

סקר טריסטזה בישראל בעזרת מודל התפשטות המחלה

רות מרכוס, חובב טלפז, סבטלנה פישמן, המחלקה לסטטיסטיקה ותכנון ניסויים, מינהל המחקר החקלאי

רקע

המודל הדטרמיניסטי לתיאור התפשטות הטריסטזה עם הזמן בתנאי בקרה מתואר בפירוט במאמר (1). בפיתוח המודל אנו מניחים כי מחלת וירוס הטריסטזה (CTV) מתפשטת בחלקה או במוקד סגור בתנאים של טיפול מחזורי. טיפול פירושו בדיקה מעבדתית לגילוי עצים נגועים ועקירתם. משך הזמן מטיפול לטיפול ייקרא אורך המחזור (למשל, שנה, שנה וחצי וכו').

נסמן ע"י X_i את שיעור הנגיעות בסוף מחזור i . כלומר, X_i הוא היחס בין מספר העצים הנגועים בסוף מחזור i לבין מספר העצים הכללי בתחילת מחזור i .

ההנחה היא שהקשר בין X_{i-1} לבין X_i (עבור $i=1,2,\dots$) נתון ע"י:

$$X_i = CX_{i-1} / [1 - (1-c) X_{i-1}] \quad (1)$$

אם נסמן

$$Z_i = X_i / (1 - X_i) \quad (2)$$

אז נקבל כי נוסחה (1) אקויוולנטית לנוסחה (3) כדלקמן

$$X_i = C Z_{i-1} \quad (3)$$

עבור שיעורי נגיעות נמוכים ניתן לקבל את הקירוב $Z_i \approx X_i$.

לדוגמה, אם $X_i = 0.01$ אזי $Z_i = 0.0101$. אם $X_i = 0.05$ אזי $Z_i = 0.0526$. לכן בשיעורי נגיעות נמוכים ניתן לקרב את (3) ע"י

$$Z_i \approx C X_{i-1} \quad (4)$$

הפרמטר C הוא שיעור ההתפשטות בתנאים של טיפול מחזורי. הוא תלוי בפרמטרים הבאים:

I. A - מקדם ההתפשטות (infection rate).

II. B - יעילות הטיפול. למעשה, הפרמטר B הוא מכפלה של יעילות הבדיקה המעבדתית לאיתור עצים נגועים עם יעילות העקירה.

III. T - משך הזמן מטיפול לטיפול (אורך המחזור).

הקשר בין שלושת הפרמטרים נתון ע"י

$$C = (1-B) e^{AT} \quad (5)$$

חשוב להדגיש כי התפשטות המחלה תלויה בפרמטר C בלבד. ייתכנו המצבים הבאים:

I. $C < 1$: פירושו ירידה עם הזמן ברמת הנגיעות.

II. $C = 1$: פירושו רמת נגיעות קבועה (steady state).

III. $C > 1$: פירושו עליה עם הזמן ברמת הנגיעות.

עבור C מסוים ייתכנו אינסוף אפשרויות בין AT ו- B . מאידך, עקב ההגבלה $AT \geq 0$ חייב להתקיים:

$$B \geq 1-C \quad (5)$$

שרטוט מס' 1 נותן את ערכי B כפונקציה של AT עבור ערכים מסוימים של C . דוגמאות:

I. נניח כי $C = 0.8$.

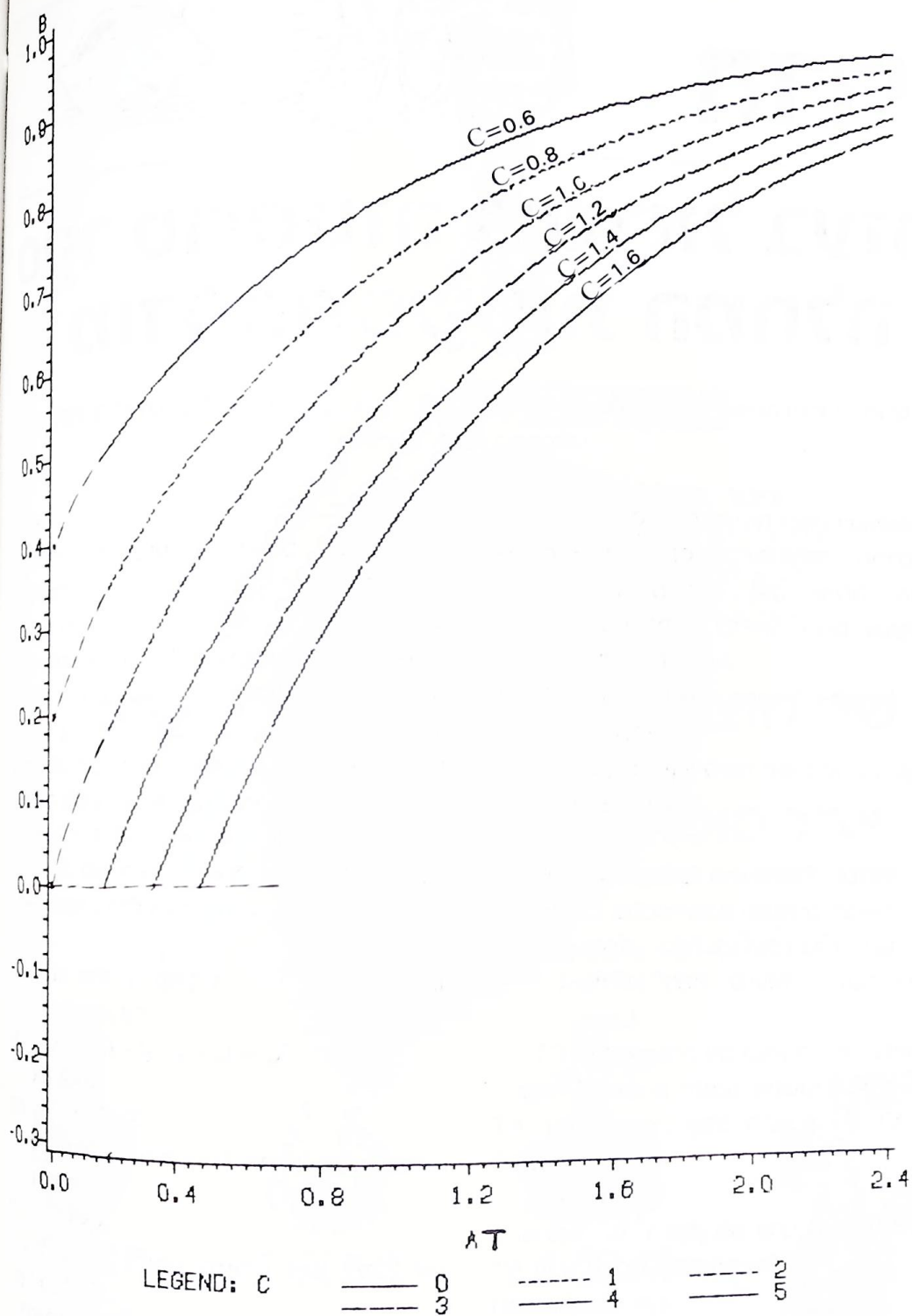
מתוך (5) נובע כי $B = 0.2$.

כאשר $B = 0.5$ אז $AT = 0.470$.

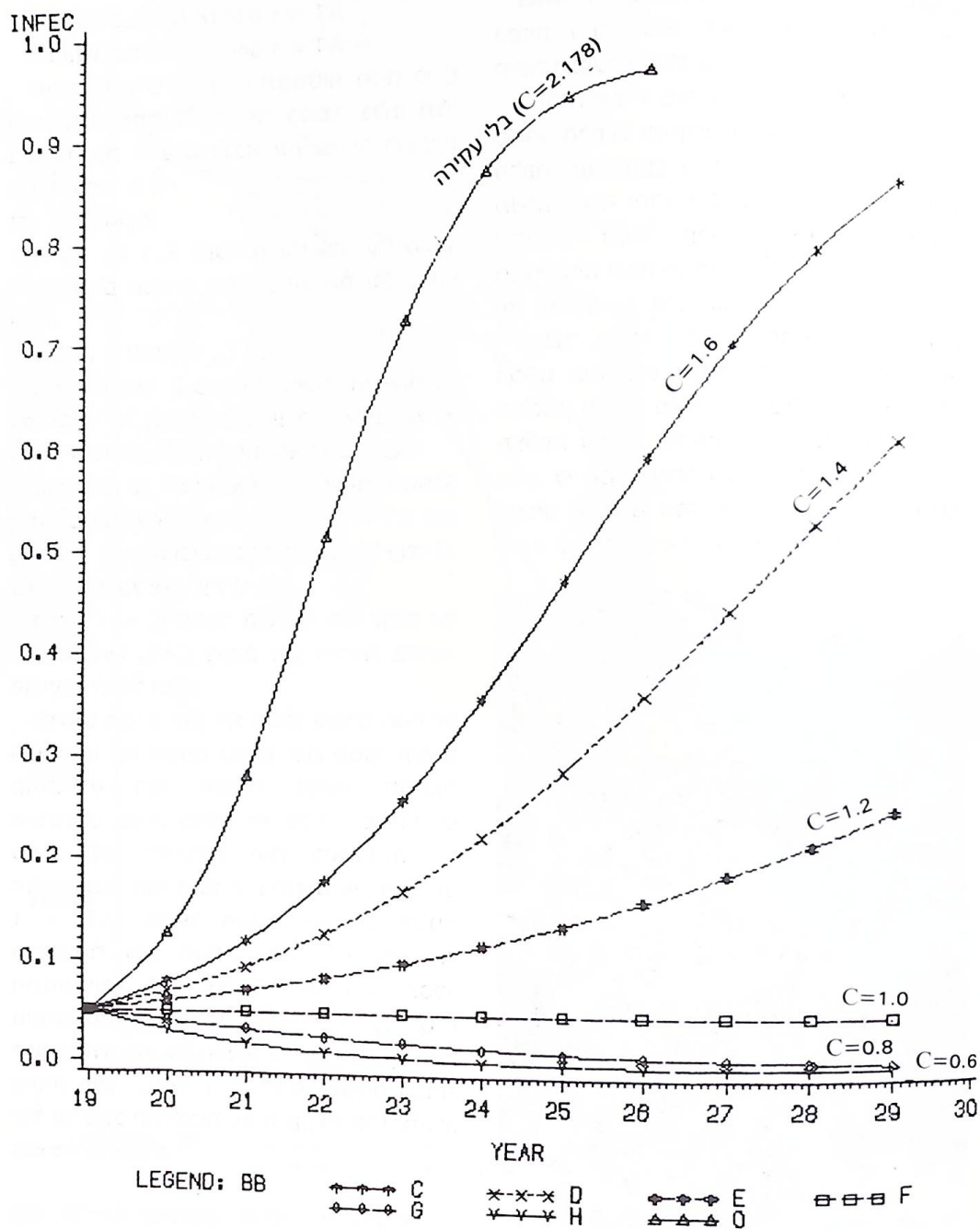
כאשר $B = 0.7$ אז $AT = 0.980$.

II. נניח כי $C = 1.4$.

ההגבלה (5) היא טריויאלית ופירושה $B = 0$.



1. יעילות הטיפול (B) כפונקציה של שיעור התפשטות המחלה (C) ומקדם ההתפשטות (A)



2. שיעור הנגיעות בטריסטסה כפונקציה של שיעור התפשטות המחלה.

באשר M_i הוא מספר העצים שהתגלו כנגועים במועד i ו- C_i הוא שיעור ההתפשטות בתנאי טיפול ממועד $i-1$ למועד i .

בטבלה מס' 1 מופיעים ערכי M_i וערכי C_i עבור מספר חלקות ומוקדים נבחרים. בהנחה שעבור חלקה (או מוקד) מסוים ערכי C_i הם קבועים משנה לשנה וההבדלים ביניהם נובעים מסטיות מקריות, נאמד ערך משותף C בשיטה סטטיסטית שבה מניחים כי

$$\ln(M_i/M_0) = C_i + E_i \quad (9)$$

כאשר E_i הן סטיות מקריות בלתי תלויות בעלות תוחלת 0 ושונות σ^2 . נציין כי אומדן זה, המסומן ע"י C , מבוסס על מספר קטן מאד של תצפיות ולכן יש להתייחס אליו בזהירות. כמוכך נציין, כי הנתון עבור שנת 1984 אינו מכיל את העצים הנגועים שנמצאו בכל 1984, ולכן הדבר מובא בחשבון בעזרת ההנחה $T=3/4$.



כאשר $B = 0.5$ אז $AT = 1.030$

כאשר $B = 0.7$ אז $AT = 1.540$

חשוב לציין כי מודל ההתפשטות מניח כי C הוא קבוע ממחזור למחזור, כלומר, בלתי תלוי ב- i . בהנחה זו ניתן לנבא את שיעור הנגיעות בסוף מחזור R ע"י

$$Z_R = C^R Z_0 \quad (6)$$

כאשר Z_R ו- Z_0 מוגדרים ע"י (2). ע"י מעבר ללוגריתמים טבעיים ניתן לכתוב את (6) באופן הבא:

$$\ln Z_R = R \ln C + \ln Z_0 \quad (7)$$

בשרטוט מס' 2 מופיעים שיעורי הנגיעות X_i כפונקציה של השניים עבור ערכים שונים של C , כאשר הנגיעות ההתחלתית היא $X_0 = 0.05$. משרטוט זה רואים את התפשטות המחלה בתנאים ללא עקירה כאשר $B = 0$ $AT = 1$ (ואז $C = e = 2.178$) וכן בתנאים אחרים של ערכי C , שבהם הטיפול אינו יעיל ($C > 1$).

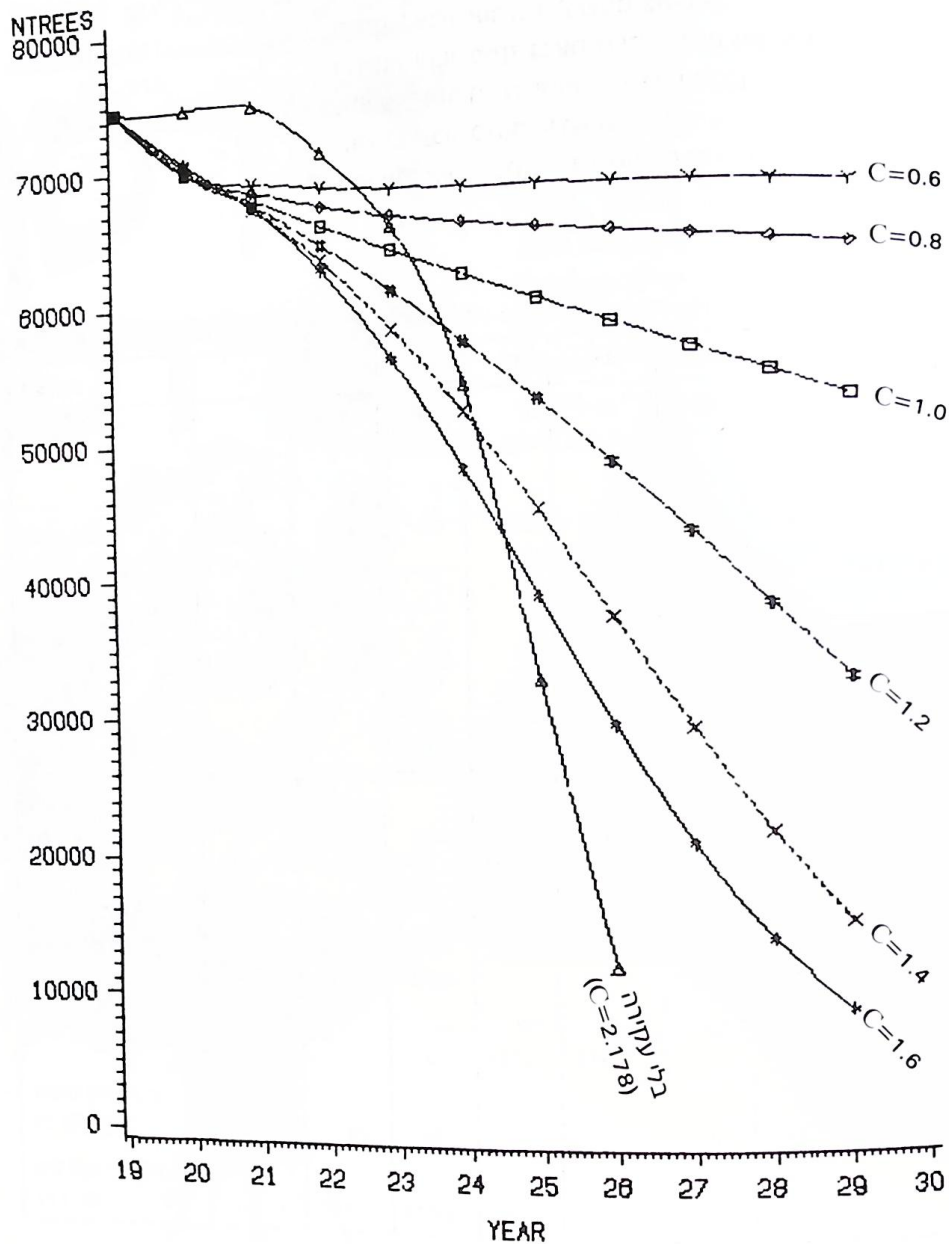
כאשר $C = 1$ שיעור הנגיעות הינו קבוע עם הזמן. כאשר $C < 1$ רואים את הירידה בשיעור הנגיעות לאורך הזמן.

שרטוט מס' 3 נותן את מספר העצים הנותרים כפונקציה של השנים במוקד שבו מספר העצים ההתחלתי הוא 74,500 ושיעור הנגיעות ההתחלתי 0.05. כאשר אין עקירה, מניחים כי משך הזמן מהדבקת העץ בטרסטזה ועד התמוטטותו הוא 3 שנים. בתנאים אלו ($B = 0$, $AT = 1$) מספר העצים משך 3 השנים הראשונות הוא הגבוה ביותר (כי עדיין אין התמוטטות). לאחר מכן יורד עם הזמן מספר העצים הנותרים באופן מהיר ביותר. ככל ש- C קטן הירידה במספר העצים שנשארו במוקד הינה איטית יותר. כאשר $C = 1$ מספר העצים במוקד יורד עד מצב התייצבות עם הזמן, מאחר והמחלה נמצאת בהכחדה.

ניתוח הנתונים מסקר הטרסטזה

הנתונים שנאגרו במחשב כוללים את מספר העצים הנגועים שהתגלו בשנים 1979 עד 1984. מאחר ומספר העצים הנגועים שהתגלו הוא קטן יחסית למספר העצים הכללי בחלקה או במוקד ניתן להשתמש בקירוב הבא:

$$M_i \approx C_i M_{i-1} \quad (8)$$



LEGEND: BB

--* C
--* G

*-x-x- D
--* H

--* E
--* O

--* F

חלקות או מוקדים "בעייתיים" ($C > 1$), כמו חדרה 377. הבעיה יכולה לנבוע מ-A גבוה או מ-B נמוך. כמו, בחדרה 377 כנראה ש-A היה גבוה כתוצאה מגיזום עצים המהווה חממה לגידול הוקטור.

בטבלה מס' 2 מופיעות מספר אפשרויות של ערכי A ו-B עבור ערכים נבחרים של C שהתקבלו מהנתונים, ערכי C שנבחרו:

מטבלה מס' 1 נובעות המסקנות הבאות:

I. עבור חלקה (או מוקד), יש השתנות בין ערכי C בשנים שונות. השתנות זו תיתכן עקב שינוי ב-B משנה לשנה, או אולי עקב שינוי ב-A, או שתי האפשרויות במקביל.

II. יש הבדלים בין חלקות ובין מוקדים. יש חלקות או מוקדים מטופלים טוב ($C < 1$), כמו מוקד אור הנר או מוקד גבעת חיים, ויש

- I. $C_{max} = 4.333$ התקבל עבור חדרה 337 (בשנים 81-82)
- II. $C_{min} = 138$ התקבל עבור אור הנר (בשנים 81-82).
- III. $C = 570$ התקבל עבור מוקד גבעת חיים בשנים (83-84)
(זהו ערך אופייני למדיניות הכחדה יעילה).
- IV. $C = 2.024$ התקבל עבור מוקד חדרה (82-83).
[זהו ערך אופייני לטיפול לא מוצלח ($C > 1$)].

טבלה 1: מספר העצים שנמצאו נגועים בטריסטזה לפי שנים במספר חלקות ובמספר מוקדים.

מקום		80	81	82	83	84	C	הערות
כפר מרדכי 29	M	60	23	8	19			
	C		0.383	0.348	2.375		0.536	
בית דגן	M	36	2	5	2	5		
	C		0.56	2.5	0.4	2.5	0.458	
גבעת חיים איחוד 8	M			21	38	25		
	C				1.810	0.658	1.207	
חדרה 377	M		9	39	46	48		
	C			4.333	1.179	1.043	2.0	
אור הנר 8	M	78	58	20	0			
	C		0.744	0.344	0		0.340	
מוקד חדרה	M		137	165	334	171		גוש 6500 - חלקות 350-382
	C			1.204	2.024	0.512	1.207	
מוקד גבעת חיים	M			131	121	69		גוש 2018 - כל החלקות
	C				0.923	0.570	0.840	
אור הנר	M	93	144	20	26			כל החלקות
	C		1.548	0.138	1.3		0.740	
מוקד חיבת ציון	M	30	17	45	136	26		גושים 217, 219 כל החלקות
	C		0.567	2.64	3.022	0.191	1.10	גוש 422 חלקות 32-171

טבלה 2: קומבינציות אפשריות של ערכי A ו-B עבור ערכים נבחרים של C

C=0.138		C=0.570		C=2.024		C=4.333		הגבלה על B (נוסחה 5)
B≥.862		B≥430		B≥0		0≥B		
A	B	0.75A	B	A	B	A	B	
0.322	0.90	0.642	0.70	0.705	0.0	1.46	0.0	
1.015	0.95	1.047	0.80	1.216	0.4	1.97	0.4	
		1.740	0.90	1.62	0.6	2.38	0.6	

ותיק • מוכר • אמין

דורסן לפרדסן



דורסן הינו תכשיר מספר אחד להדברת כנימה
אדומה, כנימת מוך, כנימת פסיק, כנימה קמחית
ואקרית חלודה בפרדס.

דורסן הינו התכשיר בו השתמשת בהצלחה
בפרדס, במשך שנים רבות.

לחקלאות בריאה יותר



כחול בע"מ ערד
לונסמבורג כימיקלים

ת.ד. 13 ת"א. מיקוד: 61000. טל. 03-370566.

מסקנות

במונחים אפידמיולוגיים דיכוי הטריסטזה פירושה נקטת מדיניות שבה $C < 1$. מבחינה מעשית הדבר יכול להיעשות ע"י הגדלת B (כלומר, שיפור יעילות הבדיקות המעבדתיות, ביצוע מהיר של עקירת עצים נגועים וכן ע"י הקטנת T, ביצוע ה"טיפול" לעתים תכופות יותר). מניתוח הנתונים רואים כי במוקדים המטופלים היטב מצליחים לדכא את התפשטות המחלה. יש לשאוף להגברת יעילות הבדיקות והגילוי. באיזורים בהם התגלתה התפשטות מואצת מומלץ להגביר את תדירות הבדיקות וכן לממש את עקירת העצים הנגועים מיד עם גילויים.

עקב ירידה ברווחיות ענף ההדרים מהווה הפיצוי עבור עקירת עצים נגועים תמריץ אפשרי לאי עקירה. אי עקירה מעלה את רמת הנגיעות ומאפשרת בפוטנציה להעלות את סה"כ הפיצוי שבמצבי ריווחיות נמוכה מהווה הכנסה משמעותית למגדל. מומלץ לכן להעביר את תקציב הפיצוי לטובת הגברת מאמצי הסקר והגילוי.

ביבליוגרפיה

1. S. Fishman, Marcus, R., H., Talpaz, M. Bar-Joseph, Y. Oren, R. Salomon and M. Zohar (1983). Epidemiological and economic models for spread and control of citrus disease. Phytoparasitica 11 (1):39-49.

סיום אביב לספרד ואיטליה

בעקבות פניות מגדלים אנו מנסים לארגן קבוצה לסיור בפרדסי ספרד ואיטליה.

מגדלים המעוניינים להשתתף מתבקשים ליצור קשר עם מזכירות הארגון.

איכות פומלו בכיר בערבה ובבקעת הירדן

סיכום דיון שהתקיים ביום 21.11.84, במחלקה להדריס שה"מ

שמואל אשכנזי, אליעזר ישראלי

על החושש וקיבל את הציון הגבוה - 3.5-4.0.
קיימת זהות בין הטעימה לבין בדיקות המעבדה
בציון גבוה ובכיוון גבוה של סוכר.

רמות סוכר וחומצה - רמות הסוכר
והחומצה בפרי על החושש בדרכי כלל גבוהות
יותר מאשר בפרי על שתי הכנות האחרות,
ה"לימוניות".

רמת הסוכר בכנת החושש גבוהה ב' 0.4%
עד 3% מאשר בכנות האחרות. 11.3% לעומת
10.9% בחצבה ב' 24.9.84 - 0.4 יותר סוכר;
13.4% לעומת 9.5% ביטבתה ב' 22.10.84 -
3.9% יותר סוכר, שהם 21%.

רמת החומצה שווה או נמוכה 0.73%-0.77%
(קטורה 24.9.84) עד הפרש של 0.22% (0.72%)
לעומת 0.5% עין גדי 22.10.84, שהם 40% יותר
חומצה על כנת החושש.

יחס הבשלה - ערכי יחס הבשלה נעים בין
1:9.8 יטבתה 24.9.84 עד 1:16 עין גדי
22.10.84. כמעט ואין כל משמעות למושג של
יחס הבשלה בפומלו. לדוגמה, פרי באיכות גרועה
ביותר, שקיבל במבחן טעימה ציון 2.9, נמצא
ביחס הבשלה 1:11, רמת הסוכר נמוכה בו -
8.8%, גם רמת החומצה נמוכה 0.78%, זאת
לעומת פרי ט"ב - ציון 3.5 שיחס הבשלה בו -
1:11, 10.3% סוכר, וחומצה - 0.93%.

השוואה בין עונת 1983 ל-1984
חל שיפור ניכר באיכות הפרי בעונת 1984.
בסיור קודם, שנערך בסתיו 1983, היה הפרי,
בעיקר על כנת וולקמריאנה, באיכות גרועה
ביותר. בעונה זו - סתיו 1984, הפרי באיכות

גודל שטחי הפומלו בערבה ובבקעת הירדן
כ-800 דונם. סה"כ שטח הפומלו בישראל,
תשמ"ד, כ-3,500 דונם.

מזה כמה שנים נערך מעקב מקצועי אחר
אפשרויות הגידול, הכנות, היבול, עונת ההבשלה
ואיכות הפרי באיזור בכיר זה.

עם תחילת היצוא בעונת 84/85 נערכו סיורים
ונלקחו דגימות פרי בתאריכים 24.9.84, 9.10.84,
22.10.84, 18.11.84. מהמשקים יטבתה, יהל,
קטורה, חצבה, עין גדי, ייטב, גלגל, רועי, בקעות,
מסילות, תליוסף, רמת צבי, רמות, מעלה גמלא.
מרבית השטחים צעירים, בתחילת ניבה. בחלק
מהמשקים קיימות 2 או 3 כנות: חושש,
וולקמריאנה, מקרופילה. רוב החלקות נטועות על
כנה וולקמריאנה.

הזן העיקרי פומלו גולית, קיימים שטחים
קטנים יותר של פומלו צ'נדלר.
מובאת כאן תמצית הדיון שהתקיים לסיכום
הסיורים ומבחי הטעימה שנערכו, וכן מסקנות
לעיתיד, בתחום איכות הפרי וסטנדרט ההבשלה.

טעימה ובדיקות

נערכה בשטח טעימת פרי ונקבע דירוג 1-5:
1 - גרוע ביותר, 5 - מצוין. רמה 3.5 נחשבת
כטעם סביר, ו-3 < פרי שאינו ראוי לשיווק.
במקביל נערכה בדיקת פרי במעבדת המועצה
לשיווק פרי הדר ונבדקו אחוזי סוכר, חומצה, אחוז
מיץ מהציפה, עובי קליפה, וחושבו יחס ההבשלה
ואחוז הקליפה מקוטר הפרי. בפרדסים בהם
הפומלו מורכב על שלוש הכנות נערך מבחן
טעימה.

טעימה וזיהוי - במרבית המקרים זוהה הפרי