



ד"ר מרי דפני ילין / יהודית מוי



צילום: ד"ר מרי דפני ילין / אשד נול

# חיזוי והתרעה על הדבקת גפנים בכשותית באמצעות מערכות תומכות החלטה

מרי דפני ילין (merydy@gmail.com), יהודית מוי / מו"פ צפון, מיגל  
תרצה זהבי / שה"מ, משרד החקלאות  
שמוליק עובדיה / יקבי כרמל

דם, בהתאם לתנאי מזג האוויר. התמודדות עם המדבק הקיצי, שלב בו האשכולות כבר לא רגישים למחלה, נעשית לרוב על פי נוכחות המחלה בשטח, כאשר הטיפול מונע את התפשטותה. בעבר נעשה שימוש ב'כלל אצבע', לפיו מטפלים כאשר כמות הגשם עולה על 10 מ"מ, הטמפרטורה גבוהה מ-10 מ"צ ואורך היצימוח מעל 10 ס"מ. בעבודה קודמת נמצא כי 10 מ"מ בלבד אינם מספיקים להדבקה ויש צורך באירוע גשם שנמשך מספר ימים שבו כמות המשקעים ליום משמעותית יותר ותאפשר 'הקפצת' הנביגים מהקרקע הרטובה אל העלים (1). מערכת תומכת החלטה Vite-net של חבר'ת Horta חזרה בהצלחה באיטליה ובקנדה נגיעות ראשוניות באזורים גאוגרפיים שונים (2, 3). תוכנת RIMpro שפותחה בהולנד מספקת מערכת התרעה להדבקה במחלות שונות כגון גרב בתפוח (*Venturia inaequalis*) וכ' שותית בכרם ענבים וכבר ב-2012 נבחנו בישראל בהצלחה לחיזוי מועדי הדבקה של גרב בתפוח (ראובני וחובי, טרם פורסם). המטרה ארוכת הטווח של המחקר הייתה להפחית שימוש בתכשירי הדברה כנגד כשותית הגפן באמצעות חיזוי והתרעה על הופעת מדבק ראשוני בתנאי מזג האוויר של ישראל. לשם כך נבחנו שתי מערכות התרעה מסחריות תומכות החלטה, RIMpro ההולנדית ו-Vite-net האיטלי קית, שיכולות לחזות הופעת מדבק.

## תקציר



ימוש במערכת התרעה על הדבקה בכשותית הגפן (*Ronospora* SP.) עשוי ליעל את יישום תכשירי ההדברה כנגד הכשותית שהגורם לה הוא הפתוגן *Plasmopara viticola*. מאמר זה מציג בחינה של שתי מערכות, RIMpro ו-Vite-net, שיכולות לחזות ולהתריע על הדבקות ראשוניות של כשותית הגפן בכרם על פי אירועי מזג אוויר.

## מבוא

כשותית הגפן *Ronospora* SP. נגרמת על ידי הפתוגן *Plasmopera viticola* השייך למחלקת האאומיצטיים (Oomycetes - מאופיינים בקורים ללא מחיצות ודופן המכילה תאית ולא כיטין). הדבקה ראשונית תלויה בירידת גשמים בתקופת האביב הגורמים ראשית להרטבת הקרקע ובהמשך ל'הקפצת' המדבק המיוני הראשוני מהקרקע אל העלה. להדבקות משניות אין הכרח בגשמים אך דרושה לחות גבוהה כתוצאה מגשם או מטללים בלילות הקיץ החמים. ההדבקות הראשוניות מסכנות את היבול לאותה שנה וחשוב לטפל בהן מוקדם.

בתמונה למעלה: עלי גפן עם נזקי כשותית מתקדמים

## שיטות וחומרים

במהלך השנים 2013-2016 נבחנו 23 חלקות כרם שבכל אחת מהן 100-300 נפנים שלא טופלו כנגד כשותיות. הזנים בחלקות היו 'אמרלד ריזלינג', 'ברברה', 'גורצטרמינר', 'מוסקט קנלי', 'מרלו', 'סג'ובוה', 'פינו שחור', 'קברנה סובינון', 'קריניאן' ו'קרימון'. לצורך זיהוי כתמי כשותיות ראשונים והגדרת שלב פנולוגי החל מצימוח של 5 ס"מ, נטרו החלקות לאחר כל אירוע גשם פעם או פעמים בשבוע במשך שלושה שבועות. במקביל נאספו בתחנות מטאורולוגיות סמוכות נתונים על כמות גשם, שעות רטיבות עלה, טמפרטורה, לחות יחסית, קרינה, מהירות הרוח וכיוונה. בתחנת גימזו, בשל היעדר חיישן רטיבות עלה, הוערך ערך זה על פי אחוז הלחות היחסית באוויר. נתוני מזג האוויר והשלבים הפנולוגיים של הצימוח הועברו לאנשי התמיכה הטכנית של שתי המערכות Vite-net ו-RIMpro, והועלו לרשת. במפה שלהלן מוצג מיקום התחנות המטאורולוגיות בהן נערך המעקב והחלקות הסמוכות לכל תחנה.



מפת חלקות הדיגום:  
התחנות המטאורולוגיות  
(משולש שחור)  
וחלקות הדיגום (עיגול  
אדום) הסמוכות לכל  
תחנה

המפה הוכנה על ידי יעליר אורלב, מונל

ביותר מ-1,000 צפוייה נגיעות גבוהה מאוד. בהתאם לזני הגפנים שני בדקו ונקבע כי במערכת RIMpro ציונו כהתרעות הדבקה רק ערכים מעל 100. מערכת התרעה Vite-net מספקת מידע על מצב המ"ד בק בשטח: זמן נביטת האוספורות (גופי פרי מיניים), זמן שחרור הזואוספורות (חי נבגים - נבגים בעלי יכולת תנועה), מועד התפרות הזואוספורות והדבקה. במערכת זו ציונו כהתרעות הדבקה, רק הד" בקות בפועל.

## תוצאות ודין

בין השנים 2013 ל-2016 הופיעה נגיעות כשותיות בתשע מתוך 23 חלקות, בזנים 'אמרלד ריזלינג', 'קברנה סובינון', 'קריניאן', 'מוסקט קנלי' ו'מרלו'. בארבע חלקות הנגיעות הייתה גבוהה ובמרבית הגפנים נמצאו מספר שריגים נוגעים. בחלקה אחת נמצאה נגיעות בכ-25% מהגפנים ובעד 5% מהן נצפתה נגיעות של עשרות שריגים לנפן. בשאר ארבע החלקות נמצאה נגיעות נמוכה בפחות מ-25% מהגפנים. הנגיעות בכל החלקות שנבחנו הושוותה להתרעות שפלטו המערכות Vite-net ו-RIMpro. ניטור החלקות החל לפני שנראה בהן הכתם הראשון, פרט לחלקה במושב גימזו, בה כבר בביקור הראשון נראתה הנגיעות, כנראה בעקבות גשם שירד ב-10.4.15 (טבלה 1).

בשתיים מתוך תשע החלקות בהן נמצאה נגיעות בעקבות אירועי גשם חזתה מערכת Vite-net כי יתרחש מצב של שחרור אאוספורות, אך באף אחת מהחלקות לא נחזתה הדבקה בפועל של העלים. במערכת RIMpro נחוזו שבעה מתוך תשעת אירועי הנגיעות (77.8%).

בשני אירועי הגשם בהם מערכת RIMpro לא התריעה על הדבקה גם לא התפתח נזק משמעותי: ברמת מגשימים ב-2014 נראתה נגיעות ביוניות על שריגים בודדים ב-12.5% מהגפנים עם 0.1 כתמים במוצע לעלה (נבדקו עשרה עלים בכל מוקד נגיעות). בתל פארס נראתה ב-2016 נגיעות נמוכה, בשריגים בודדים ובפחות מ-5% מהגפנים.

ב-3.4% מאירועי הגשם שבעקבותם לא הופיעה נגיעות התקבלו ב-RIMpro התרעות שווא, בעוד שב-Vite-net התקבלו 13.8% התרעות שווא (טבלה 2).

תוצאות אלו אינן בהתאמה לממצאים באזורים שונים באיטליה ובקוויבק, קנדה, לפיהם Vite-net חוזה בהצלחה את אירועי הנגיעות בחלקות (2, 3).

**טבלה 2: מספר אירועי הגשם בהם הופיעה או לא הופיעה כשז חזתה על פי התאמה למערכות ההתרעה Vite-net ו-RIMpro בשנים 2016-2013**

Vite-Net	RIMpro	אירועים בהם התפתחה נגיעות
0	7	TP נגיעות בעקבות התרעה, התרעת אמת
9	2	FN נגיעות ללא התרעה
<b>אירועים בעקבותיהם לא התפתחה נגיעות</b>		
25	28	TN אין התרעה ואין נגיעות
4	1	FP יש התרעה אין נגיעות, התרעת שווא

■ **ניטור החלקות:** הניטור החל בעקבות אירוע גשם שהתרחש לאחר לבלוב הכרם. חומרת המחלה הוגדרה שלושה שבועות לאחר הפעת כתם ראשון על פי מצב הנגיעות בשטח, בשש דרגות: כרם בריא = ללא נגיעות; כרם נוגע ברמה נמוכה = עד 5% מהגפנים נוגעות בשריגים בודדים; כרם נוגע ברמה ביוניות = 5-25% מהגפנים נוגעות בשריגים בודדים; כרם נוגע ברמה גבוהה = מעל 25% מהגפנים נוגעות ברמה כלשהי; כאשר גפנים בודדות נוגעות במרבית השריגים.

■ **רמות החיזוי של כל מערכת התרעה:** ההתרעות של מערכת RIMpro חולקו לארבע רמות של חיזוי: 1-110 = צפוייה נגיעות זניחה; 100-110 = צפוייה נגיעות נמוכה; 101-1000 = צפוייה נגיעות ביוניות;

טבלה 1: תוצאות חיזוי של מערכות התרעה להופעת כשותית מול ממצאים בפועל בשנים 2013-2016

Vite-Net		RIMpro		ניעות בחלקה	האריך הופעת כתם	מספר ימי גשם	תחילת ניסור	מועד גשם	זן	תחנה מדידה
מסקנה	פלט המערכת	מסקנה	פלט המערכת							
<b>2013</b>										
FN	0	TP	2051	גבוהה	1.5	7	23.4	16.4	'קברנה סובינין'	גשור
FN	0	TP	198	גבוהה	23.4	7	23.4	16.4	'קברנה סובינין'	יונתן
<b>2014</b>										
FP	-	TN	0	ללא	-	1	28.3	30.3	'קרימסון'	קדש
TN	הדבקה	TN	8	ללא	-	2		7.5		
TN	0	TN	0	ללא	-	1	7.4	30.3	'קברנה סובינין'	גשור
TN	0	TN	2	ללא	-	3		7.5		
TN	0	TN	0	ללא	-	1	2.4	30.3	'מרל'	יונתן
TN	0	TN	23	ללא	-	2		7.5		
TN	0	TN	0	ללא	-	1	2.4	30.3	'קברנה סובינין'	
TN	0	TN	23	ללא	-	2		7.5		
TN	0	TN	0	ללא	-	1	28.4	30.3	'פיונו נואר'	עין זיוון
TN	0	TN	2	ללא	-	2		7.5		
TN	0	TN	0	ללא	-	1	1.4	30.3	'מוסקט קנלי'	רמת מגשימים
FN	0	FN	2	ביונות	26.5	2		7.5		
<b>2015</b>										
TN	0	TN	0	ללא	-	4	13.4	10.4	'קברנה סובינין'	גשור
TN	0	TN	6	ללא	-	2	12.4	21.3	'קברנה סובינין'	משגב עם
TN	0	TN	0	ללא	-	7		9.4		
FP	שחרור זואוספורות	FP	258	ללא	-	2		14.5		
TN	0	TN	6	ללא	-	2	12.4	21.3	'סנג'ובה'	
TN	שחרור זואוספורות	TN	0	ללא	-	7		9.4		
FN	שחרור זואוספורות	TP	258	גבוהה	27.5	2		14.5		
FN	שחרור זואוספורות	TP	159	ביונות	22.4	3	22.4	10.4	'אמרלד ריולינג'	גמזו
FN	שחרור זואוספורות	TP	159	גבוהה	22.4	3	22.4	10.4	'קריניאן'	
FN	שחרור זואוספורות	TP	159	ביונות	22.4	3	22.4	10.4	'מוסקט קנלי'	
TN	0	TN	15	ללא	-	2	27.4	21.3	'קברנה סובינין'	מירון
TN	0	TN	0	ללא	-	4		10.4		
TN	0	TN	0	ללא	-	3		22.4		
<b>2016</b>										
FN	0	TP	446	נמוכה	25.4	2	20.4	12.4	'קברנה סובינין'	גשור
FN	0	FN	13	נמוכה	25.4	2	20.4	10.4	'מרל'	תל פארס
TN	0	TN	0	ללא	-	2	20.4	12.4	'קברנה סובינין'	מרום גולן
TN	0	TN	0	ללא	-	2	20.4	12.4	'גורצטרמינר'	אלרום
TN	0	TN	47	ללא	-	2	19.4	12.4	'מרל'	משגב עם
FP	הדבקה	TN	0	ללא	-	2		23.5		
TN	0	TN	47	ללא	-	2	19.4	12.4	'גורצטרמינר'	
FP	הדבקה	TN	0	ללא	-	2		23.5		
TN	0	TN	4	ללא	-	2	19.4	10.4	'קברנה סובינין'	קדש
TN	0	TN	21	ללא	-	3	19.4	12.4	'ברברה'	אלקוש
TN	הפצת המדבק	TN	70	ללא	-	2		23.5		

**הערות לטבלה:**

- בפלט המערכת של Vite-net מצוין האם היתה התרעה להדבקה, שחרור זואוספורות או הפצת המדבק.
- היעדר סיכון לניעות במערכת Vite-net צוין כ-0.
- ליד ההתרעות של מערכות תומכות ההחלטה ניתן לראות האם הניעות הייתה מלווה בהתרעת אמת (True positive, TP), ניעות שהייתה אך לא לוותה בהתרעה (False Negative, FN) הייתה התרעה אך לא הייתה ניעות (התראת שווא, False Positive, FP) או לא הייתה ניעות ולא התרעה (True Negative, TN).

## Prediction of Downy Mildew Primary infection Comparison between two Decision Support Systems

**M. Dafny Yelin, J. Moy** / Northern Research and Development MIGAL Institute, Kiryat Shemona, Israel  
**T. Zahavi** / Extension Service, Kiryat Shemona 10200, Israel  
**S. Ovadia** / Carmel Winery, Winery St, Zichron Yaacov, Israel.

Grape Downy Mildew (DM) is caused by the oomycete *Plasmopara viticola*. Early infection can cause serious damage to the clusters, therefore Israeli farmers apply fungicides in spring according to the 10:10:10 rule of thumb: rainfall  $\geq$  10 mm; temperatures  $\geq$  10°C, shoot length  $\geq$  10 cm. Decision support systems (DSS) are used in varied geographic regions worldwide to predict primary infection. The present objective was to use DSS to enable reduced spring use of fungicide against DM. In 2013-2016 we monitored 23 untreated plots, each containing 100-300 vines of cvs 'Barbara', 'Cabernet Sauvignon', 'Carignan', 'Crimson', 'Emerald Riesling', 'Gewurztraminer', 'Merlot', 'Muscat Cannelli', 'Pinot-Noir' and 'Sangiovese'. The plots were monitored once or twice weekly for 3 weeks after each rain event (of which 1 to 3 were observed in each monitored plot) to determine when DM lesions first appeared. We uploaded weather and plot data into a Vite-net (Horta Co.) and a RIMpro DSS. In 2 out of 9 infected plots Vite-net predicted oospore release, but not infection. The RIMpro DSS predicted infection in 7 of the 9 infected plots; no significant damage was observed in the 2 plots where it did not. Among the 29 rain events that were not followed by infection: Vite-net gave false alarms in 4 plots (13.8%); RIMpro did so in only one (3.4%). We conclude that the RIMpro DSS can enable great reduction of chemical treatments against Downy Mildew. ■



## לסיכום

כשותית הגפן עלולה לגרום נזק כבד לגפנים ולכרמים, בעיקר בהדבקות מוקדמות באביב. הרגל אם כן קלה על הדושה ובארץ מקובל לרסס עם כל אירוע גשם. הנתונים שנאספו בעבודה זו, כמו גם נתונים קודמים שפורסמו (1), מראים שלא כל אירוע גשם גורם להדבקות. מערכות התרעה תומכות החלטה מציינות מתי צריך לרסס ומתי ניתן לוותר על הריסוס. למערכות כאלו יכולים להיות שני סוגי טעות: התרעה שווא, כשהמערכת חוזה הדבקה וזו לא מתממשת ובמקרים כאלה מתבצע ריסוס מיותר. סוג הטעות השני הוא מקרה בו אין התרעה אך מופיעה נגיעות (False negative). סוג טעות זה חמור הרבה יותר מבחינת המגדל, שכן הוא מסתיים בנזק. הנגיעות בכשותית בשנות המחקר הייתה נמוכה יחסית, פרט לחלקות שנדגמו בגולן ב-2013 ובחלקות הסמוכות ליגמוז ב-2015. התוצאות של עבודה זו מראות כי ניתן להפחית את תכשירי ההדברה באמצעות שימוש במערכת התרעה תומכת החלטה RIMpro, אך יש עוד לבחון זאת בחלקות ניסוי וחלקות מודל. מערכת תומכת החלטה Vite-net מצאה כמתאימה פחות לחיזוי המחלה בתנאי הארץ.

## תודות

תודה לאנשי הקשר בכרמים - לגל קליין מנאות גולן, סטיב בן ציון מיונתן, עמירם לוי שקד מכרם מהדרין, יוסי פרידמן מגשור, בורהאן איוב מעין זיוון, יוני דוד מרמת מגשימים, יוני יעקובי ממשגב עם, נחום נווה מאלקוש ורון סויסה מקדש, שהקיפידו, לבקשתנו, לא לרסס כנגד כשותית את חלקות המבחן; תודה לסטודנטים ממכללות אוהלו ותל-חי, עשהאל ויסמן, אופיר זילברשטיין, סטגיל ליון, ריטל פולק, אשד גול וארי משה, שהיו שותפים למחקר; תודה לאבנר כץ ממושב שעל ולסולימאן פארחת ממו"פ צפון על ניטור החלקות בצפון הארץ; כן תודות למשה סגל, יורם ויסלברג ואהוד כנה מיקבי כרמל, ולבני אשכנזי מזכרון יעקב, על ניטור החלקות במרכז הארץ. תודה למעבדות המכון לחקר הגולן בהן התבצעו הניסיונות בשנים 2013-2015. תודה לנועה מעוז מיקבי רמת הגולן, נחום נווה מיקב דלתון ומוטי פרס ממו"פ צפון על העזרה באיסוף הנתונים המטאורולוגיים.

## ספרות

1. מרי דפני, מ. מוי, י. זהבי, ש. עובדיה, ש. דור, ע. לוי-שקד, ק. מנדלסון (2017): הופעת כשותית הגפן בכרם כתלות במזג האוויר - כלי להפחתת ריסוסים. 'עלון הנוסע' 71:34-38.
2. T. Caffi, V. Rossi, O. Carisse (2011): Evaluation of a dynamic model for primary infections caused by *Plasmopara viticola* on grapevine in Quebec. Plant Health Progress.
3. V. Rossi et al. (2014): Large-scale application of the web-based Decision Support System for sustainable viticulture Vite-Net. Atti, Giornate Fitopatologiche, Chianciano Terme (Siena), 18-21 Marzo 2014, Volume primo 525-532 (in Spanish, abstract in English).