



צלום: תרצה זרבי

יציאות וזמינות: בחינת תכשירים שונים להדברת קימחון הגפן

תרצה זהבי, ערן הרכבי / שה"מ, משרד החקלאות
ליאור גור, משה ראובני / המכון לחקר הגולן, אוניברסיטת
חיפה קצרין

במאגר חומרי ההדברה העומד לרשות החקלאים להדברת קימחון יש מספר גדול של תכשירים, הנוחלים לשלוש קבוצות עיקריות. הוותיקים שבהם הם תכשירי גופרית וכיום מורשים בישראל 11 תכשירים מקבוצה זו. לגופרית השפעה על מגוון תהליכים בפטריה ועל כן, למרות השימוש רב השנים אין ולא יכולה להתפתח עמידות של הפטריה לתכשירים אלה. שתי הקבוצות הבאות מבוססות על פגיעה באתר פעולה ספציפי: תכשירי DMI - מעכבי דה-מתילציה בייצור ארגוסטרולים (20 תכשירים), וסטרוילורנים - חמישה תכשירים מעכבי נשימה המבוססים על חומר המופרש מהפטריה - *Strobilur* *rus tenacellus* התוקפת אצטרובלי אורנים. לגבי שתי קבוצות אלו, תועדה בעולם עמידות או פחיתה ברגישות של הפטריה הגורמת לקימחון הגפן (2, 3). בנוסף לקבוצות אלו מורשים לשימוש בארץ, וכן להיום, שבעה תכשירים עם מנגונוי פעולה ייחודיים ומספר תכשירים המכילים תערובת מוכנה של שני חומרי הדברה עם שני מנגונוי פעולה שונים. כל התכשירים נבדקו בטרם קיבלו רישוי לשימוש ונמצאו יעילים בהדברת קימחון.

המלצות משרד החקלאות להדברת קימחון הגפן מבוססות על טיפולי מניעה לפני הופעת תסמיני המחלה, תוך שימוש בתכשירים השייכים לקבוצות שונות - להפחתת החשש לפיתוח עמידות אצל הפטריה. מערך

ה

מלצות משרד החקלאות להדברת קימחון הגפן (*Powdery graminis*) מבוססות על טיפולי מניעה לפני הופעת תסמיני המחלה, תוך שימוש בתכשירים השייכים לקבוצות שונות - להפחתת החשש לפיתוח עמידות מצד הפטריה. בשנים האחרונות עלה חשד שחלק מהתכשירים איבדו מיעילותם, דבר שהעלה את הצורך בבדיקה חוזרת של פעולת ההדברה המושגת. מטרת הניסויים המתוארים כאן הייתה לבחון אם והיכן יש פחיתה ביעילות של קבוצות חומרי ההדברה המורשים להדברת קימחון הגפן בישראל

מבוא

מחלת קימחון הגפן (*Powdery graminis*) נגרמת מהפטריה *Erysiphe necator*, התוקפת גפנים בלבד. הפטריה, שמקורה באמריקה, מצויה כיום בכל אזורי הגידול של הגפן בעולם, מתפתחת בטווח רחב יחסית של תנאי טמפרטורה ולחות ועל כן מהווה גורם שיש להתמודד עמו בכל עונת גידול.

טבלה 1: תכשירי ההדברה שבדקו בניסוי

| הכרם | שפיה | בנימיה | מוזכרת בתיה | ערוגות | גשור |
|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| הון | 'קריניאן' | 'קריניאן' | 'קריניאן' | 'מיסטר' | 'קברנה' |
| מעכב ארגוסטרולים | דומרק (Tetraconazole) (לזכסמבורג') | סיסאן (Myclobutanil) (מכתשים') | פוליקור (Tebuconazole) (לידור') | שביט (Triadimenol) (מכתשים') | פוליקור (Tebuconazole) (לידור') |
| סטרובילורין | סטרובי (KresoximMethyl) (אגן') | עמיסטאר (Azoxystrobin) (מכתשים') | עמיסטאר (Azoxystrobin) (מכתשים') | פלינט (Trifloxystrobin) (לידור') | פלינט, סטרובי (Kresoxim Methyl / Trifloxystrobin) |
| "אחר" | נץ (Cyflufenamid) (אגן') | גופרית (הלו גופרית, מיקוחטיל) | טליוס (Proquinazid) (מרחב אגרו') | טליוס (Proquinazid) (מרחב אגרו') | נץ (Cyflufenamid) (אגן') |
| טיפול נוסף | | | אלטרציה* | אלטרציה** | |
| טיפול נוסף | | | אורטיבהטופ (מכתשים') | | JMS, סיגום (לידור', אגן') |

* אלטרציה מוזכרת בתיה: פוליקור, טליוס, עמיסטאר, פוליקור, טליוס
** אלטרציה ערוגות: שביט, טליוס, פלינט, שביט, טליוס

ריסוסים מה מביא בחוב המקרים לענבים נקיים מקימחון. עם זאת, בשנים האחרונות עולה מפעם לפעם חשד שחלק מהתכשירים איבדו מיעילותם, וזאת כשנראית בכרם התפתחות של המחלה למרות הריסוסים הניתנים. רוב החשדות מבוססים על חלקות מסחריות, בהן קשה לדעת בדיוק אם הגורם לחוסר ההדברה הוא עיתוי היישום, יעילות היישום או אחד מהתכשירים בסבב ההדברה. עם זאת, טענה לגבי חוסר יעילות של מעכבי דה-מתילציה עלתה גם מניסויים מסודרים של עובדיה וחוב'ב-2008, ולגבי חוסר יעילות של סטרובילוריום בשנת 2010 (1), ולפיכך עולה הצורך בבדיקה חוזרת של פעולת ההדברה המושגת. מטרת הניסויים המתוארים כאן הייתה לבחון אם והיכן יש פחיתת ביעילות של קבוצות חומרי הדברה המורשים להדברת קימחון הגפן בישראל.

טבלה 2: מועדי הריסוס בניסויים השונים

| טיפול | הכרם ומועדי הריסוס | | | | |
|--------------|--------------------|--------|-------------|--------|------|
| | שפיה | בנימיה | מוזכרת בתיה | ערוגות | גשור |
| ריסוס 1 | 13/4 | 17/4 | 13/4 | 14/4 | 27/4 |
| ריסוס 2 | 26/4 | 9/5 | 26/4 | 28/4 | 10/5 |
| ריסוס 3 | 11/5 | 22/5 | 9/5 | 12/5 | 25/5 |
| ריסוס 4 | 26/5 | 5/6 | 22/5 | 26/5 | 7/6 |
| ריסוס 5 | 5/6 | 5/6 | 5/6 | 9/6 | |
| הערכת נגיעות | 16/6 | 16/6 | 16/6 | 16/6 | 6/7 |

עבור כל חלקה חושב ממוצע האשכולות הנוגעים ושעור הכיסוי הממוצע. לצורך הניתוח הסטטיסטי הומרו הערכים ל- \arcsin וניתוח התוצאות נערך בתוכנת JUMP בפרוצדורת tukey HSD. נערכו מס' פר ניתוחים, עבור כל אתר בנפרד ובחנה הניגעות בארבעת טיפולי היסוד. בניתוח זה, בכרמים בהם נבדקו שני תכשירים מאותה קבוצה, ההתייחסות הייתה לממוצע של שניהם. בניתוח נוסף התייחסנו אל האתרים השונים כאל בלוקים בניסוי וחושבה הניגעות יחסית לניגעות בטיפול הביקורת. בניתוח שלישי, נפרד, בדקנו את היעילות של הטיפולים הנוספים והתכשירים המקבילים בחלקות בהן הם ניתנו.

תוצאות

■ **התפתחות הקימחון בחלקות במושבות השומרון:** בחלקות במושבות השומרון התחלנו לעקוב אחר התפתחות הקימחון מתקופת הפריחה. הנתונים מוצגים באיור 1. הניגעות בשפיה הייתה גבוהה כבר במועד הבדיקה הראשון שהוגדר כסוף פריחה ו-36% מהאשכולות בביקורת היו עם קימחון. במועד זה לא נמצאה ניגעות בכרם בבנימיה, שהיה בשלב פנולוגי מוקדם יותר (תחילת פריחה). שבועיים מאוחר יותר הניגעות בביקורת בשפיה הגיעה כמעט ל-100% ובבנימיה החל להופיע קימחון. שעור הניגעות המשיך לעלות בין מועד הבדיקה השני לשלישי, בו הגורמים הגיעו לגודל אפונה (5-8 מ"מ).

שיטות

במסגרת הבדיקה הוצבו שישה ניסויי שדה, בכל אחד מהם לפחות ארבעה טיפולים, כולל ביקורת:

1. תכשיר מקבוצת מעכבי סיתות ארגוסטרולים;
2. תכשיר מהסטרובילוריום;
3. תכשיר שאינו מהקבוצת ה"נץ";
4. ביקורת לא מטופלת.

הניסויים הוצבו באזור מושבות השומרון (בשפיה ובנימיה), באזור השפלה (במוזכרת בתיה וערוגות) וברמת הגולן (בגשור ומרום גולן), וזאת כדי להקיף מספר אזורים גידול חשובים. בניסוי במרום גולן האשכולות הוסרו לפני ביצוע ההערכה ולכן הוא לא נבדק. כל הניסויים הוצבו על גפנים בשנתן השלישית, עם פרי עורלה, כדי לא לגרום נזק למגדלים. שלושה ניסויים נערכו בון 'קרי' ויאן, הידוע כרגיש ביותר למחלת הקימחון בין הזנים המוגדלים בישראל. בגולן הניסויים נערכו בזנים 'מרלו' ו'קברנה סובינין' והניסוי בערוגות נערך בון המאכל 'מיסטר'. בחלקות במוזכרת בתיה ובערוגות היה, בנוסף לארבעת הטיפולים, גם טיפול אלטרציה שרוסס בכל מועד בתכשיר שווה. במוזכרת בתיה נוסף טיפול בתכשיר אורטיבהטופ, תערובת מוכנה של מעכב סיתות ארגוסטרולים וסטרובילורין, ובגשור ניתן טיפול נוסף בשמן JMS וטיפול בסי' נגום, שהוא תערובת מוכנה של סטרובילורין עם בוסקליד.

התכשירים שנבחנו בכל ניסוי מוצגים בטבלה 1.

הניסויים הוצבו בתבנית של בלוקים באקראי עם חמש חזרות בנות שש גפי יום. ריסוסים ניתנו מדי שבועיים, מצימוח של כ-20 ס"מ (טבלה 2). הריסוסים בוצעו עד נגירה על ידי אנשי חברות ההדברה (משתי חברות בכל ניסוי). הבדיקה נערכה על אשכולות בארבע הגופים המרכזיות בכל חלקה. בניסויים במושבות השומרון נערך מעקב אחר התפתחות המחלה בכרמים ותדירות הניגעות נבדקה פעמיים מסיום החנטה, ב-12 וב-29 במאי, 20 אשכולות לחד רה. הבדיקה הסופית נערכה בכל החלקות במועד אחד, כחודש לאחר חנטה (רגורים בקוטר 8-5 מ"מ). בבדיקה זו נבדקו 30 אשכולות בכל חזרה, 15 מכל צד של השורה.

ו-43% מהאשכולות בגפני הביקורת, בהתאמה. היעילות של כל התכשירים בחלקה בגשור הייתה טובה באופן מובהק בהשוואה לגפני הביקורת הלא מרוססות. בחלקה זו שעור האשכולות הנוגעים בגפני הביקורת היה 43%, אך חומרת המחלה הייתה נמוכה (1.2% משטח האשכול). בארבע החלקות האחרות לא נמצא הבדל מודי בהק בשעור האשכולות הנוגעים בין גפני הביקורת לגפנים שרוססו בסטרובילורין, ואילו הריסוס במעכב סיתיות ארוסטרול (DMI) הפחית באופן מובהק את הנוגעות בהשוואה לגפני הביקורת הלא מרוססות, ופרט לחלקה בערוגות גם בהשוואה לגפנים שרוססו בסטרובילורין (טבלאות 3, 4). החומר "אחר" שרוסס והיה שונה בכל חלקה, הפחית את הנוגעות בדומה ל-DMI, חוץ מבחלקה בש"פיה, שם הנוגעות בגפנים שרוססו בתכשיר נץ הייתה דומה לנוגעות בגפני הביקורת.

■ **בחנית אלטרנציות ותכשירים נוספים:** בשתיים מהחלקות, במזכרת בתיה ובערוגות, נבחנו גם ההשפעה של אלטרנציה בין התכשירים העיקריים שנבחנו בניסוי, כשבכל מועד מרוסס תכשיר שונה במעקבות DMI, "אחר" (טליוס), סטרובילורין, DMI, טליוס. בשני הכרמים שכחות האשכולות הנוגעים בטיפול זה הייתה נמוכה מבטיפול בסטרובילורין, אך לא שונה סטטיסטית מהטיפול ב-DMI (טבלה 5). הריסוס במזכרת בתיה בתכשיר אורטיבהטופ, שהוא תערובת מוכנה של סטרובילורין ו-DMI, שמר את שעור הנוגעות הנ"ל מוך ביותר, אך לא נבדל סטטיסטית מריסוס טליוס, ששימש בניסוי זה כתכשיר ה"אחר".

בחלקה בנימינה נבדקו שני תכשירי גופרית, הליוגופרית ומיקרוטיול. שעור וחומרת הנוגעות בגפנים שרוססו בהליוגופרית נטו להיות נמוכים מאלה שבחלקות שרוססו במיקרוטיול, אך לא נבדלו סטטיסטית (תוצאות לא מוצגות).

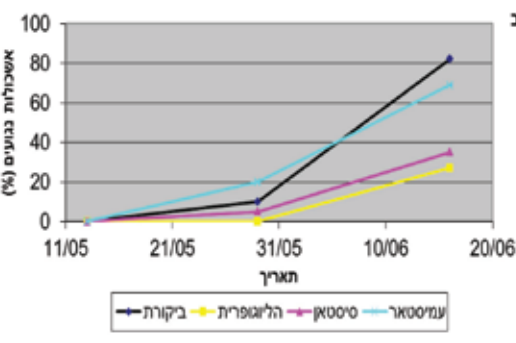
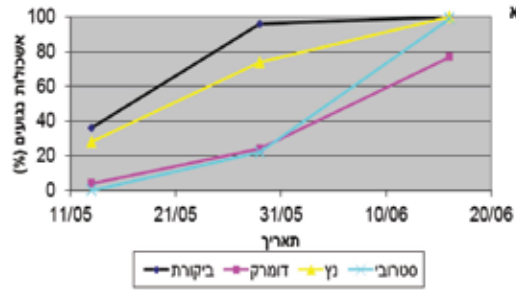
טבלה 5: בחנית טיפולי אלטרנציה ותכשיר משולב (שעור אשכולות נוגעים)

| קבוצה | מזכרת בתיה | ערוגות |
|-----------------------|------------|--------|
| ביקורת | 99a | 69a |
| סטרובילורין | 99a | 45b |
| (DMI) פוליקור או שביט | 67b | 37bc |
| אחר (טליוס) | 45bc | 0c |
| אלטרנציה* | 73b | 22c |
| משולב** (אורטיבהטופ) | 39c | |

* DMI, "אחר" (טליוס), סטרובילורין, DMI, טליוס
** שילוב של החומרים הפעילים Azoxystrobin (סטרובילורין) Tebuconazole (DMI)

מסקנות ודין

הניסויים המוצגים בעבודה זו מעידים על כך שניתן להפחית משמ"ע עותית את הנוגעות בקימחון בעזרת חלק גדול מקבוצות התכשירים שעומדים לרשות המגדלים בישראל. יש לזכור כי כל הניסויים נערכו בכרמים בני שלוש שנים, שלא רוססו נגד קימחון. כתוצאה מכך הייתה בשורות הסמוכות לניסוי נגיעות גבוהה, ומדבק זה תרם לנוגעות הגי בווה בחלקות הניסוי. סביר שאם הניסוי היה בתוך חלקה מטופלת הנוגעות הייתה נמוכה יותר וההבדלים בין הטיפולים חדים יותר. בניגוד



באיור מוצג שעור האשכולות הנוגעים בחלקות בשפיה (א) ובנימינה (ב)

■ **נוגעות סופית בכל הניסויים:** הבדיקה הסופית של כל הניסויים (חוץ מגשור ברמת הגולן) נערכה באמצע יוני, מועד בו כל החלקות היו אחרי חוסה עם גורמים שנועו בין 5 מ"מ (בנימינה) ל-10-8 מ"מ (שאר הכרמים). הבדיקה ברמת הגולן נערכה כשבועיים מאוחר יותר, ב-6/7, כשהענבים שם הגיעו לקוטר של 10-8 מ"מ. בשלושת הניסויים שנערכו בחלקות ה'קרייניאן' (שפיה, מזכרת בתיה ובנימינה) נמצאה נגיעות בכל הטיפולים ושכיחותה נעה בין 35% ל-100% מהאשכולות (טבלה 3). ההבדלים בחומרת הנוגעות המבטאת את שעור הגורמים הנוגעים באשכול (טבלה 4) היו גדולים מההבדלים בש"עור האשכולות הנוגעים, והיחס במדד זה בין חלקות הביקורת לטיפול מוצלח נע בין 1:10 בשפיה ובנימינה ל-1:100 בחלקה במזכרת בתיה.

| קבוצה | שפיה | מזכרת בתיה | בנימינה | ערוגות | גשור |
|-------------|------|------------|---------|--------|------|
| ביקורת | 100a | 99a | 82a | 69a | 43a |
| סטרובילורין | 99a | 99a | 69a | 45ab | 3b |
| DMI* | 77b | 67b | 35b | 37b | 1b |
| "אחר" | 100a | 45b | 35b | 0c | 2b |

* מעכב סיתיות ארוסטרולים

טבלה 3: שעור (%) האש"כולות הנוגעים (בגודל גורג של 10-8 מ"מ)

| קבוצה | שפיה | מזכרת בתיה | בנימינה | ערוגות | גשור |
|-------------|-------|------------|---------|--------|-------|
| ביקורת | 99.7a | 76a | 32a | 4.00a | 1.19a |
| סטרובילורין | 44.4c | 46a | 22a | 0.97a | 0.03b |
| DMI* | 11.1d | 5b | 3b | 0.77b | 0.01b |
| "אחר" | 77.2b | 1b | 3b | 0.00b | 0.02b |

* מעכב סיתיות ארוסטרולים

טבלה 4: שעור (%) ששח האשכול הנוגע (בגודל גורג של 10-8 מ"מ)

שעור האשכולות הנוגעים בחלקות בערוגות (בין 'מיסטר') ובגשור (בין 'מרלו') היה נמוך מזה שבחלקות ה'קרייניאן' ועמד על כ-69



באוקלוסיא פרטים לא עמידים, דבר שיאפשר בעתיד לחזור ולהשתמש בתכשירים אלה. כאמור, עד כה נמצאה בעולם עמידות לתכשירי רים אלה במספר רב של פטריות. בחלק מהן הראו שהפסקה זמנית של לחץ הסלקציה (אי שימוש בסטרובילורנים) החזירה את הטיפוסיים הרגישים (גרבתפוח) אך לא בכולן (קימחון בתפוח, למשל). עד כה לא פורסמה עבודה דומה לגבי קימחון הגפן, אולם מאחר שקיימת אפשרות של רישות חוזרת כשמפחיתים את לחץ הסלקציה, מומלץ לא להשתמש בתכשירים מקבוצה זו בכרמים למשך מספר שנים נגד אף אחת מהפטריות עבורן הם מורשים לשימוש.

תודות

תודה לרססים גדי בן עמי ושלום בריגור מחב' 'מכתשים', לצביקה שכנר מ'רימי', לאריק בהט מחב' 'מרחב אגרו', לליאור הדס מ'לידור' ולג'ורג' סורקין מ'אגן'.

תודות לכרמים שהטרדנו - אילן לוי ממוכרת בתיה, אמונת פורת מע' רוגות, אילן וילדר מוכרן יעקב, עדי רוזנבאום מבימינה וצוות הכרם בגשר.

- העבודה ממונה מטעם המועצה לגפן היין בישראל ובעזרת חברת ההדברה.

ספרות

1. עובדיה ש. (2011): יעילות נמוכה של קוטלי מחלות הגפן ודרכים יישומיות להתמודדות עם התופעה. תקציר מהוועדה ה-32 של העמותה הישראלית למחלות צמחים, עמ' 51-52.
2. Baudoin A., Olaya G., Delmotte F., Colcol J.F., Sierotzki H. (2008): QoI resistance of *Plasmopara viticola* and *Erysiphe necator* in the mid-Atlantic United States. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2008-0211-02-RS.
3. Gubler W.D., Ypema H.L., Ouimette D.G., Bettiga L.J. (1996): Occurrence of resistance in *Uncinula necator* to Triadimefon, Myclobutanil and Fenarimol in California grapevines. Plant Dis. 80: 902-909 ■

למומלץ בריסוס מסחרי, בניסויים אלה השתמשנו באותו תכשיר בכל מועדי הריסוס, זאת כיוון שמטרתם הייתה לבחון את היעילות של התכשירים המיושמים. חשוב להדגיש שבכל מקרה, בריסוס המסחרי חשוב לא רק להשתמש בכל ריסוס בתכשירים שונים, אלא גם בתכשירים מקבוצות עם מנגנון פעולה שונה, כפי שמפורסם בדף התכשירים המופק מטעם שה"מ.

בארבעה מחמשת אתרי ריסוס סטרובילורין לא הפחית את שיעור האשכולות הנוגעים, אם כי בחלקה הנוגעה ביותר, בשפיה, הוא הפחית את חומרת המחלה על האשכולות. רק בגושר, שם שיעור הנוגעות בגפנים לא מטופלות היה נמוך, התקבלה הדברה טובה גם עם ריסוס הסטרובילורנים. בחלקה ובדקו גם סטרובי וגם פלינט, ושניהם לא יצרו הבדל בנוגעות לעומת חלקות שרוססו ב-DMI (פוליקור) או בנץ (Cy-flufenamid). הנוגעות הגבוהה שהתקבלה בחלקות שרוססו בנץ בשפיה מדגימה ויש לחזור ולבדוק באותו אזור ובאזורים אחרים אם התופעה עקבית.

תוצאות הניסויים מעידות כי ריסוס סטרובילורנים בחלק גדול מהכרמים בישראל לא יעיל דיו בהדברת קימחון בגפן וכי יש להיזהר מהשימוש בתכשירים אלה. תכשירים מקבוצה זו נמצאו בעבר יעילים להדברה של מספר רב יחסית של פטריות מקבוצות שונות. בגפן הם קיבלו רישוי נגד קימחון, כשותית ומחלת הזרוע המתה והשימוש בהם היה נרחב יחסית. עם זאת, המודעות לאפשרות של פיתוח עמידות של פטריות הייתה קיימת תמיד, שכן עמידות לתכשירים מקבוצה זו התגלתה בעולם סמוך לתחילת השימוש בהם (תחילת שימוש מס' חרי 1996, מאמר ראשון על עמידות בשדה חיטה מ-2001). העמידות לסטרובילורנים ברוב הפטריות מבוססת על מוטציה נקודתית מסוימת שבחלק מהפטריות זוהתה באוקלוסיית קימחון עוד לפני תחילת השימוש בתכשירים מקבוצה זו. ברור ששימוש תכוף בתכשירים אלה יוצר סלקציה לטובת התבדדים העמידים, מעלה את שיעורם באוקלוסיא וכך גורם לכישלון בהדברה. העמידות לסטרובילורנים היא עמידות איכותית והעלאת ריכוז התכשיר לא תגביר את יעילותו. במצב בו אנחנו נמצאים, אחרי שהתפתחה עמידות לתכשירים אלה השאלה המעשית החשובה היא האם הפסקת השימוש בסטרובילורנים תגרום לסלקציה הפוכה ולעלייה בתדירות התבדדים הרגישים הניתנים להדברה באמצעות קבוצה זו. התשובה לכך תלויה בתכונות נוספות שהמוטציה גורמת לפטריה. האם העמידות גורמת לאיזו נחיתות ביכולת ההתפתחות (fitness) של התבדדים העמידים לעומת תבדדים רגישים? במקרים כאלה, אם נקטין את לחץ הסלקציה באמצעות הפסקת הריסוסים בסטרובילורנים יש סיכוי שיתרבו