטאו בהיפוכלורית הנתרן (עד 3 עלים אמיתיים). **חומר פטרייתי.** שני תבדידים של ורטיציליום שימשו לניסויים: האחד מקורו בצמח פפריקה נגוע מקיבוץ להב ( $V_{ds}$ ), והשני בודד מצמחי תפוא"ד נגועים שגודלו בתחנת ניסויים גילת ( $V_{dp}$ ). הפטריות בודדו ממקטעי גבעול (5 מ"מ), שחוטאו והונחו על מצע מזון PDA.

**מורפולוגיה של תבדידי ורטיציליום:** דיסקיות אגר שהכילו תפטיר נלקחו מתרבית בת 4 ימים ונזרעו על מצע PDA. הצלחות הודגרו בחושך ב-27 מ"צ, וגידול המושבה נמדד במשך שבועיים. הופעת קשיונות ופיזורם במושבה והופעת תפטיר אווירני נרשמו אף הם. מכל תבדיד נזרעו 16 חזרות.

**הדבקות צמחים.** תבדידי הפטריה גודלו במשך 3-4 ימים במצע נוזלי PDB בטלטול מתמשך, בטמפרטורה של 27 מ"צ. תרחיף הנבגים סונן דרך 4 שכבות של גאזה. ריכוז הנבגים ששימש להדבקה נקבע בהמוציטומטר והיה  $CFU\ 2-6 \times 10^6$  במ"ל. צמחי פפריקה, תפוא"ד וחציל הודבקו על ידי טבילת שורשים בתרחיף הנבגים למשך 20 דקות. צמחים מודבקים וצמחי ביקורת שנטבלו במים הועברו לעציצים שהכילו תערובת מעוקרת של כבול, ורמיקוליט וחול, וגודלו בחדר גידול בטמפרטורה של 22-25 מ"צ, 12 שעות אור ( $7000\ lux$ ).

## הערכת המחלה

**מידת החומרה.** סימני המחלה הוערכו בסולם של 0 עד 5: 0 = צמח בריא; 1 = הצהבות בעלים תחתונים; 2 = נבילה מתונה וכלורוזה; 3 = נבילה מתונה ונקרוזה; 4 = נבילה חמורה ונקרוזה; 5 = צמח מת. **שיעור המחלה.** נספרו צמחים נגועים שנראו בהם סימני מחלה, ושיעור הנגיעות חושב מכלל הצמחים המודבקים.

**אכלוס הפטריה ברקמות הצמחיות.** אחוז המקטעים הנגועים שהונחו על גבי מצע מזון PDA חושב מתוך 8-12 מקטעים מכל צמח. רמת הפטריה ( $g/CFU$ ) נקבעה על ידי ריסוק 10-12 מקטעים מכל צמח, כל אחד באורך של 20 מ"מ או 8 דיסקיות עלים (עלה רביעי מקדקוד הצימח) בקוטר 50 מ"מ. הריסוק, במים מעוקרים, נעשה בבלנדר מסוג Ultraturrax, למשך 60-90 שניות, ב-4 מ"צ. דגימות של 0.1 מ"ל ממיהולים עשורניים של הרסק נזרעו על PDA בתוספת 100 ח"מ סטרפטומיצין. צלחות הפטרי הודגרו למספר ימים ב-27 מ"צ (Tsrer (Lahkim) & Nachmias, 1995). **ניתוח סטטיסטי.** ניתוח סטטיסטי נערך במבחן דנקן (Duncan's Multiple Range Test) ברמת מובהקות של  $P=0.05$ .

## תוצאות

**השוואת קצב הגידול על מצע מזון - של תבדידי ורטיציליום מפפריקה ותפוא"ד**

קצב הגידול של תבדידי ורטיציליום שמקורם בתפוא"ד ( $V_{dp}$ ) ביום השלישי וביום ה-11 היה מהיר במובהק (פי 1.17 ו-1.47, בהתאמה) מאשר קצב גידול התבדיד שמקורו בפפריקה ( $V_{ds}$ ). אף שגידול  $V_{ds}$  היה איטי, קשיונות הופיעו במושבות בצורה אחידה 8 ימים מהזריעה. לעומת זאת, קשיונות של  $V_{dp}$  הופיעו רק לאחר 13 ימים והתרכזו בקצות המושבות. גידול מושבות  $V_{ds}$  היה מוגבל, והיה בו מעט תפטיר אווירני.



ל-95% ו-80% בהדבקות ב-Vds וב-Vdp, בהתאמה.

שיעור מקטעי הגבעול הנגועים היה גדול יותר בצמחים שהודבקו ב-Vds (71.9%) לעומת צמחים שהודבקו ב-Vdp (34%).

### פתוגניות של תבדידי ורטיציליום בצמחי חציל

השפעת תבדידי ורטיציליום על סימני מחלה בכל צמחי החציל שהודבקו בתבדידים נראו סימני מחלה 17 ימים לאחר ההדבקה (טבלה 3), אולם Vds היה אלים יותר מאשר Vdp. סימני מחלה הופיעו כבר 8 ימים לאחר ההדבקה, ב-41.7% מהצמחים שהודבקו ב-Vds ורק ב-8.3% מהצמחים שהודבקו ב-Vdp. עוצמת הנגיעות היתה אף היא רבה יותר בצמחים שהודבקו ב-Vds, מאשר באלה שהודבקו ב-Vdp (2.67 ו-2.33, בהתאמה). בצמחי הביקורת לא נראו כל סימנים.

ננסות בצמחים שהודבקו בשני התבדידים נראתה עשרים ימים מההדבקה (תוצאות לא מוצגות).

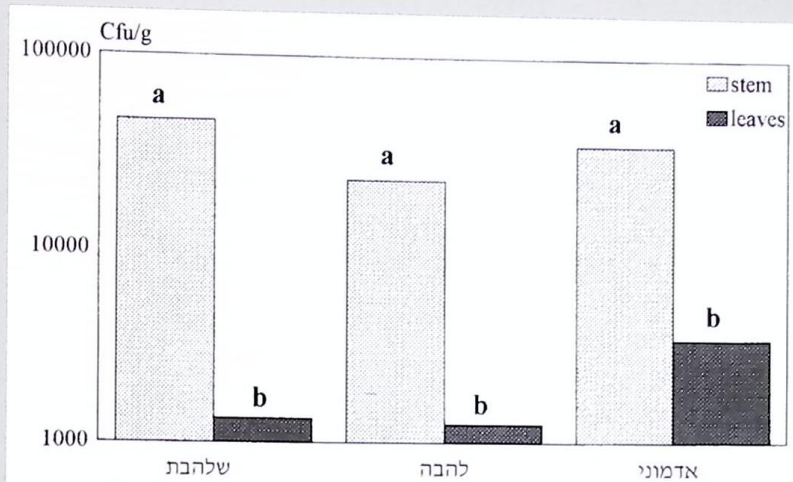
### רמת הפטרייה בצמחי חציל מודבקים

רמת הפטרייה בבסיס גבעולי חציל שהודבקו ב-Vds היתה גבוהה במובהק מאשר בצמחים שהודבקו ב-Vdp (טבלה 3). אולם באמירי הגבעולים ובעלים היתה רמת הפטרייה דומה בשני התבדידים (תוצאות לא מוצגות).

### דיון

אף על פי שגידול פפריקה בחלקות נגועות בדוררת בנגב נמשך מזה כ-15 שנים, תופעת נבילה ותמותה מוקדמת של צמחים נראתה לראשונה ב-1995. מהצמחים הנגועים בודדה הפטרייה ורטיציליום דליה. התבדיד שונה מורפולוגית מתבדידי ורטיציליום מתפוא"ד וגם מידת האלימות שלו לפפריקה ולפונדקאים אחרים רבה יותר. ממצאים אלה תואמים את הדיווחים בספרות על פתוגניות שונה של ורטיציליום שמקורו מפפריקה (Brown & Wiles, 1970; Evans & Gleeson, 1973; Puhalla & Bell, 1981; Resende et al., 1994; Vigouroux, 1971). קצב הגידול של תפטי שמקורו מפפריקה איטי מזה של תבדיד שמקורו בתפוא"ד, אולם קשיונות הופיעו מוקדם יותר. ממצאים אלה נמצאים בהתאמה לאלה של Douira וחובי (1995), שהשוו גידולי ורטיציליום מפלפל ומעגבניה. מבחני פתוגניות בשלושה פונדקאים מצביעים

דיאגרמה 2. רמת הקולוניזציה של תבדיד ורטיציליום מפפריקה (Vds) בצמחי פפריקה, 30 ימים לאחר ההדבקה. אותיות שונות בעמודות מצביעות על הבדלים מובהקים בין רמות הפטרייה בעלים לעומת הגבעולים, ברמה של  $P=0.05$ , במבחן דנקן. בין הזנים לא היה הבדל סטטיסטי.



גובה בשיעור של 31.8% בין להבה בלבד, 26 ימים לאחר ההדבקה, עובדה המצביעה על שונות אפשרית ברגישות הזנים. בשני הזנים האחרים גובה הצמחים המודבקים לא היה שונה מצמחי הביקורת שנטבלו במים. בסיום הניסוי, גובה הצמחים שהודבקו ב-Vdp היה דומה גם בין להבה לגובה צמחי הביקורת (תוצאות לא מוצגות).

### רמת הפטרייה בצמחי פפריקה שהודבקו בתבדיד Vds

רמת האכלוס הממוצעת של הפטרייה בגבעולים של שלושת זני הפפריקה היתה גבוהה פי 35 מאשר בעלים (דיאגרמה 2). רמת הפטרייה בשלושת הזנים היתה דומה. לא היה ניתן לבדוד את הפטרייה מצמחים שהודבקו בתבדיד Vdp או מצמחי הביקורת.

### פתוגניות של תבדידי ורטיציליום בצמחי תפוא"ד

בניגוד לממצאים בהדבקות צמחי הפפריקה, השפעתם של שני תבדידי הורטיציליום על צמחי תפוא"ד שהודבקו בריכוזים זהים נראתה כבר עשרה ימים לאחר ההדבקה. סימני מחלה חמורים של כלורוזה התקבלו הן בהדבקה בתבדיד הפפריקה - Vds (4.7), והן בתבדיד מתפוא"ד - Vdp (4.0) (טבלה 2). שיעור הצמחים הנגועים היה גדול, והגיע

### פתוגניות של תבדידי ורטיציליום לצמחי פפריקה

השפעת תבדידי ורטיציליום על סימני המחלה שלושת זני הפפריקה שנבחנו היו רגישים לתבדיד שמקורו בפפריקה (Vds). סימני מחלה אופייניים של הצהבות עלים נראו ב-75%-80% מהצמחים, 20 ימים לאחר ההדבקה (טבלה 1). בסיום הניסוי (49 ימים מההדבקה) נראו ב-90%-100% מהצמחים סימני כלורוזה, ננסות ונבילה בעוצמה רבה, 4.9, 4.6 ו-3.7 (בסולם של 0-5) בזנים אדמוני, להבה ושלהבת, בהתאמה (טבלה 1). לעומת זאת, תבדיד שמקורו בתפוא"ד (Vdp) לא גרם סימני מחלה 30 ימים מההדבקה. רק 19 ימים מאוחר יותר (49 ימים לאחר ההדבקה) נראו סימנים קלים של הצהבת עלים תחתונים, לא-ספציפיים לדוררת, בזנים להבה ואדמוני (0.68 ו-0.33, בהתאמה). לא היה ניתן לבדוד את הפטרייה מצמחים אלה.

### השפעת תבדידי ורטיציליום על גובה צמחי הפפריקה

בשלושת זני הפפריקה שהודבקו בתבדיד שמקורו בפפריקה (Vds) נראתה ננסות 30 ימים לאחר ההדבקה (דיאגרמה 1) ובסיום הניסוי (49 ימים מההדבקה, תוצאות לא מוצגות). גובה צמחים מודבקים מהזנים שלהבת, להבה ואדמוני הופחת ב-43.6%, 62.1% ו-43.2%, בהתאמה. לעומת זאת, התבדיד שמקורו בתפוא"ד גרם להפחתת

טבלה 3: שיעור הנגיעות, חומרת המחלה ורמת האכלוס בצמחי חציל מודבקים בשני תבדידי ורטיציליום

רמת אכלוס בבסיס הגבעול ( $\times 10^3$ )	שיעור נגיעות (%) וחומרת המחלה (0-5) ימים לאחר הדבקה					תבדיד ורטיציליום
	17	15	12	10	8	
$\times 6.4.103$	100.0	91.7	91.7	75.0	41.7	Vds
	$\times 2.67$	$\times 2.42$	$\times 2.0$	$\times 1.33$	$\times 0.42$	
	100.0	83.3	8.3	8.3	8.3	Vdp
$\times 1.5.103$	$\times 2.33$	$\times 1.33$	$\times 0.33$	$\times 0.25$	$\times 0.2$	
	0	0	0	0	0	ביקורת
ג	ב	ג	ב	ב	ב	

אותיות שונות בעמודות מצביעות על הבדלים מובהקים ברמה של  $P=0.05$ , במבחן דנקן.

טבלה 2: חומרת המחלה, שיעור צמחי תפוא"ד מקטעי גבעול נגועים בהדבקת תפוא"ד בשני תבדידי ורטיציליום.

תבדיד ורטיציליום	חומרת סימני מחלה (0-5)	שיעור צמחים נגועים (%)	שיעור מקטעי גבעול נגועים (%)
Vds	$\times 4.7$	$\times 95$	$\times 71.9$
Vdp	$\times 4.0$	$\times 80$	$\times 34.0$
ביקורת	ב	ב	ג

אותיות שונות בעמודות מצביעות על הבדלים מובהקים ברמה של  $P=0.05$ , במבחן דנקן.

מאחר שתבדיד ורטיציליום מעגבניה גרם לסימני מחלה ולאכלוס רקמות בצמחי פלפל. לעומת זאת, ממצאינו הם בהסכמה עם אלה

בתבדיד הפפריקה היו גדולים יותר יחסית לצמחים שהודבקו בתבדיד תפוא"ד. לעומת זאת, בצמחי פפריקה לא נראתה כלל תגובה לתבדיד תפוא"ד.

ממצאים אלה שונים משל Douira וחובי (1995),

על כך שתבדיד הפפריקה אלים יותר מתבדיד תפוא"ד. סימני המחלה הובחנו בתפוא"ד, בחציל ובפפריקה 10, 17 ו-20 ימים לאחר הדבקה, בהתאמה. כמו כן, רמת הפטריה בחציל ושיעור מקטעי הגבעול הנגועים בתפוא"ד שהודבקו



של Ciccurese וחוב' (1987), אשר דיווחו כי בהדבקות פלפל בתבדידים שמקורם בעולש, בברוקולי או בעגבניה לא נגרמו כל סימני מחלה, ומסקנתם היתה שכנראה פלפל מחוסן בפני דוררת. בכך נמצא חיזוק לדיווח קודם, כי תבדידי דוררת האלימים לפלפל בטבע - הם נדירים (Matta וחוב', 1980). על תופעה דומה של אלימות שונה של תבדידי דוררת בפונדקאים שונים דיווחו בעבר jkh (1987) שמצאו, כי תבדיד אפונה היה פתוגני יותר מתבדיד תפוא"ד באפונה ובשעועית. בארץ נמסר על מקרה יחידי של נגיעות בדוררת בפלפל ירוק, באזור אחד בלבד בארץ (Krikun וחוב', 1982). התבדיד שנמצא לאחרונה הוא אלים מאוד לא רק לצמחי פפריקה אלא גם

לפונדקאים אחרים ממשפחת הסולניים - לתפוא"ד ולחציל. לממצאים אלה השלכה מעשית חשובה ביותר, מאחר שעד כה פפריקה ותפוא"ד גודלו לחלופין במחזור הגידול באותן חלקות ברווחי זמן קצרים יחסית בין שניהם. התגברות של אוכלוסיית הדוררת האלימה עלולה להשפיע באופן חמור על יכולת תפוא"ד, ויתכן שהיא גם תשפיע על גידולים אחרים, שעדיין לא נבחנו. ייתכן שתבדידי ורטיציליום ששכנו בחלקות עברו התאמה (אדפטציה), וכתוצאה מכך נעשו אלימים למספר גידולים, כולל לפפריקה. אפשרויות אחרות: התרחשה ברירה לתבדיד נדיר שהיה קיים בקרקע והמגלה אלימות כלפי פפריקה (Tijamos, 1981), או שהופיע de novo -

תבדיד חדש באוכלוסיית הקרקע (Vigouroux, 1971).

זהו הדיווח הראשון על נזק כלכלי שנגרם על ידי דוררת בפפריקה בישראל. לאחרונה, דווחה בעיה דומה במרוקו (Douira וחוב', 1995), שם מגדלים עגבניה במחזור עם פלפל - ולא תפוא"ד כמו בישראל.

הבעת תודה  
תודתנו נתונה לגידי דוד, דני וזאנה ואלי מילר מקיבוץ להב, על עירנותם, ועל עזרתם באיסוף הדוגמאות ובהערכת היבולים.

רשימת הספרות המלאה נמצאת במערכת או אצל המחברים, והמעוניין יוכל לקבלה.