



ד"ר יאיר ישראלי

# מחלת *Fusarium* מהגזע האלים *Tropical Race 4* שוכנת כבר עשר שנים במטעי הבננות בירדן!

יאיר ישראלי / צמח נסיונות



צלם: ד"ר יאיר ישראלי

בר הביאה לחיסול של כמחצית ממטעי הבננות בדרום סין. קודם לכן חיסלה המחלה מטעים רבים באינדונזיה, במלזיה ובטיוואן, התגלתה גם בצפון אוסטרליה ומאז 2003 היא מתפשטת גם בפיליפינים וכבר חיסלה כ-100 אלף דונם בנות באי מינדנאו, מעוז גידול הבננות לייצוא. הסיבה לחשיבות ולדחיפות של נושא זה היא העובדה שלאחרונה התגלתה מחלת פנמה מוגזע זה בבננות במוזמביק שבאפריקה, ומסתבר שהיא כבר אזורית ותיקה ב...ירדן! הסכנה אם כן כבר בשכנותנו. מחלת פנמה נקראת באנגלית *Fusarium Wilt*, או *FOC*, על שם גורם המחלה, הפטרייה *Fusarium Oxysporum f. sp. cubense*. ההיכרות עם המחלה חשובה מאוד במסגרת דע את האויב, כאשר המידע הנמסר כאן מתבסס על ניסיונו האישי של המחבר ועל עבודותיהם של חוקרים רבים (ראה את הבולטים שבהם ברשימת הספרות בסוף המאמר).

## מחלת פנמה בבננות

המחלה תוארה לראשונה באוסטרליה בשנת 1876, בפנמה ב-1890 ובאזורים שונים במרכז אמריקה ובקריביים בתחילת המאה העשרים. מקורה ככל הנראה בדרום מזרח אסיה, האזור בו נוצרו זני הבננה הרגישים לה, והיום היא מצויה בכל האזורים בהם גדלות בננות בעולם, להוציא כמה מדינות באגן הים התיכון, כד

ה קפדה על כללי הסגר נאותים והימנעות מהבאת חומר צמחי נוגע לארץ הן ששמרו עלינו עד היום מכמה מחלות קשות המאיימות על ענף הבננות בעולם. במרכז רשימתנו היום עומד גזע חדש אלים במיוחד של מחלת פנמה, *Tropical Race 4*, שהגורם לה הוא הפטרייה *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* ובקיצור *FOC*. רשימה זאת מהווה עדכון למאמר שפורסם אצלנו ב-2010 והיא אקטואלית שבעתיים: המחלה כבר עשר שנים אצל שכנינו בירדן!

## רקע

בין המחלות התוקפות מטעי בננות בעולם מוכרות מחלת העלים הסיטוקה השחורה (*Black Leaf Streak*), ירוס הבנצי' סופ (*BBTV*), מחלת המוקו הבקטריאלי (*Banana moko disease*) והריקבון הבקטריאלי של השורשים (*Xanthomonas bacterial wilt*). מאמר זה עוסק בגזע חדש, אלים במיוחד של מחלת פנמה, *Tropical Race 4*, המתפשטת בשנים האחרונות במהירות רבה בדרום מזרח אסיה וכ

בתמונה למעלה: צמח נוגע לקראת פריחה

התברר שהתפרצות זו נגרמה מטיפוס גנטי של המחלה המכונה TR 4, ומדויק יותר: VCG01213/01216, Tropical Race 4, טיפוס אלים וקטלני במיוחד. תת גזע (או Strain) מיוחד זה זוהה בסומטרה, במלזיה ובסיוואן והתגלה גם בצפון אוסטרליה, בדרום סין וב-2003 בפיליפינים. התפשטות המחלה בפיליפינים הוצאה מאוד בעקבות ההצפות שגרם הטייפון שהיכה במינדנאו בדצמבר 2012. המים הפוגשים בדרום שטחי מסע נזעים נושאים איתם בץ עשיר בנבנים ומפצים את המחלה לכל עבר.

נוק חמור לא פחות התרחש ומתרחש בדרום סין. בקונגרס מיוחד שהתקיים בגואנגזו שבדרום סין בספטמבר 2009 נדונו נושאים אלה בהרחבה, כולל הסכנה המרחפת על ייצור הבנות בפיליפינים, בהודו ובמדינות דרום מזרח אסיה אחרות, מצד הפוזורים מסוג TR 4.

והנה, לאחרונה התפרסם שמחלת הפוזורים המסוכנת הזו נמצאת בירדן! ולא זו בלבד, אלא שהיא קיימת שם כבר מ-2003, אך רק לאי חרונה התקבל לכך זיהוי ואישור מדעי מוסמך. כמעט בזמנית נתגלה תה המחלה גם במסע מסחרי גדול במזומביק שבאפריקה. בעיתונות המדעית העולמית זכו גילויים אלה לכותרות בולטות, היות שהבנה מהווה מוון בסיסי למיליוני בני אדם באזורים דלי מוון.

## גורם המחלה

הפוזורים התוקף את הבונה, *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense, או בקיצור FOC, הוא פטריה שוכנת קרקע התוקפת בעיקר את הבנות והפלנטין (Plantain) (ראה מדור 'עברית שפה'), אולם יכולה להתקיים גם על כמה מיני צמחים עשבוניים נוספים. הפטריה יוצרת כמה סוגי נבנים ובהם גם נבנים ברי קיימא (Chlamidospores). היכו לים לשמור על חיוניותם בקרקע במשך 30 שנה יותר. אין דרך מעשית לחטא את הקרקע מנבנים אלה משום עמידותם הגבוהה ומשום שהם חודרים לשכבות עמוקות ויבטו רק כאשר יופיעו שורשי בונה בקרבם, בהשפעת הפרשות שורש. המחלה מופצת בעיקר באמצעות חומר נטיעה נזע, קרקע נזעה ומים הנושאים את נבגי הפטריה. ברמת המסע וברמה האזורית שכיחה מאוד הפצה באמצעות סחף, העברה של קרקע (עפר) נזעה באמצעות גלגלי רכב או גרלי אדם וחיה כמו גם שימוש במי השקיה נושאי נבנים.

הנבנים הנובטים חודרים לתוך השורש, לשורשים שניוניים או שלישיניים או לפצע בקליפת שורש ראשוני. הפטריה מתפתחת בתוך צרורות ההובלה, מתקדמת מנוקודת ההדבקה אל העיקר, ממנו במעלה הגזע, בהמשך מתפשטת אל הרקמות המקיפות את צרורות ההובלה ויוצרת שם נבנים מסוגים שונים - מיקרו ומקרו קונידיות וכלמידוספורות (קונידיות - נבנים אל-מיניים, כלמידוספורות - נבגי קיימא). יצירת הנבנים מאיצה את התפשטות הפטריה בתוך הצמח. בתוך הצרורות הנזעים מתפתח גל צמיג בצבע חום אדמדם, החוסם את הצרורות והם מפסיקים לתפקד.

למרות הידע הרב שנצבר בשנים האחרונות על הגנטיקה של הפוזורים התוקף את הבונה, זו עדיין אינה ברורה דיה. מבחינים בארבעה גזעים פיסילוגיים של הפתוגן, על פי טווח המינים והקלונים של הבונה אותם הם תוקפים (טבלה 1).

לל ישראל, באיים שבדרום האוקיינוס השקט ובסומליה שבמזרח אפריקה.

הכינוי 'מחלת פומה' מקורו בנזק הרב שגרמה התפרצותה בבנות לייצוא מהון 'גרוס מישל' ('Gros Michel') בארץ זו במחצית הראשונה של המאה העשרים. חיש מהר התפשטה המחלה למדינות נוספות ופגעה בכל המטעים של זן זה, שבאותם ימים היה זן הייצוא העיקרי במרכז ודרום אמריקה ובאיים הקריביים. מרגע הופעת הצמחים הנזעים הראשונים במסע ועד לחיסולו המוחלט עברו חודשים ספורים בלבד. הנוק שנגרם למטעי הבנות לייצוא, הנטועים בגושים גדולים ואחידים (Monoculture), היה מהיר וקטלני. התגובה הראשונה של חברות הבנות הייתה לנטוע מטעים חדשים תוך שימוש בעיקרים של נצרים שנלקחו מהמטע שפוגע ושנראו לכאורה בריאים (טכנולוגיית הריבוי בתרבית רקמה לא הייתה קיימת עדיין), אולם בדרך זו הוצאה למעשה התפשטות המחלה, ועד אמצע שנות החמישים של המאה שעברה הושמדו כ-40 אלף הקטר בנות מהון 'גרוס מישל' במרכז אמריקה בלבד.

למרבה המזל, הסתבר באותה עת שבנות מקבוצת ה'קוונדיש' ('Cavendish') עמידות למחלה, ומתחילת שנות השישים הוחל בניסוע מטעים בקלונים 'לורי', גיינט קוונדיש' ו'רובוסטה', ומאוחר יותר 'גרנד נין' ו'וויליאמס', כולם טיפוסים 'קוונדיש' עמידים למחלת פומה. לא יכנס כאן לתיאור מפורט של הקשיים במעבר מה'גרוס מישל' ל'קוונדיש', ונזכיר רק את הרגישות הרבה של הקלונים מקבוצת ה'קוונדיש' למחלות עלים ובראשן הסיגטוקה השחורה. אמנם מחלה זו אינה מחסלת את המטע, אך עלויות הפיקוח וההדברה גבוהות מאוד וגוזלות חלק משמעותי מההכנסות. המעבר לגידול הקלונים מקבוצת ה'קוונדיש' הציל בשנות החמישים את מטעי הייצוא של הבנות, אך חשף אותם בזמנית לקשיים הרבים שבהדברת מחלות העלים. למרות זאת התפתח מאוד הסחר העולמי בבנות והגיע לאחרונה לכדי 18 מיליון טון בשנה, יותר מכל פרי טרי אחר.

## לא לעולם חוסן

עם השנים התברר שמחלת הפוזורים עלולה לתקוף, בתנאים מסוימים, גם בנות מקבוצת ה'קוונדיש'. לראשונה התגלו מקרים של נגיעות באזורי גידול סובטרופיים, בהם האיים הקריביים, דרום אפריקה, סיוואן ואוסטרליה. אמנם הנגיעות באזורים אלה הייתה בדרך כלל מוגבלת בהיקפה ולא גרמה לחיסול מוחלט של המטע, אך הנוק שנגרם היה בהחלט משמעותי. מחקרים הראו שמדובר בגזע שונה של הפתוגן, התוקף את הבונה לאחר שנחשפה לתנאי עקה (פגיעת קרה, למשל).

ב-1989 דווח לראשונה על התפרצות הרסנית של פוזורים במטעי בנות מסחריים גדולים באינדונזיה ובמלזיה, אזורים טרופיים מובהקים. לדברי הפיתופתולוג הנודע בודנהאגן (Buddenhagen), ההופעה הראשונה נרשמה כבר ב-1960 בסומטרה, וההתפשטות ההתחלתית הייתה איטית ונגרמה מחומר נטיעה נזע שהועבר ממקום למקום ומארץ לארץ. המופע הפעם היה קטלני במיוחד: תוך חודשים אחדים חוסלו מטעי 'קוונדיש' צעירים בהיקף של אלפי הקטרים! ניכר היה שמדובר בטיפוס גנטי שונה מזה שגרם לנוק לזני ה'קוונדיש' בסוב-טרופיים.

בדפוס התקדמות המחלה במינים ובקלונים שונים, אך הדגם הכי לדי דומה. נצרים המתפתחים מעיקר צמח האם אינם מראים סימני מחלה בשלב הראשון, והם יכולים להגיע לגובה ניכר (מעל 1 מ') לפני שיתגלו בהם סימני המחלה, אולם בסופו של דבר כל הנצרים של אם נוגעה יהיו אף הם נוגעים (תמונה 3).

צמח שנפגע סמוך למועד ההתמיינות או לאחר ההתמיינות עשוי להציא אשכול (תמונה 4), אולם זה לא יגיע בדרך כלל להתמלאות פרי תקינה ותוך ארבעה-חמישה חודשים יתחשל מטע 'קוונדיש' מסחרי (תמונה 2). שתיל תרבות שנשתל בקרקע מאולחת עלול להידבק גם בגיל צעיר. הסימנים הראשונים בשתיל כזה הם עיכוב בהופעת עלים חדשים במקביל להצהבה הדרגתית של העלים התחתונים. התקדמות ההצהבה, ההתייבשות ותמותת העלים מהעלה הבוגר אל הצעיר (ומלמטה כלפי מעלה), וכן סימני הנזק הקשים בצמח האם בעוד שהנצרים המתפתחים מבססו נראים לכאורה בריאים, אופייניים לפגיעת הפוזורים ומבדילים בינה לבין מחלות דומות (למשל המוקו, שנוגרות מהחידק *Ralstonia solanacearum*). גם התפצלות בסיס נדני העלים (תמונה 5) מהווה סימן מוקדם וייחודי לנוק הפוזורים. השלב הבא בזיהוי ראשוני של המחלה בתנאי שדה הוא בחינת הנזק לרקמות הפנימיות, שרצוי שיעשה על ידי בעל ניסיון.



תמונה 1: סימני נגיעות אופייניים - מצב וגוטיבי



תמונה 2: מטע שהושמד תוך חמישה חודשים מגילוי המחלה

טבלה 1: רגישות של מינים וקלונים שונים של בונה (והליקוניה) לגזעים של פוזורים (*F. oxysporum f. sp. cubense*)

מין (Race) הפוזורים	המינים והקלונים הרגישים
Race 1	'גרוס מישל' (AAA) 'Gros Michel' 'פופולו' (AAB) 'Popoulu' 'סילק' (AAB) 'Silk' בונה תפוח (AAB) 'Pome' 'אבאקה' (Abaca) 'Musa textilis'
Race 2	'בלוגו' (AAB) 'Bluggoe'
Race 3	מספר מיני 'הליקוניה' 'Heliconia'
Race 4	- כל קבוצת 'קוונדיש' (AAA) להוציא 'נוס נוס' ('Extra dwarf') בסובטרופיים. - כל הקלונים הרגישים לגזעים 1 ו-2 רגישים גם לגזע 4. - גזע 4 טרופי TR 4: Race Tropical 4; תוקף את הנ"ל, וגם סוכרייר' ('AA) 'Sucrier' ולקטן ('AAA) 'Lakatan'.

הערה: רשימה חלקית, על פי Ploetz, 2009.

ניתן לאפיין את הטיפוסים השונים של הפוזורים התוקף את הבונה על פי יכולתם של תבדידים שונים של הפטריה ליצור בתהליך אל-מיני קור משותף, הנושא גרעינים שמקורם משני התבדידים גם יחד (Heterokaryon). תאימות (Compatibility) מעין זו מעידה על קרבה גנטית רבה בין התבדידים (Isolates). עד כה זוהו בפוזורים התוקף את הבונה כ-20 קבוצות של תבדידים מאזורים גיאוגרפיים שונים ומגוונים שבתוכן קיימת תאימות כנ"ל. קבוצה כזו מכונה *Vegetative Compatible Group*, או VCG. כך למשל, התברר שקווי הפטריה מהאיים הקנריים, דרום אפריקה ואוסטרליה הגורמים למחלת הפוזורים מגזע 4 התוקפת את 'קוונדיש' בסובטרופיים הם בעיקרם VCG 0120, ואילו אלה הגורמים למחלה הקשה TR 4 התוקפת את 'קוונדיש' בטרופיים הם VCG 01213/01216. בשנים האחרונות נוספו שיטות זיהוי מולקולריות היכולות לזהות במהירות את טיפוס הפתוגן, מאפשרות לאמוד נכונה את גודל הסכנה ולהבין את האפידמיולוגיה של המחלה (Tida et al., 2010). לאחרונה ממש פותחה גם שיטה מולקולרית לזיהוי נוכחות נבני פטריה בקרקע (Garcia et al., 2013), ודווח על מאמץ מרוכז לפיתוח שיטה לבידוד וזיהוי נבני הפטריה במים.

## זיהוי המחלה

■ **סימני הנזק החיצוניים:** על כל מגדל בארץ ללמוד ולהכיר את סימני ההדבקה החיצוניים, כדי שאם חלילה יתקל בהם יוכל יהיה להזעיק מיד עזרה. סימני המחלה הראשונים מופיעים בדרך כלל בצמחים בשלב התפתחות מתקדם אך לפני פריחה, ומתבטאים בהצהבה הדרגתית של העלים הבוגרים (התחתונים) ההולכת ומתקדמת כלפי מעלה (תמונה 1). בשלב מתקדם מעט יותר מתקפל העלה באזור הפטוטרת ונשאר תלוי סביב הגזעל כמעין זקן, בתחילה ירוק-צהבהב, אחר כך מצהיב ולבסוף צבעו חום יבש. כתר העלים שנוטר זקוף הולך ומצהיב ושולי העלה נעשים נקרוטיים. בהמשך מצהיבים כל העלים, מתייבשים והגזעל מתמוטט (תמונה 2). בנוסף להצהבה וההתייבשות הדרגתית של העלים, הנמשכת מלמטה כלפי מעלה, מבחינים גם בשינוי צורה ועיוות של העלים החדשים. יכולים להיות הבדלים קלים



■ **סימני הנזק הפנימיים:** הסימפטומים הפנימיים האופייניים ביותר למח' לה הם הצבע החום-אדמדם המתפתח בצורות ההובלה בהן מתפש' טת הפטריה, מכיוון קצות השורשים אל העיקר וממנו במעלה נדוי העלים לכיוון טרף העלה ובתוך העיקר לכיוון קודקוד הצמיחה. התקדמות הפ' טריה בצמח היא בעיקרה דרך העצה, בצורות ההובלה עצמם וברק' מות העוטפות אותם. הצמח מוגב לפטריה באמצעות הפרשת גל אופייני שצבעו חום-אדמדם. זהו מנגנון התגוננות שעשוי לעכב או אף לעצור את התקדמות קורי הפטריה וגופי הרבייה שלה וכך אכן קורה בקלונים עמי' דים. חתך רחב במזעול של צמח נגוע מאפשר גלולת בקלות את צורות ההובלה הנוגעים והפיזור של הצורות הנוגעים בחתך, בהיקף בלבד או גם בכיוון המרכז, מעיד על דרגת התקדמות של המחלה. גם בצד הפנימי של נדן העלה ניתן להבחין בברור בצורות העצה הנוגעים (תמונות 8, 9, 10, שלושתן צולמו בירדן בידי ד"ר יאיר ישראל ב-2008). נדיש עם זאת, שהאבחון בשדה הוא רק צעד מקדים. האבחון הסופי של גורם המחלה יתבצע במעבדה פיטופתולוגית המתמחה בכך, תוך שימוש בשיטות המולקולריות שפותחו לאחרונה (PCR).



**תמונה 3:**  
צמח אם שהת' מוטט; הוצרים נראים בריאים



**תמונה 4:**  
צמח נושא פרי נגוע; צולם בירדן



**תמונה 6:**  
חתך אורך במזעול נגוע; צולם בירדן



**תמונה 5:**  
סימן אופייני: התפצלות נדוי עלים בבסיסם



**תמונה 7:**  
חתך רחב במזעול נגוע; צולם בירדן

הנראה, הפונדקאי והפתון זה בצד זה בפיליפיונים. קיום ממושך כזה עשוי לתמוך ביצירת מאזן עם גורמים המדכאים את המחלה. הפסי מיסטים לעומת זאת, הסתמכו על ההתפשטות ההרסנית והמהירה של המחלה שהתרחשה בעבר באינדונזיה, במלזיה ובדרום סין. כיום הוויכוח הוכרע, ולצערנו צדקו רואי השחורות. ה'מכה' המכרעת הייתה הטייפון שפגע במינדנאו בדצמבר 2012. האמצעים לחיסוי וגילי מכוניות ומעלי אדם הנוקטים עכשיו בכל המטעים המסחריים הינם חשובים, אך תועלתם מוגבלת: המחלה כבר נמצאת במרבית השטחיים. ההסגר חשוב ומועיל במיוחד לפני שהמחלה חדרה והתפשטה - למשל אצלנו.



**תמונה 8:**  
נדני עלים  
נועמים; צולם  
בירדן

## הפתרון בטווח הארוך: קלונים עמידים

הכל מסכימים שהפתרון האמיתי למחלת הפוזורים בבנות הוא טיפוח קלונים עמידים למחלה, ומוסדות מחקר שונים ברחבי תבל אכן עוסקים בכך. מרכז חשוב לטיפול בונה 'קוונדיש' עמידה לפוזורים פו' על כבר שנים רבות בסיוואן (TABRI), אולם העמידות שהושגה אינה מושלמת והתכונות ההורטיקולטוריות נופלות מאלו של זני 'קוונדיש' הטובים. אם כן, גם פתרון זה הוא חלקי בלבד. יותר מכך: יש מדענים הסבורים שהשימוש בקלונים העמידים חלקית אינו רצוי כלל, משום שהם מאפשרים לפטריה להתפתח בצמח ללא סימוני נזק חיצוניים משמעותיים. בדרך זו מסייעים למעשה הקלונים ה"עמידים" להפיץ את המחלה שכאמור נבגיה ממשיכים לשמור על חיוניותם בקרקע עשרות שנים. מוסכם אם כן על כולם שהיוון הרצוי הוא יצירת קלונים עמידים באמת. אך איך מבצעים זאת?

ממכני מחקר אחדים, למשל בהונדורס, בבחיל ובניגריה, דווח על יצירת קלונים עמידים למחלת פנמה בהשבחה קובנציונלית, אך בכל המקרים הללו אין המדובר בגזע אלים זה, שאינו קיים כלל בחצי הכדור המערבי. כיווני מחקר ופיתוח נוספים הם הגברת דיכוי הפתון בקרקע (Suppressive soils) והדברה ביולוגית באמצעות אורגניזמים המדכאים את הפתון: צמחים, פטריות, בקטריות, אקטינומיצטים (אקטינומיצטים - Actinomycetes - הם קבוצת ביניים החופפת בין החידקים לפטריות החוטייות, ומהווה את הגורם השני במספרו בקרקע אחרי החידקים). שיטות כאלו יכולות כנראה להקל על הנוק, אולם קשה לראות בהן פתרון שלם.

תקוות ומאמצים רבים מופנים כעת לשימוש בשיטות מולקולריות ליצירת קלונים עמידים למחלה, או שילוב של שיטות מולקולריות ומסורתיות. השיטות המולקולריות כבר העניקו לנו יכולת זיהוי מהיר וודאי של המחלה בחומר צמחי ובקרקע. כעת מתבצע מחקר שעניינו זיהוי נבגים במים, והפתרון לכך נראה קרוב. אלה הישגים רבי חשיבות, אולם העיניים נשואות לפיתוח קלון בונה דמוי 'קוונדיש' או 'גרוס מישל' שהיה עמיד באמת למו' חלה. יש המעריכים שניתן להגיע לכך בתוך כעשר שנים ויש המסילים בכך ספק. על כל פנים הנושא מצוי כיום במחקר ופיתוח במספר מרכזים בעולם וזוכה לעדיפות רבה. לא נותר אלא לקוות שעדי שפיתוח הקלון העמיד יגיע הוויכוח בנושא השימוש בצמחים מהונדסים לכלל הכרעה.

## ומה איתנו?

הופעת המחלה בירדן מדאיגה כמובן ביותר. זו נמצאת שם משנת

## התפשטות המחלה ודרכי הגבלתה

הפוזורים של הבונה מועבר מאזור גיאוגרפי נגוע לאזור שאינו נגוע באמצעות חומר ריבוי נגוע, נצרים או עקרבים. נסיעת מטעים מסחריים חדשים מתבצעת כיום כו' לה בשתילי תרבית רקמה וניתן בקלות יחסית להשיג חומר נסיעה בטוח, אולם בתנאי הכפר הגלובלי נפתח סיכון חדש: העברה של חומר ריבוי על ידי עובדים זרים, מהגרים, פליטים, תיירים וכן הלאה. תושבים רבים המגדלים בבנות באסיה ובאפריקה לצריכה עצמית, בגינת הבית, רגילים לקלונים המיוחדים להם וכאשר הם עוברים ממקום למקום הם לוקחים איתם חומר ריבוי ושותלים אותו במקום החדש. בדרך זו הובא הטיפוס האלים במיוחד של הפוזורים של הבונה, ה-4-TR, מאינדונזיה לגינאה החדשה ולבסוף גם לדרוון שבצפון אוסטרליה. למרות המודעות והנחישות של האוסטרלים המחלה נאחזה בצפון אוסטרליה וישנם דיווחים על מקרים בודדים במקומות דרומיים יותר, כך שצפון קווינסלנד, אזור ייצור הבונה העיקרי באוסטרליה, נמצא בסיכון. המסקנה: אין תחליף להקפדה על חוקי הגנת הצמח ומוניעת הכנסה והפצה של חומר צמחי כלשהו ללא פיקוח. ברמה האזורית המוגבלת יותר וברמה המקומית, הפצת המחלה נעשית באמצעות חומר צמחי נגוע, קרקע נגועה ומים שבאו במגע עם קרקע או צמחים נגועים.

צמצום סכנת ההפצה ייעשה באמצעים הבאים:

1. גילוי וזיהוי מוקדם;
2. השמדה מיידית של צמחים נגועים ושריפתם במקום;
3. בידוד החלקה הנוגעה באמצעות גידור וחפירת תעלה היקפית, למוניעת סחף קרקע;
4. במקרה של נגיעות משמעותיות עקירת החלקה, חיסולה ובידוד מוחלט שלה;
5. מניעת סחף קרקע וזרימת מים גשמיים מחלקה נגועה לחלקות שכנות ולמערכת הניקוז;
6. משטר קפדני של חיסוי למוניעת העברה של עפר נגוע ממקום למקום: חיסוי ועליים, גלגלי רכב וציוד חקלאי, כולל בריכות חיסוי בכניסה למטע, לבתי אריזה ולנמלים.

יש לזכור: חלקה שהייתה נגועה נשארת מקור לאילוח במשך עשרות שנים. האם יכולים אמצעים אלה לעצור את התפשטות המחלה? התשובה כנראה אינה חד-משמעית. באזורים נקיים מהמחלה קיימת חשיבות עליונה להסגר ולמוניעה. באזורים נגועים קצב ההתפשטות ממקום למקום שונה מאוד ותלוי במכלול תנאי נות האקלים, הקרקע, הטופוגרפיה, הפתון וצמח הבונה עצמו.

ב-2010 עדיין התנהל בפיליפיונים ויכוח בין האופטימיסטים, שסברו שהעובדה שבמשך שש שנים השטח שנוגע היה מוגבל בהיקפו מעידה על מצב שבו הקר-קע (המיקרופלורה והפאונה שבה) מדכאת את התפשטות הפתון (Suppressive soil). הסבר אפשרי לכך הוא עשרות אלפי השנים שבהן התקיימו, ככל

לנקות קרקע נוגעה. קיימים קלונים עמידים חלקית, אולם תכונותיהם ההורטיקולטוריות אינן מוגעות לרמת הקלונים מקבוצת ה'קוונדיש' והם מנציחים את התבססותה של הפטריה בקרקע. טיפוסים שונים של מחלת הפוזריום (לאו דווקא TR 4) מצויים כמעט בכל האזורים בהן גדלות בנות בעולם. בישראל המחלה עדיין אינה מצויה, אולם לירדן היא הגיעה כבר ב-2004. הדרך העיקרית להצטרף לת הענף בארץ היא הסגר קפדני. על מגדלי הבנות בישראל לעודד, לסייע ולחזק את אנשי הגנת הצומח כדי למנוע חדירת המחלה לארץ, צנו, ועליהם להכיר את סימני הנגיעות במחלה כדי לזהות מיידית כל מקרה (שלא יקרה...), ולמנוע המשך התפשטות.

### ספרות

1. Ploetz R.C. (1990, 2000, 2005, 2011, 2013); Stover R.H. (1962); Hwang S.C. (2000, 2004); Pegg K.P. (1996); Bud-denhagen I.W. (1990, 2008, 2013); Viljoen A. (2003); Moor, N.Y. (1995); Bentley S. (1995, 1998); Dita M.A. (2010, 2013); Chang et al. (2011), Garcia et al. (2013); Vezina A. (2013).
2. חומר ספרותי רב ימצא המתעניין באתרים - musape, promusa, musalit-dia.

2003 ועד כה לא עברה אליו, אך הסכנה קיימת ומוחשית. מוקדי המחלה בירדן הם במטעים הנמצאים מעבר לירדן, מול יריחו וגשר אלנבי (שונה לנובייה) ובמטעים באזור סאפי דרומית לים המלח, אך עפר נוגע עלול לעבור בתוך ירדן ממקום למקום. לכן, עקרונית, כל רכב המגיע מירדן לישראל עלול להעביר אליו עפר נוגע וכל אדם עלול להעביר את המחלה בבואו הנצמד לנועליו. מובן שהעברת חומר צמחי, נצרים או פרי, מסוכנת ביותר.

השירותים הישראליים להגנת הצומח ולביקורת נרתמו במרץ למשימה ואנו מחזקים את ידיהם במשימת ההסגר. זו משימה שיש להתמיד בה בהקפדה רבה לאורך זמן. ומגדלי הבנות בארץ, שומה עליהם ללמוד להכיר את המחלה וסימניה (למשל, באמצעות עיון קפדני ברשימה זו), ובכל מקרה של חשד להזעיק מיד את מדרוך הגידול, להמשיך הטיפול. מבחינת זיהוי המחלה שפר עליו גורלנו: במדינת ישראל לא נתגלה עד כה שום מקרה של פוזריום בבנות, לכן הסימנים החיצוניים והפנימיים של המחלה דים לצורך הגדרה ראשונית ונקיטת צעדים מידיים. לכל מקרה, אם יתגלה חס וחלילה יש להתייחס כאילו הוא TR 4!

### סיכום

המחלה הנגרמת לבנות מפטריית הפוזריום *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* מטיפוס TR 4 היא מחלת קרקע מסוכנת שעלולה להשמיד מטעים גדולים בפרק זמן קצר. הפטריה עמידה בקרקע למשך עשרות שנים וכיום אין לה מרפא ואין אפשרות