

השפעת חשיפה מקדימה לעקת חום על התפתחות מחלת ההתמוטטות השחורה

בסטאר רובי הנגרמת על ידי הפטרייה *Scytalidium lignicola*

אבי סדובסקי – מו"פ ערבה דרומית

צבי סולל, אברהם שטיינברג, יאיר אורן, דוד גפן, ניצן רוטמן, אהוד יוגב

במסגרת צוות ההדריס 7/12/2021



נושאים

הזן סטאר רובי

מחלת ההתמוטטות השחורה בסטאר רובי

זיהוי הגורמים להתפרצות המחלה

חשיפה מקדימה – predisposition

סיכום ומסקנות

סטאר רובי



אשכולית אדומה

- סלקציה נוצלרית חסרת זרעים של הדסון
- נוצרה ע"י הקרנת זרעים ב 1959 בטקסס
- שוחררה ב 1970
- הגיעה לישראל ב 1974
- שוחררה לנטיעה בתחילת שנות ה 80 .



תכונות הזן



- הזן מניב יכול גבוה מאוד (מרש +)
- איכות חיצונית ופנימית גבוהה
- זן האשכולית הטעים והיפה ביותר
- זן ההדר הרגיש ביותר לתנאי גידול וכימיקלים



נטיעה בעמקים הפנימיים

בגלל רגישותו הידועה לתנאי אקלים חם ויבש

הזן לא ניטע באזורים החמים

בקעה, עמק בית שאן, עמק יזרעאל מזרחי, סובב כנרת ועמק החולה

הצלחה בחלקות ניסוי ותצפית באזורים אלה

הביאה נטיעה רחבה של הזן בתחילת שנות ה 90

סטאר רובי בישראל וחשיבותו בשלהי המאה העשרים

- 17,000 דונם, מהם 7,000 דונם בבקע הירדן
- בבקע הירדן האשכוליות בכירות
- מגיעות ליחס הבשלה מבוקש ונקטפות מאמצע ספטמבר
- בשאר האזורים יחס הבשלה מתאים לקטיפה מאמצע אוקטובר.
- בבקע הירדן האשכוליות מיועדות לקטיפה בכיר.
- היבול השנתי כ 85,000 טון = ערך פו"ב 250 מליון שקל

סטאר רובי בבקע הירדן בתחילת 1998

- מהכנרת דרומה 2,000 דונם סטאר רובי
 - כ 50% מהאשכוליות באזור זה
- צפונה מהכנרת 5,000 דונם סטאר רובי
 - 80% משטח האשכוליות באזור.
- היבול השנתי של סטאר רובי בארץ כ 85,000 טון
- בבקע הירדן היבול 5 טון/ד בדרום ועד 7 טון/ד בצפון.
- רווח 2000 עד 2500 שקל לדונם לשנה

סטאר רובי בית שאן יולי 1998



Scytalidium wilt מחלת הנבילה בסטאר רובי

ב 1998 התפרצה המחלה התפרצה בבת אחת

אך ורק בזן סטאר רובי

לאורך בקע הירדן

משדמות מחולה ועד חולתה

גרמה לנבילה ותמותה של אלפי עצים

התמוטטות שחורה



בית שאן סתיו 1998

1998 - 2004

במהלך הסתיו 1998 עד אביב 1999 העצים התאוששו

פגיעה חוזרת בקיץ 1999, 2000, 2002, 2004

לא הייתה פגיעה ב 2001 ו 2003

התפתחות במהלך או סמוך לאירועי חום - כשלושה שבועות

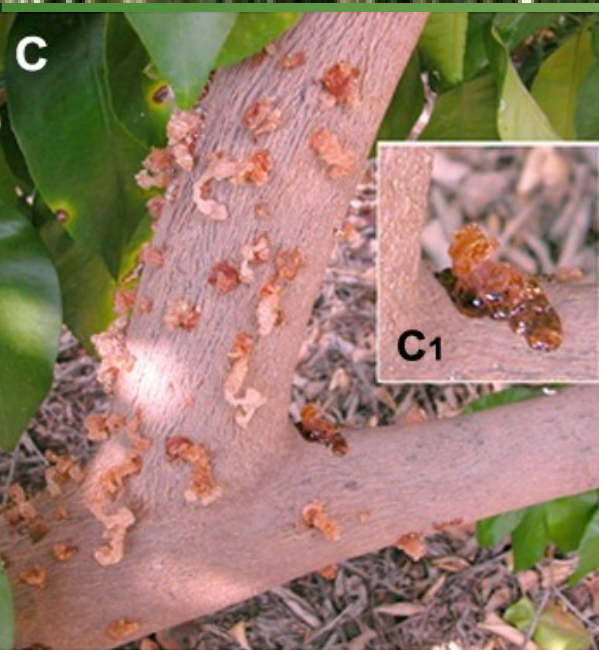
בהם הופיעו סימני פגיעה בעצים מעקת חום-אור

A



תסמיני עקת חום-אור בסטאר רובי

- הצהבת עלים
- זיבות שרף יבשות
- צריבות בלבלוב הצעיר
- התייבשות לבלוב צעיר
- לאחר העקה הלבנת הטרף



התפתחות המחלה ותסמיניה



- זיבות וטפטוף שרף חום בהיר מהזרועות וענפי השלד

- עצה אפורה נקרוטית

- נבילה מהירה של הענפים הפגועים ללא נשירת עלים

- תמותה של קליפת הענפים

- מתחת לאפידרמיס בקליפה הנגועה מתפתחת שכבת נבגים כהים

- תמותה של חלקי נוף שלמים

- תמותה של העץ



Koch's postulates עקרונות/מבחן קוך

מתודה ביולוגית באמצעותה מוכח כי

הפתוגן הנבדק גורם למחלה מסוימת בפונדקאי

- הפתוגן נמצא בכל פונדקאי חולה
- הפתוגן מבודד ומגודל בתרבית נקייה
- אילוח פונדקאי בריא בתרבית וקבלת המחלה
- בידוד חוזר של הפתוגן מהפונדקאי

הגדרה ומבחן קוד

- מהנבגים ומהרקמות של עצים נגועים, בודדה הפטרייה
- *Scytalidium lignicola* Pesante
- פטרייה אונברסלית ספרופיטית
- ב 1999 הושלם בהצלחה מבחן קוד
- הוכח כי *S. lignicola* גורמת למחלה חדשה בסטאר רובי
- המחלה נקראה "Scytalidium wilt of citrus"
- ובישראל "התמוטטות שחורה של סטאר רובי".

השאלות שהתעוררו

- למה התפרצה המחלה בקיץ 1998

- מה מידת הסכנה הנשקפת

— לסטאר רובי (17,000 דונם)

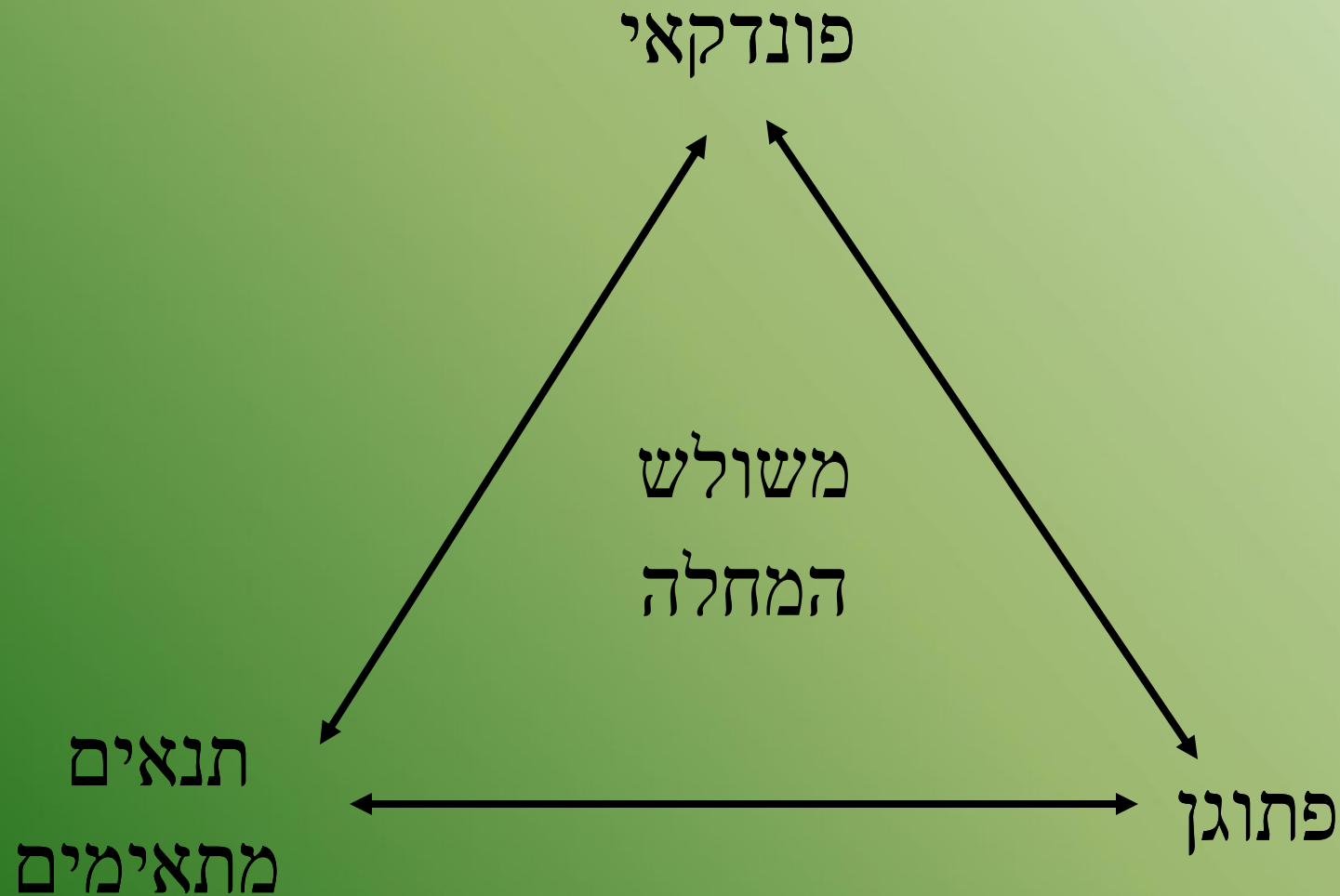
— לכלל משק ההדרים (כ 200,000 דונם)

מחלה

- מחלה - במובן הרחב – סטייה ממצב בריאות של הצמח
- המאיימת על התועלת ממנו ועל קיומו
- (Leo J. Klotz)
- כחקלאים מעניינת אותנו ההשפעה הכלכלית של המחלה

משולש המחלה (ביוטית)

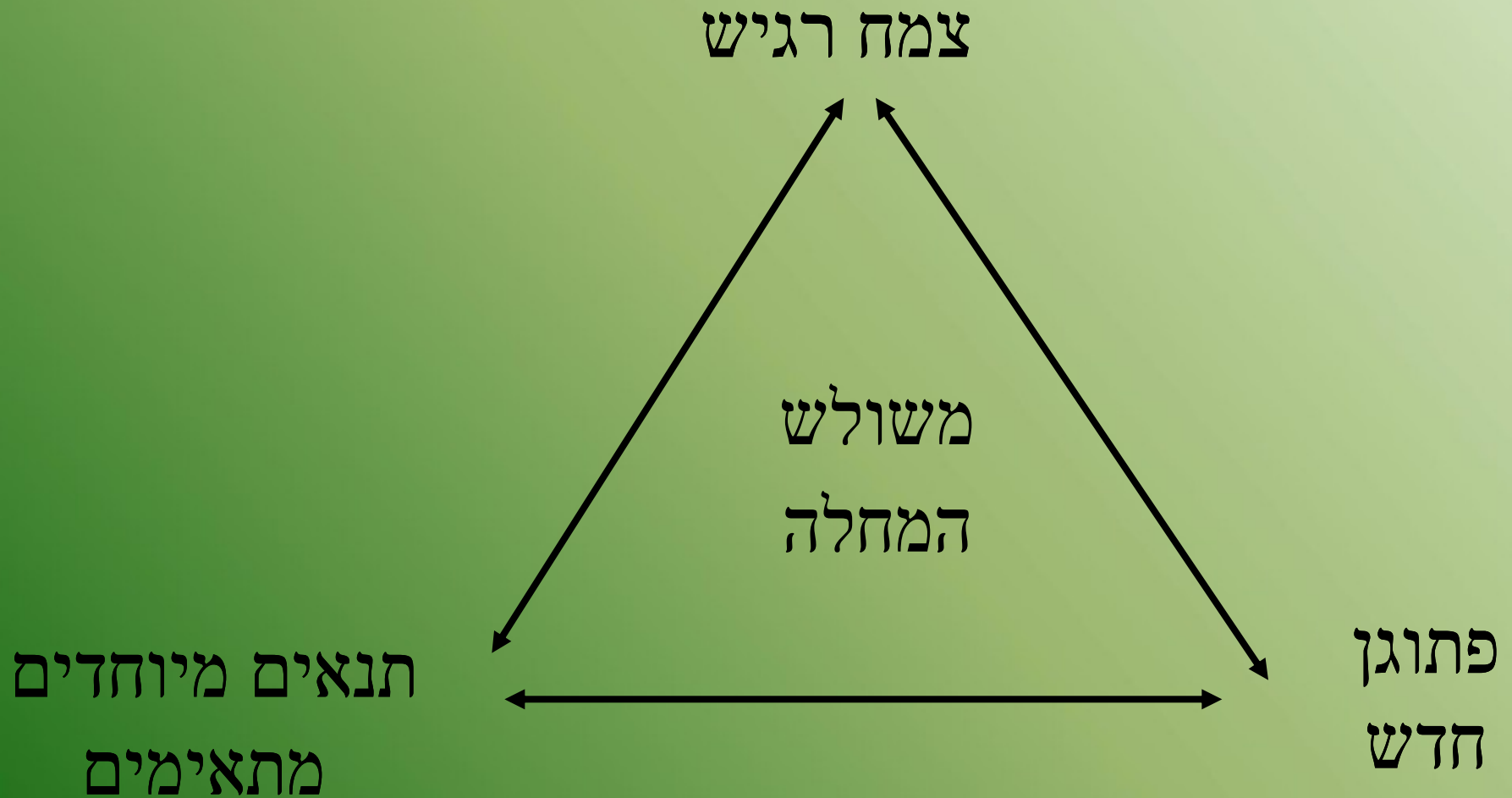
על מנת שתפתח מחלה חייבים להתקיים שלושה תנאים



הסיבות האפשריות לפריצת המחלה

- פטרייה פתוגנית חדשה,
 - שהגיעה לאזור ממקום אחר
 - מוטציה בפטרייה הנמצאת בפלורה המקומית
- תנאים מיוחדים
- שינוי שחל בפונדקאי והפך אותו רגיש לפטרייה אנדמית

משולש המחלה



התפרצות המחלה ומזג האוויר

ע"פ השרות המטאורולוגי

1998 הייתה השנה החמה ביותר המוכרת

— השנה בה פרצה המחלה לראשונה

"יולי 1998, 2000 ו-2002 היו החמים ביותר ב-40-50 שנים אחרונות "

— התפרצויות חוזרות ב (1999), 2000 2002 (2004, 2010)

בקיץ 2001 ו 2003 לא היו כל אירועי מחלה, ורב העצים התאוששו

ההשערה המרכזית

לתנאי מזג האוויר הקשים השפעה מכרעת על ההתפרצות

- התפרצות בו זמנית באזור גיאוגרפי גדול
- במאי 1998 לאחר אירוע חום יוצא דופן בבקע הירדן ועוד לפני פריצת המחלה
- רוב עצי הסטאר רובי נראו סובלים קשות מעקת חום-אור (הצהבה והלבנת טרף)

ב 2002 החלה עבודת מחקר

הנקודות שנבדקו במהלך העבודה

- האם יש פתוגן חדש
- מידת הסכנה לסטאר רובי וזנים נוספים
- האם חל שינוי בפונדקאי ומה הגורם לשינוי
- האם ניתן להדביר את המחלה

שכיחות הפטרייה באזורי גידול אחרים

תבדידים של הפטרייה *S. Lignicola* בודדו בקלות

מענפים בחלקות סטאר רובי בריאות

בצריפין, שילר, גיאה (גבעת חיים, שדה ניצן)

מידת האלימות/פתוגניות של הפטרייה

בוצע אילוח בעצים שלמים בבית שאן

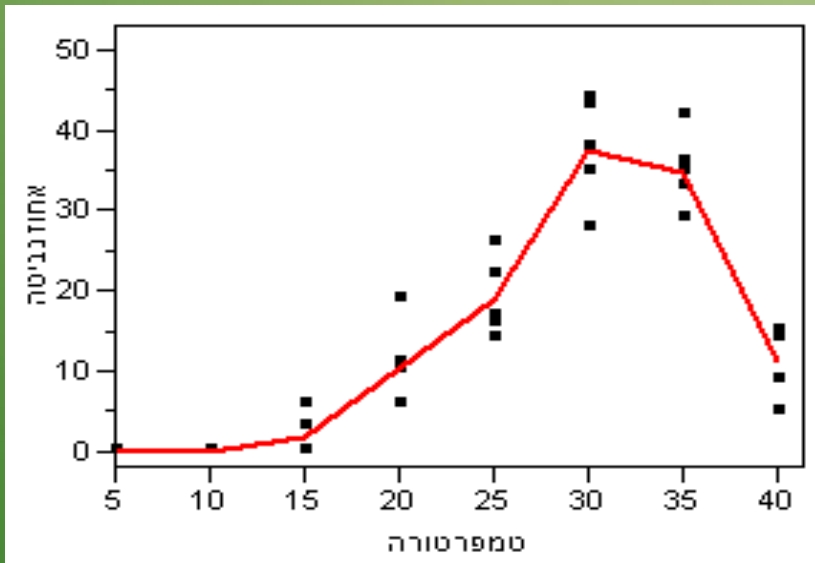
בעקבות האילוח

- נוצר כיב נקרוטי
- התקבלו כל תסמיני המחלה

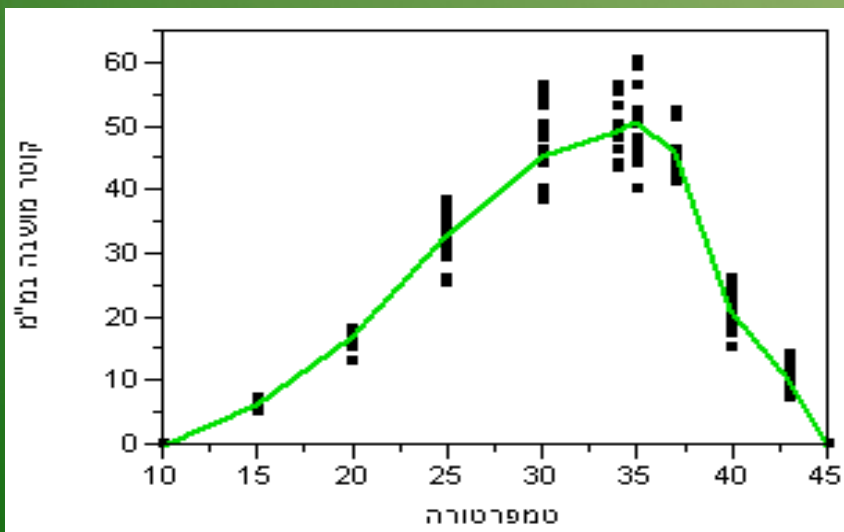
אולם לאחר זמן מה המחלה נעלמה והעץ הבריא



השפעת הטמפרטורה על נביטה וגידול הפטרייה בצלחות פטרי



נמצא כי הטמפרטורה המיטבית
לנביטת נבגים היא בין 28°C ל
 35°C



נמצא כי הטמפרטורה המיטבית
לגדילה של הפטרייה על מצע PDA
היא סביב 35°C

השפעת משטר הטמפרטורה על אחוז ההתמוטטות של שתילי סטאר רובי

ימים מתחילת אילוח				משטר טמפרטורה	
31	20	7	5	אחרי	לפני
100	100	100	37	חם	חם
100	100	25	0	בינוני	חם
100	67	0	0	קר	חם
100	80	0	0	חם	בינוני
0	0	0	0	בינוני	בינוני
0	0	0	0	קר	בינוני
100	80	20	0	חם	קר
0	0	0	0	בינוני	קר
0	0	0	0	קר	קר
				משטר טמפרטורה: חם=47/34, בינוני=35/28, קר=30/20	

- שתילים ששהו בטמפרטורות נמוכות מ 35 מעלות לא נפגעו
- שתילים ששהו בטמפרטורה גבוהה לאחר אילוח נפגעו
- שתילים ששהו בחום לפני האילוח נשארו רגישים למחלה גם לאחר מכן
- תופעה זו נקראת "חשיפה מקדימה" "predisposition"

חשיפה מקדימה Predisposition

להיות במצב של רגישות מיוחדת למחלה או תנאים

(Hoerr & Osol 1956)

מצב בו נמצא האורגניזם בעקבות חשיפה לגורם כל שהוא הגורמת
לו להיות יותר רגיש או יותר עמיד לפתוגן או פגע אחר לאחר חשיפה
או במהלכה

(Scheoneweiss 1986)

עקה Stress

- מצב בו נמצא הצמח
- נגרם מגורם חיצוני שיש לו השפעה מזיקה על הצמח
- יובש, מליחות, קרה, חום גבוה, קרינה חזק.
- מודדים את העקה ע"פ השפעתה על הישרדות הצמח, היבול, צמיחה, הטמעה ועוד..
- במהלך עקה מופעים קבוצות חלבונים ספציפיים לעקה המכונים חלבוני עקה
- עקה גורמת להופעת גורמי תעתוק האחראים להתבטאות גנים האחראים להתמודדות והתאוששות מהעקה

מחלקים עקות ע"פ משכן ופגיעתן

- עקה קצרה
- עקה מתמשכת
- נזק הפיך
- נזק בלתי הפיך

השפעת חשיפה מקדימה לעקת קור על נגיעות בפטריה לא אלימה

Schoeneweiss 1981

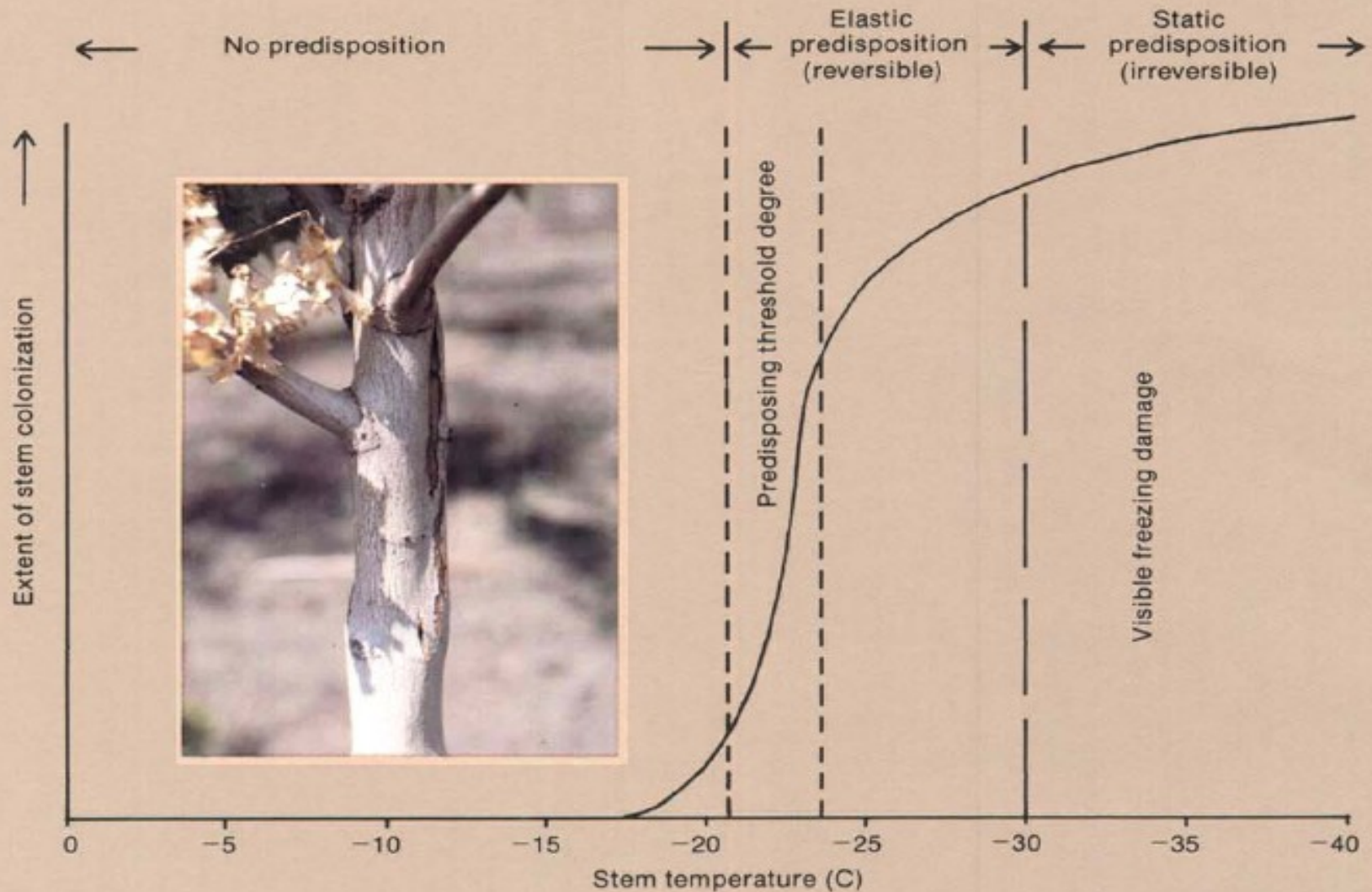


Fig. 3. Predisposing effects of freezing stress on colonization of woody stems by nonaggressive stem canker fungi. (Inset) *Cytospora* canker, with callusing and healing at margins, on red maple predisposed by freezing stress.

השפעת חשיפה מקדימה לעקת מים על נגיעות בכיבים

Schoeneweiss 1981

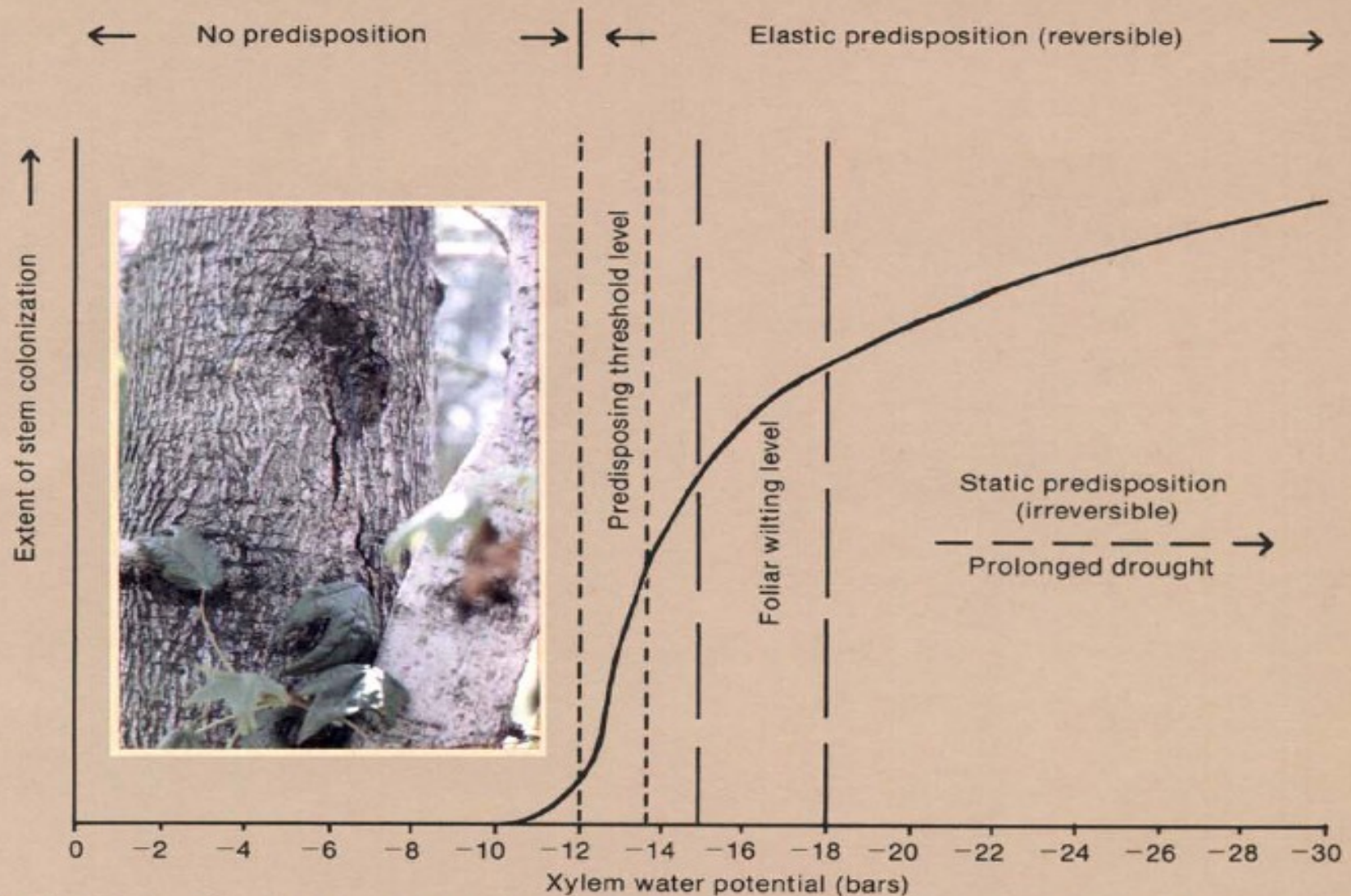


Fig. 2. Predisposing effects of water stress on colonization of woody stems by nonaggressive stem canker fungi. (Inset) Bleeding necrosis canker caused by *Botryosphaeria* on sweetgum stressed by several years of low precipitation.

עקת חום

- עקה גורמת הפעלת גנים ליצירת חלבונים מיוחדים הנקראים חלבוני עקה,
- עליה פתאומית בטמפרטורת הסביבה, של למעלה 10°C
- משרה סינתזה של חלבוני הלם חום HSPs = heat shock protein
- עצירת שעתוק חלבוני אחזקת הבית
- לשינוי קיצוני במערכת הגנטית של האורגניזמים
- השפעת עקת החום נובעת מההפרש וממשך העקה
- התוצאה יכולה להיות חולפת או קבועה
- שינוי קבוע עלול לגרום למות הצמח

עקת חום והתמוטטות שחורה

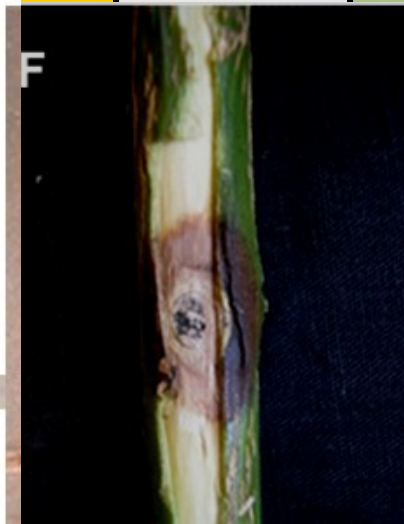


- בפרי סטאר רובי מנגנון המגיב לעקת חום
- ע"י הפעלת יצור חלבוני עקה,
- נמצא כי חשיפת הפרי לעקת חום
- תשרה יצירה מיידית של חלבוני עקה.
- תוצאה זו מראה כי בסטאר רובי קיים מנגנון המזהה עקת חום ומגיב לה
- יתכן כי מנגנון זה או מנגנון דומה, המופעל ע"י עקת חום,
- מביא את הצמח למצב של רגישות ל *S. lignicola*.
- (הנחה זו לא נבדקה בפועל)

רגישות של זני הדורים נוספים בתנאי חממה

אחוז תמותה 7 ימים מאילוח	קוטר כיב במ"מ		משטר טמפרטורה אחרי אילוח	משטר טמפרטורה לפני אילוח	הזן
	5 ימים מאילוח	3 ימים מאילוח			
100	78	29	חם	חם	סטאר רובי
100	64	22	חם	חם	פליים
0	5	0	חם	חם	ריו רד
0	0	0	חם	חם	מרש
0	0	0	בינוני	בינוני	סטאר רובי
0	0	1	בינוני	בינוני	פליים
0	0	0	בינוני	בינוני	ריו רד
0	0	0	בינוני	בינוני	מרש

- סטאר רובי – רגיש מאד
- פליים - רגיש
- ריו רד - לא רגיש
- מרש - לא רגיש



מקרים נוספים של מחלה

בבטיחה בעקבות שריפה נפגעו ריו- רד וצ'נדלר

בחולתה בעצי אור ששולדו ללא הלבנה (לפני עקירה)

החלפת זן על פומלית בשדה ניצן שנפגעה ממכת שמש

עצי סטאר רובי סובלים בגבעת חיים



התמוטטות שחורה בריו רד
שנפגע מחום שריפה בבטיחה

רשתות צל בגדות

- בוצע ניסוי ברשתות צל (רק גג) בחלקה נגועה
 - מתחת לרשתות הייתה התאוששות רבה יותר של עצים נגועים
 - מתחת לרשתות הייתה הפחתה במקרים חדשים
- הפחתת עקת האור הפחיתה נגיעות והדבקה חדשה
- הרשתות גרמו להפחתה משמעותית ביבול



מסקנות לגבי המחלה

- מחלה ההתמוטטות השחורה בסטאר רובי נגרמה כתוצאה מתקיפת העץ ע"י

הפטרייה *Scytalidium lignicola*

- פתוגן אופורטוניסטי - מזדמן
- התוקף פונדקאים במצב רגיש כתוצאה מפגיעה במערכת ההגנה שלהם
- הפגיעה במערכת ההגנה נגרמה מחשיפה מקדימה לעקת חום
- הפגיעה הפיכה

מעורבות פתוגנים

- מהעצים שנפגעו בודדה פטרייה שהוגדרה ב IMI
- כ *Scytalidium lignicola* Pesante.
- פטרייה שאיננה מוכרת כפתוגנית לעצי הדר
- (Carmichael and Sigler 1976).
- פטרייה זו בודדה וזוהתה גם מענפים יבשים שנאספו באקראי מקרקע מטעי סטאר רובי שלא נפגעו מהמחלה בקבוצת שילר ומושב גיאה.

מניעה והפחתת פגיעה

- יישום קוטלי פטריות נמצא לא יעיל

- הפחתת עקה החום-אור ע"י

— הימנעות מגיזום וחשיפת ענפי השלד לקראת האביב והקיץ

— משטר השקיה מיטבי

— הימנעות מנטיעה בשטחים מועדים

פרדס גונן רשתות צל ? !

הסכנה מהתחממות ואירועי חום קיצוניים

התחממות נוספת

בעיקר אירועי חום פתאומיים ויוצאי דופן

— היו כששה בעשור האחרון

עלולים לגרום לחשיפה מקדימה

ולעודד התפרצות התמוטטות שחורה בהדרים ומחלות נוספות

במינים אחרים

Scytalidium lignicola Pesante

- על פי הספרות המדעית זאת פטרייה:
 - קוסומופוליטית¹, ספרופיטית², פקולטטיבית³, אופורטוניסטית⁴
 - 1. נפוצה בכל העולם כולל ישראל ומדינות שכנות.
 - 2. בד"כ מתקיימת על אורגניזם מת.
 - 3. בתנאי עקה כשהצמח מוחלש היא מתנהגת כטפיל
 - 4. היא טפיל מזדמן ובעל טווח רחב של פונדקאים כולל בע"ח, בני אדם ודגים
- מכאן שהתפרצות המחלה לא נגרמה עקב הופעת פתוגן חדש.

יולי (2017) היה חם מהממוצע במידה ניכרת והיה למעשה אחד
מחודשי יולי החמים ביותר מתחילת המדידות.



סיכום

ההתפרצות המחלה ב 1998 ובשנים נוספות נבעה מאירועי חום יוצאי דופן

אירועים אלה גרמו לחשיפת מקדימה של עצי הסטאר רובי

גורם המחלה הינו פטרייה מזדמנת *Scytalidium lignicola*.

הפתוגן אונברסלי ונמצא גם בכל שטחי הדירים בארץ

ככל הידוע לא נשקפת סכנה לסטאר רובי באזורים יותר קרירים

תודה