

דו"ח לתוכנית מחקר 132-1223-06  
לתקופה 15.12.2006-15.12.2008

עמידות אוכלוסיות בוטריטיס לפונגיצידיים חדשים בישראל וניטור בגפן

**Resistance to new fungicides in populations of *Botrytis cinerea* in Israel and its  
monitoring in vineyards**

מוגש לקרן המדען ראשי במשרד החקלאות ולענף ירקות

ע"י

נדיה קורולב, יגאל אלעד ודליה רב דוד - המחלקה לפתולוגיה של צמחים, וירולוגיה ומדע העשבים, מרכז  
וולקני

תרצה זהבי ויעקב גוטליב - שה"מ

Nadia Korolev, Yigal Elad and Dalia Rav David - Department of Plant Pathology and Weed  
Research, ARO, The Volcani Center, Bet Dagan. E-mail: vpptlg@volcani.agri.gov.il

Tirtza Zahavi and Yaakov Gotlib - Extension Service, Ministry of Agriculture, Bet Dagan  
and Kiryat-Shmone. E-mail: tirtzaz@yahoo.com

אפריל 2009

תשס"ט-א"י

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר

---

## תקציר

הצגת הבעיה. *Botrytis cinerea* (בוטריטיס) גורם ריקבונות עובש אפור בכרמי גפן ובכלל זה נזקים לכמות ולאיכות הענבים הנבצרים ליצור יין. הדברה כימית היא אמצעי חשוב בבקרת המחלה אך השימוש בפונגיצידיים כרוך בהתפתחות אוכלוסיות עמידות לפונגיצידיים. מזה מספר שנים נכנסו לשימוש פונגיצידיים יעילים להדברת מחלות הנגרמות על ידי בוטריטיס מקבוצות כימיות כגון האנילינופירימידינים, הידרוקסיאנילידים, פנילפירידינאמינים ופנילפירולים. מהניסיון בחו"ל, שימוש בתכשירים מקבוצות אלה עשוי לעודד הופעת עמידות באוכלוסיות בוטריטיס ולכן יש צורך ללמוד את רמות רגישות הבסיס והעמידויות באוכלוסיות בוטריטיס בארץ בכרמים.

מהלך ושיטות עבודה. מטרת המחקר הינה לימוד אוכלוסיות בוטריטיס בכרמים והעמידויות לתכשירים מהדור החדש בקרבן. עמידות לפונגיצידיים ישנים מקבוצות בנזאימיאזולים ודיקרבווקסאימידיים גם נבדקה. העבודה התבססה על מצעים מורעלים בפונגיצידיים. תבדידים ואוכלוסיות של בוטריטיס נבדקו באתרים מוכי בוטריטיס, ותוך התחשבות בהיסטוריית הריסוסים וכן במהלך ניסוי מכוון בו רוססו תכשירים שונים. תוצאות עיקריות. נערך ניטור של עמידות לשישה פונגיצידיים באוכלוסיות בוטריטיס בשני כרמים, האחד באורטל והשני בשעל שבגולן. חלקות הניסויים רוססו בדלסן (בנומיל), מיתוס (פירימטאניל), אוהיו (פלואזינס), רוברל (רוברל), סוויץ' (פלודיוקסוניל וסיפרודיניל) וטלדור (פנהקסאמיד) במשך שלוש עונות. יעילות התכשירים הייתה שונה אך בדרך כלל עקבית במהלך השנים. פונגיצידיים ותיקים רוברל ודלסן ופונגיצידי אוהיו לא היו יעילים בדרך כלל, בעוד פונגיצידיים חדשים מיתוס, סוויץ' וטלדור היו יעילים והפחיתו את המחלה ב 50-60% פרט למיתוס בעונה השלישית. רגישותם של תבדידים מכרמים לחומרים הפעילים נבדקה ונמצאו כ- 10 פנוטיפים של עמידות לאחד או יותר פונגיצידיים. נמצאו אללים לעמידות לבנזאימיאזולים ודיקרבווקסאימידיים (10-25%) ולעמידות לאנילינופירימידינים (3%) אשר עלתה בשעל ל 10% בשנה השלישית. פחות מ 1% מהתבדידים היו עמידים לפנהקסמידר ופלודיוקסוניל. לא נמצאה עמידות גבוהה לפלואזינס. במקביל למחקר בכרמים, נבדקו תבדידים מחממות ליזיאנטוס ומלפפון ומחלקות רוסקוס. העמידות לפונגיצידיים היתה נפוצה יותר בקרב תבדידי החממה מאשר בתבדידי הכרם או חלקות רוסקוס.

מסקנות והמלצות. אפיון עמידות לפונגיצידיים באוכלוסיות בוטריטיס הראה את התפשטות הרחב של עמידות לפונגיצידיים ותיקים בנומיל ואיפרודיון בישראל, בעוד שעמידות לפונגיצידיים חדשים לא נמצאה (פלואזינס) או נמצאה ברמה נמוכה מאד (פלודיוקסוניל ופנהקסאמיד) או ברמה נמוכה עד בינונית (פירימטאניל). העמידות נפוצה ביותר בקרב תבדידי חממה בהתאמה לשטח הפתוח. התוצאות יביאו לייעול ההדברה וימנעו ריסוסים מיותרים בתכשירים כלפיהם קיימת עמידות בחלקות נבדקות.

## מבוא

מחלת העובש האפור הנגרמת על ידי *Botrytis cinerea* גורמת לנזקים בכרמי גפן ברחבי העולם ובישראל (Elad, 2004). הדבקות ראשוניות עשויות להתרחש כבר בפריחה עת הפטריה מאכלסת חלקי פרח שונים ובעיקר אלה המזדקנים ומתים. חלק מהחנטים המתפתחים עשויים לחלות במחלה אך עיקר התפתחות המחלה מתרחשת בשלב ההבשלה. אתרי ההדבקה הראשוניים עשויים להיות במרכז האשכול ולהוות מקור מדבק להתפתחות המחלה בשלב ההבשלה. גרגרים נגועים מתכסים בעובש אפור המורכב מתפטיר, נושאי נבגים ונבגים של הפטרייה בוטריטיס. השיזרה וענפים אף הם עשויים להדבק. גרגרים נגועים מצטמקים או



נבקעים ועשויים להדבק על ידי אורגניזמים אחרים ונגרם ריקבון חמוץ או עובש. הדברה כימית מהווה אמצעי חשוב בהדברת המחלה וזאת למרות התפתחות עמידות באוכלוסיות הבוטריטיס. תכשירים כימיים שמשמשים נגד בוטריטיס אפשר לסווג לחמש קבוצות כימיות שונות לפי מנגנוני פעילותם הביוכימי (Leroux, 2004). בעבודה זו השתמשנו בשישה פונגיצידיים המייצגים את הקבוצות האלה (טבלה 1). הפונגיצידיים הספציפיים מקבוצות בנזאימידאזולים ודיקרבווקסאימידיים נמצאים בשימוש מאז שנות השבעים של המאה הקודמת דבר שהביא לפיתוח עמידות בהקף נרחב כלפיהם בישראל ובמדינות אחרות (Elad et al., 1988; Leroux, 2004). תכשירים מארבעת הקבוצות האחרות החלו להופיע בישראל בשנות התשעים אך עמידות כלפי קבוצות אלה בקרב אוכלוסיות בוטריטיס לא נלמדה עד לפרויקט זה.

טבלה 1. פונגיצידיים שהיו בשימוש במהלך העבודה

| Class              | Active ingredient | Fungicide | Biochemical mode of action             |
|--------------------|-------------------|-----------|--|
| Anilinopyrimidine  | Pyrimethanil      | Mythos    | Inhibits methionine biosynthesis       |
| Benzimidazole      | Benomyl           | Benlate   | Anti-microtubule toxicant              |
| Dicarboximide      | Iprodione         | Rovral    | Affecting osmoregulation               |
| Hydroxyanilide     | Fenhexamid        | Teldor    | Sterol biosynthesis inhibitor          |
| Phenylpyridinamine | Fluazinam         | Ohaio     | Uncoupler of oxidative phosphorylation |
| Phenylpyrrole      | Fludioxonil       | Celest    | Affecting osmoregulation               |

#### מטרות המחקר

- א. קביעת רמות הרגישות של תבדידי בוטריטיס לתכשירים מקבוצות האנילינופירימידינים, בנזאימידאזולים, דיקרבוקסאימידיים, הידרוקסיאנילידים, פנילפירידיואמינים ופנילפירולים וגילוי עמידויות לתכשירים מקבוצות שלעיל כולל עמידויות צולבות ומצורפות.
- ב. בדיקת שכיחות העמידויות בכרמים וגידולים אחרים ולימוד הקשר בין שכיחות העמידות לבוטריטיצידיים לבין כשלון ההדברה.
- ג. לימוד מידת הפתוגניות והפיטנס של תבדידים עמידים ותגובה שלהם לפונגיצידיים יחסית לתבדידים רגישים.
- ד. פתוח כלי לניטור עמידות אוכלוסיות אווירות בוטריטיס על בסיס מצע בררני.

#### ניסויים ותוצאות

##### אוסף תבדידים של *B. cinerea*

בידוד ושמירה של התבדידים מצמחים חולים נעשה כפי שהוצע על ידי Hilber and Schüepp (1996). מדבק בוטריטיס נאסף גם מהאוויר על ידי חשיפה של צלחות פטרי המכילות מצע BSTM המורעל בפונגיצידיים (Edwards and Seddon, 2001). במהלך שלוש שנים (2006-2008), בודדו יותר מ-900 תבדידים מ-6 מיני מצמחים נגועים ומהאוויר ב-15 אתרים ברחבי הארץ (טבלה 2). רוב תבדידים מענבים הגיעו משני כרמים באורטל ובשעל שבגולן. נאספו גם תבדידים ממלפפון, ליזיאנטוס, רוסקוס, עגבנייה ועוד. עשרים

ושלושה תבדידים שבודדו מצמחים שונים ב-1997 נכללו אף הם באוסף ונחקרו. התבדידים נשמרו בתרחיף נבגים ב- 15% גליצרוֹל ב- 80 מ"צ.

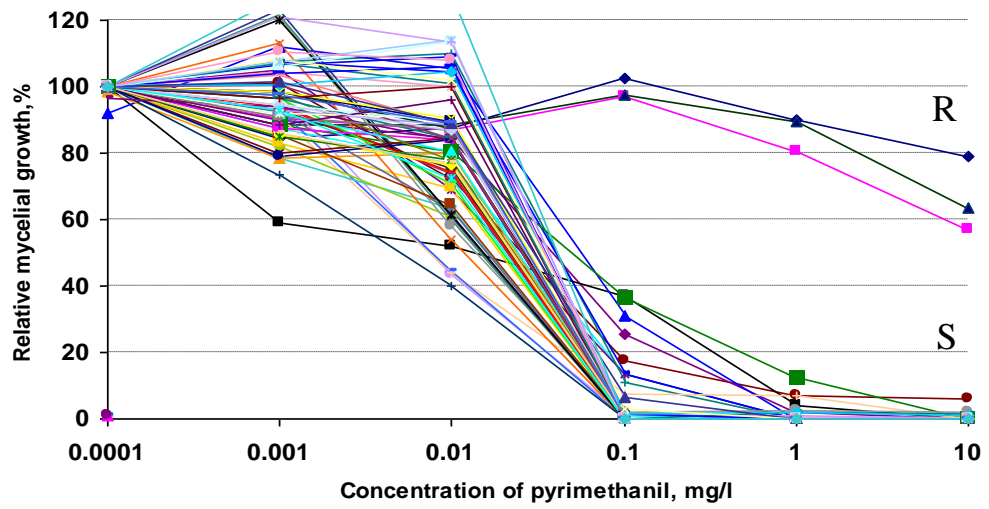
## טבלה 2. אוסף תבדידי בוטריטיס

| צמח מאכסן            | אתר                        | חממה \ שטח פתוח       | שנה       | תבדידים שבודדו |
|----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------|----------------|
| גפן                  | אורטל                      | כרם                   | 2006-2007 | 133            |
| גפן                  | נחושה                      | כרם                   | 2006      | 16             |
| גפן                  | לכיש                       | כרם                   | 2006-2007 | 43             |
| גפן                  | שעל                        | כרם                   | 2006-2008 | 383            |
| סה"כ גפן             |                            |                       |           | 575            |
| ליזיאנטוס            | חוות הבשור חממה            |                       | 2005-2007 | 199            |
| מלפפון               | אחיטוב                     | חממה                  | 2006      | 44             |
| עגבנייה              | חוות הבשור מנהרת פוליאטילן |                       | 2005      | 6              |
| רוסקוס               | 7 אתרים                    | בתי רשת               | 2006-2007 | 76             |
| שושן                 | בורגתה                     | חממה                  | 2007      | 10             |
| 6 מיני צמחים מאחסנים | 11 אתרים                   | חממות, בתי רשת וכרמים | 1997      | 23             |
| סה"כ                 |                            |                       |           | 933            |

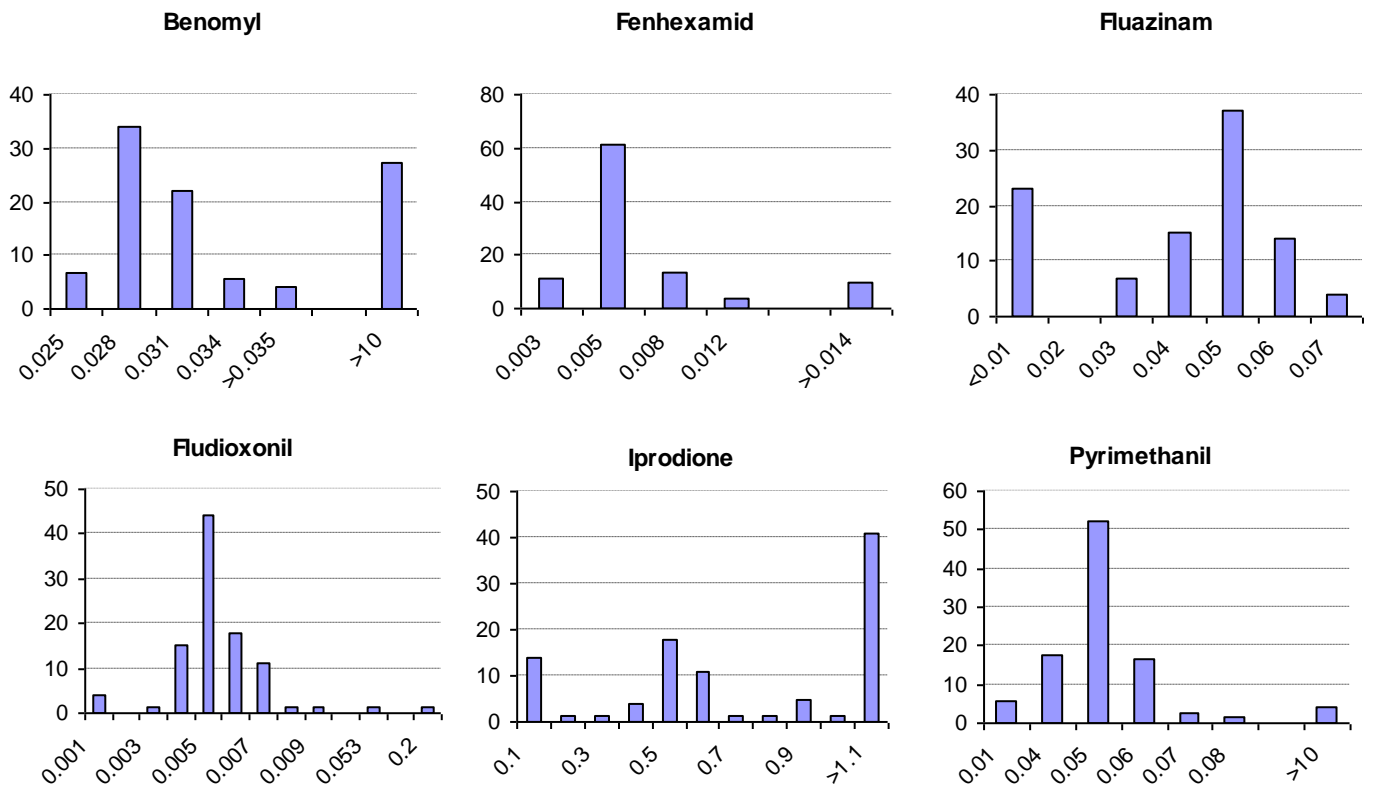
## רגישות תבדידי בוטריטיס לפונגיצידיים

גידולם של 75 תבדידים נבחרים נבדק על גבי מצע עם חמישה ריכוזי פונגיצידיים (0.001-10 מיקרוגרם/מ"ל) או מצע ללא פונגיצידיים. חושבו הריכוז המונע גידול תפטיר במחצית ( $EC_{50}$ ) והריכוז המאפשר לחלק תבדידים לשתי קבוצות: המדכא ולא מדכא בנוכחות של פונגיצידי (discriminatory doze, DD). הוגדר גם RG (relative mycelial growth) שהוא הקוטר הממוצע של מושבה במצע עם פונגיצידי מבוטא כ- $\%$  מקוטר ממוצע בביקורת (מצע בלי פונגיצידי). נמצא ששני המדדים ( $EC_{50}$  ו-RG) נמצאים במתאם גבוה ( $P < 0.0001$ ), ולאחר מכן נבדק הגידול של תבדידים נוספים רק על הריכוז המבדיל (DD) כדי להבדיל בין תבדידים בעלי פנוטיפ עמיד (R) או רגיש (S) (ציור 1). תבדידים רגישים הראו התפלגות ערכים  $EC_{50}$  קרובה להתפלגות נורמלית; נוכחות תבדידים עמידים הפכה את ההתפלגות לבימודלית או פולימודלית (ציור 2).

מבין ששת הפונגיצידיים הנבדקים פלודיאוקסוניל היה הרעיל ביותר ואיפרודיון היה הפחות רעיל לתבדידי בוטריטיס ( $EC_{50}$  0.005 ו-0.2  $\mu\text{g/ml}$ , בהתאמה). רמות העמידות של התבדידים לפונגיצידיים אופינה באמצעות פקטור העמידות ( $R_f = EC_{50}$  of resistant isolate /  $EC_{50}$  of sensitive isolate). העמידות לפירימטאניל ולבנומיל היתה הגבוהה ביותר והעמידות לפלודיאוקסוניל, פנהקסאמיד ואיפרודיון היתה חזקה עד בינונית (טבלה 3). נמצא שאללים לעמידות לבנזאימידאזולים ודיקרבוקסאימידים הינה נפוצים (27 ו-37%, בהתאמה) באוסף של 933 תבדידים ממקורות שונים, ושכיחות אללים לעמידות לפירימטאניל היא כ-3%. שכיחות אללים לעמידות לפלודיאוקסוניל ופנהקסאמיד היתה נדירה, ולא נמצאה עמידות לפלואזינים (טבלה 3).



ציור 1. גידול תבדילים עמידים (R) ותבדילים רגישים (S) במצעים עם פירימטאניל.



ציור 2. התפלגות 75 תבדילים של *Botrytis cinerea* לפי רגישות לפונגיצידים.

טבלה 3. רגישות תבדידי בוטריטיס לפונגיצידיים בין 933 תבדידי בוטריטיס מ-6 מיני מצמחים נגועים ומאוויר ב-15 אתרים ברחבי הארץ.

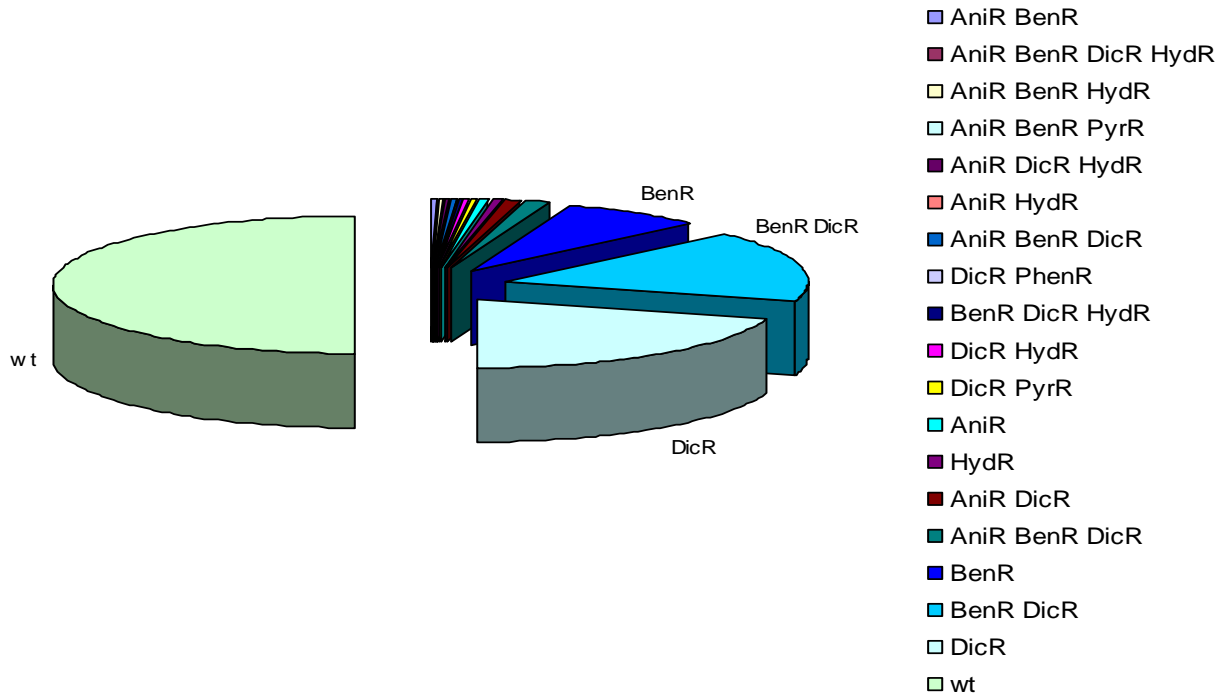
| DD, מ"ג/ל' | Rf   | EC <sub>50</sub> , מ"ג/ל' | תבדידים נושאי האלל לעמידות, % | אלל*         | פונגיצידי | חומר פעיל    |
|------------|------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------|--------------|
|            |      | 0.2                       |                               | <i>DicS</i>  | רובראל    | איפרודיון    |
| 1.0        | ≥10  | 2.2                       | 36.5                          | <i>DicR</i>  |           |              |
|            |      | 0.03                      |                               | <i>BenS</i>  | בנלט      | בנומיל       |
| 0.1        | >300 | >10                       | 27.0                          | <i>BenR</i>  |           |              |
|            |      | 0.05                      |                               | <i>AniS</i>  | מיתוס     | פירימטאניל   |
| 0.1        | >200 | >10                       | 2.9                           | <i>AniR</i>  |           |              |
|            |      | 0.04                      |                               | <i>PyrS</i>  | אוהיו     | פלואזינם     |
| NT         | NT   | NT                        | 0                             | <i>PyrR</i>  |           |              |
|            |      | 0.005                     |                               | <i>PhenS</i> | סלסט      | פלודיוקסוניל |
| 0.1        | 20   | 0.1                       | 0.3                           | <i>PhenR</i> |           |              |
|            |      | 0.01                      |                               | <i>HydS</i>  | טלדור     | פנהקסאמיד    |
| 0.1        | ≥50  | 0.43                      | 1.2                           | <i>HydR</i>  |           |              |

\* Ani = אנילינופירימידין; Ben = בנזאימידאזול; Dic = דיקרבוקסאימיד; Hyd = הידוקוקסיאניליד;  
Phen = פנילפירול; Pyr = פנילפירידיואמין.

#### עמידות לפונגיצידיים, עמידות צולבת ועמידות מצורפת

רגישות תבדידים לכל אחד מהפונגיצידיים תוארה בהשוואה לרגישותו לכל אחד מהפונגיצידיים האחרים וערכי EC<sub>50</sub> נותחו במבחן קורלציה ורגרסיה לינארית. נמצאה קורלציה נמוכה אך מובהקת בין ערכי רגישות לאיפרודיון ופלואזינם דבר המעיד על עמידות צולבת כלפי שני הפונגיצידיים, כלומר תבדידים עמידים לאיפרודיון היו בעלי רגישות פחותה לפלואזינם ( $P=0.02$ ). ניתן היה לתאר את אותה תופעה גם בדרך אחרת: ערכי EC<sub>50</sub> הממוצע לפלואזינם בתבדידי *DicR* and *DicS* היו 0.033 ו 0.047, בהתאמה. ההבדל בין קבוצות התבדידים (37 ו 36, בהתאמה) היה מובהק מאד ( $P=0.001$ ). בכל שאר הקומבינציות מקדם המתאם היה נמוך ולא נמצאה מובהקות ( $P>0.05$ ).

עמידויות מצורפות נמצאו בתבדידים רבים. כמחצית מ 933 התבדידים הנבדקים במאחסנים ומקומות שונים בישראל היו רגישים לששת הפונגיצידיים הנבדקים וניתן להגדירם כתבדידי הבר (wild-type). את שאר התבדידים ניתן לסווג לשמונה עשר פנוטיפים עם עמידות לפונגיצידי אחד או יותר (ציור 3). הפנוטיפים הנפוצים ביותר היו *BenR*, *BenR DicR* and *DicR*. מבין כל הפנוטיפים היה האלל *BenR* נפוץ ב 26.2% מהתבדידים והאלל *DicR* ב 40.4%. כ 2% מהתבדידים היו עמידים לאנילינופירימידינים, 1% היו עמידים לפנהקמיד, תבדיד אחד (0.1%) היה עמיד לפלודיאוקסוניל. לא נמצאה עמידות גבוהה לפלואזינם. חמישים ושמונה אחוז מהעמידים היו עמידים לשנים או יותר פונגיצידיים.



צור 3. עמידות לבוטריטיצידיים בין 933 תבדידי בוטריטיס ממקומות ופונדקאים שונים.

#### פיטנס ופתוגניות של תבדידים עמידים ותגובתם לפונגיצידיים

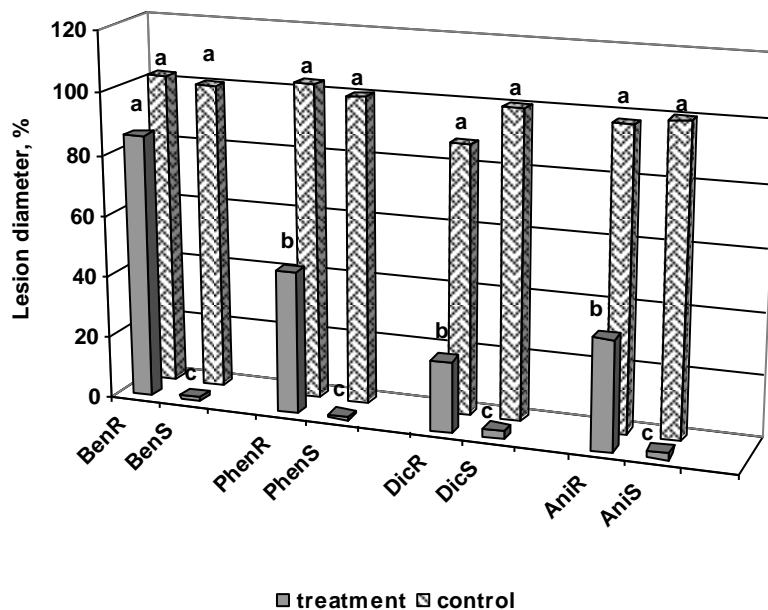
מושבות וריקבון שנוצרו על ידי תבדידים עמידים ורגישים לפונגיצידיים: קבוצה של 131 התבדידים שמקורם בכרמים אשר היו עמידים לאחד או יותר מהפונגיצידיים, יצרו מושבות בקוטר ממוצע של 40.4 מ"מ אשר היו קטנות באופן מובהק ( $P < 0.0001$ ) ממושבות 367 תבדידי הבר שקוטרן היה 45.8 מ"מ. זוהי פחיתה ממוצעת של 12% בגודל המושבה בעקבות הופעת העמידות. כדי ללמוד איזה מפנוטיפי העמידות קשור בהפחתת גידול הושוו התבדידים עם עמידות אחת בלבד לתבדידי הבר. תבדידים עמידים לבנומיל בלבד (BenR) גדלו באופן מובהק לאט יותר בהשוואה לתבדידי הבר בעוד התבדידים העמידים לדיקרבוקסאימידים (DicR) ואלה בעלי עמידות כפולה BenR DicR לא נבדלו מתבדידי הבר. הקבוצת התבדידים העמידים רק לפירימטאניל (AniR) לא נבדלו מתבדידי הבר. הפנוטיפים HydR and PhenR יוצגו על ידי מעט תבדידים ולכן לא ניתן מבחינה סטטיסטית לבחון אותם. תבדידים עם רגישות פחותה לפלואזינים גדלו לאט יותר מתבדידי הבר בעוד תבדידים בעלי רגישות פחותה לפירימטאניל ופנהקסאמיד לא נבדלו מתבדידי הבר. נמצא מתאם בין יכולת הגידול במצע וגודל כתם הריקבון על עלי שעועית: תבדידים איטיים בגידול על גבי מצע יצרו ריקבון פחות בעלים ( $r=0.84$  at  $P < 0.0001$ ) (טבלה 4).

טבלה 4. גידול קוי של תרבית תבדידי *Botrytis cinerea* בעלי פנוטיפים שונים על מצע ללא הפונגיצידיים (A) ועל עלי שעועית (B).

|           |                |            |           | B                      |              |           | A          |        |            |
|-----------|----------------|------------|-----------|------------------------|--------------|-----------|------------|--------|------------|
| קוטר כותם | קוטר מושבה     | קוטר מושבה | פנוטיפ    | קוטר מושבה ממוצע (מ"מ) | מספר תבדידים | פנוטיפ    | קוטר מושבה | פנוטיפ | קוטר מושבה |
| (מ"מ)     | במצע CDA (מ"מ) | תבדיד      |           |                        |              |           |            |        |            |
| 16.4c     | 23.7d          | B633       | AniR      | 43.8a*                 | 8            | AniR      | 43.8a*     | 8      | AniR       |
| 20.2ab    | 45.3b          | B725       | AniR DicR | 37.4b                  | 48           | BenR      | 37.4b      | 48     | BenR       |
| 16.6c     | 23.5d          | B672       | BenR      | 42.3ab                 | 35           | BenR DicR | 42.3ab     | 35     | BenR DicR  |
| 18.1bc    | 46.3b          | B650       | DicR      | 45.2a                  | 30           | DicR      | 45.2a      | 30     | DicR       |
| 20.2abc   | 45.3bc         | B684       | WT        | 45.8a                  | 233          | WT        | 45.8a      | 233    | WT         |
| 22.6a     | 54.7a          | B736       | WT        |                        |              |           |            |        |            |
| 20.8ab    | 41.3c          | B767       | WT        |                        |              |           |            |        |            |

\*מספרים באותה עמודה המלווים באות זהה אינם נבדלים זה מזה באופן מובהק ( $P \leq 0.05$ ).

הפתוגניות של תבדידים עמידים ורגישים ושותובה לפונגיצידיים: הפתוגניות של תבדידים עמידים ורגישים נבדקה בניסויי חממה על צמחי שעועית ועגבנייה שעליהם הודבקו בתרחיף נבגים. תכשירי הדברה בתרחיף מימי רוססו עד סף נגירה בריכוזים המומלצים כ 2-3 שעות לפני ההדקה. בנלט לא הדביר תבדידי בוטריטיס עמידים לבנזאימידאזולים. עמידות לאיפרודיון, פלודיאוקסוניל ופירימטאניל גרמה לפחיתה משמעותית ביעילות ההדברה על ידי התכשירים הרלבנטים. תבדידים בעלי רגישות פחותה לפלואזינים יצרו ריקבון פחות בהשוואה לתבדידים רגישים וגידולם במצע מזון אגר היה איטי יותר משל תבדידים רגישים. תבדידים רגישים ועמידים לפונגיצידיים האחרים לא נבדלו זה מזה בפתוגניות (ציור 4).



ציור 4. פתוגניות של תבדידים עמידים ורגישים לפונגיצידיים ותגובה שלהם לפונגיצידיים



### אפיון הקשר בין היסטורית הריסוסים להתפתחות העמידות

ניסויי שדה באורטל ושעל: הוצבו שני ניסויי הדברה, בכרם של מושב שעל (זן פינו נואר) ובכרם של קבוץ אורטל (זן סוביניון לבן). המטרה הייתה בחינת ההשפעה של ריסוס בפונגיצידיים שונים על התפתחות עמידות בבוטריטיס. גודל חלקה 9-6 גפנים, ארבע חזרות בכל ניסוי. במהלך עונות הגידול 2006 - 2008 טופלו שני הכרמים בבנומיל (דלסן), איפרודיון (רוברל), פנהקסאמיד (טלדור), פלואזינם (אוהיו), פירימטאניל (מיתוס) וסוויץ (תערובת פלודיאוקסוניל וציפרודיניל) (טבלה 5); ריסוס כל שבועיים מסף יולי, שלושה מועדים בכל כרם. הכרמים טופלו בפונגיצידיים גם בעונות קודמות. הכרם בשעל רוסס כדלקמן: ב-2004 מיטוס, בנלט, אוהיו, רוברל; ב-2005 אוהיו, מיתוס, מיטוס. הכרם באורטל רוסס כדלקמן: ב-2004 מיתוס, בנלט, מיטוס; ב-2005 מיטוס, פירוס, מיטוס. ערב הבציר עשינו הערכת נגיעות בכרמים לגבי הריקבון שהתפתח. תבדידים בודדו מגרגרי גפן חולים בעובש אפור ומהאוויר במהלך אוגוסט-ספטמבר 2006-2008 ונבחנו למידת עמידותם.

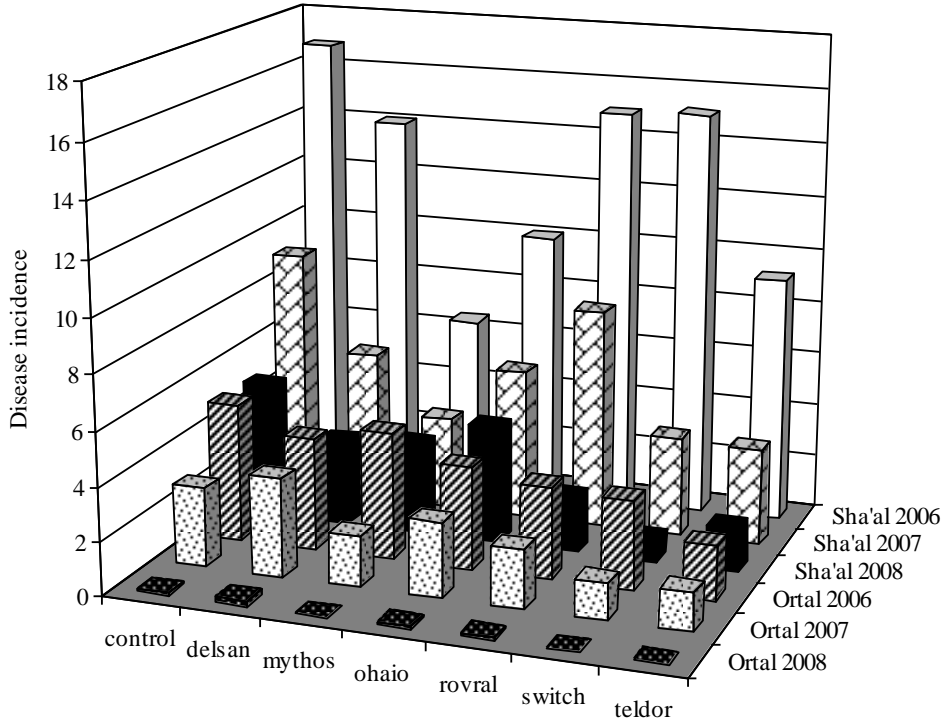


טבלה 5. חומרים שנבדקו בכרמים

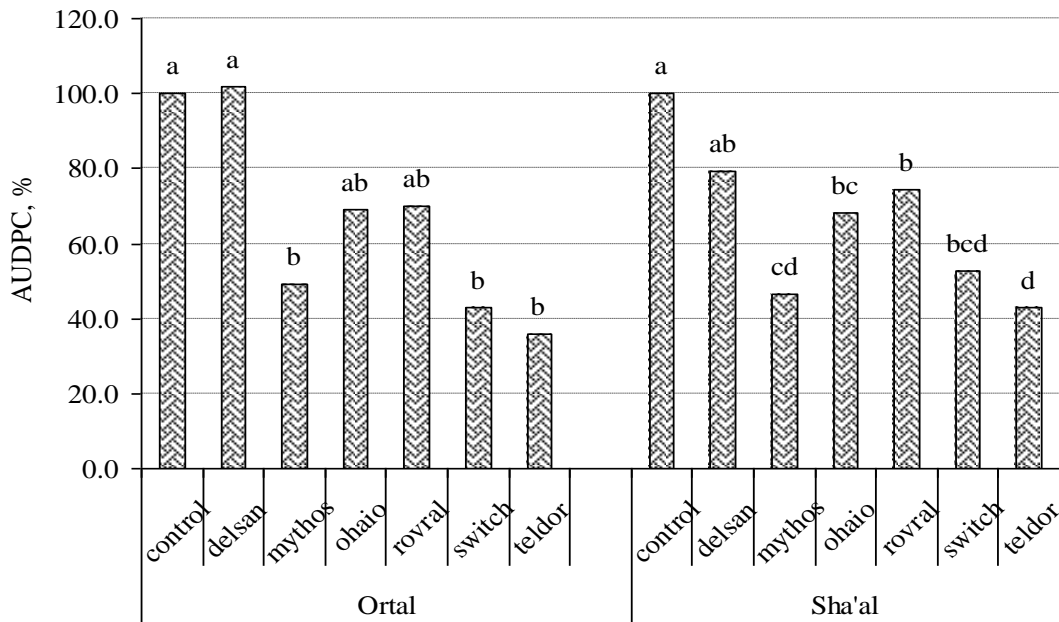
| חומר   | מינון | חברה      |
|--------|-------|-----------|
| סוויץ' | 0.1%  | כצ"ט      |
| מיתוס  | 0.25% | לידור     |
| טלדור  | 0.15% | "         |
| דלסן   | 0.1%  | "         |
| רובראל | 0.15% | " / כצ"ט  |
| אוהיו  | 0.15% | לוקסמבורג |
| ביקורת | -     | -         |

שכיחות עובש אפור נקבעה בשלושים אשכולות בכל חלקה ומבוטאת כאחוז האשכולות הנגועים). חומרת המחלה בהיקש הלא מטופל ויעילות ההדברה בטיפולים השתנו בשני הכרמים ובשנות הניסויים (ציור 5), אך הממוצע לשלוש שנות הניסויים היה דומה בשני הכרמים (ציור 6). התכשירים הוותיקים רוברל ובעיקר דלסן לא היו יעילים או היו בעלי יעילות מוגבלת. אוהיו לא נבדל מרוברל מבחינה סטטיסטית. התכשירים החדשים יותר מיתוס, סוויץ וטלדור היו יעילים והפחיתו את המחלה ב 50-60%.

עמידות בוטריטיס לפונגיצידיים באורטל ושעל: כ- 74% מ 516 התבדידים מכרמי אורטל ושעל היו רגישים לכל ששת הפונגיצידיים והיו בעלי פנוטיפ תבדיד הבר (WT). שאר 26% התבדידים סווגו לעשרה פנוטיפים עם עמידות לאחד או יותר מהפונגיצידיים. הפנוטיפים הנפוצים ביותר היו BenR, BenR DicR ו-DicR. בכל התבדידים העמידים האללים הנפוצים ביותר היו BenR בתפוצה של 17.8% והאלל DicR בתפוצה של 14.0%. כ-3% מהתבדידים היה עמידים לאנלינופירימידינים. חמישה תבדידים (כ-1%) היו עמידים לפנהקסאמיד; ארבעה מהתבדידים האלה היו עמידים גם לפירימטאניל. תבדיד אחד נמצא עמיד לפלודיאוקסוניל. לא נמצאה עמידות לפלואזינם (טבלה 6). היה הבדל בין הכרמים בתופעת העמידות – בשעל נמצאו יותר עמידות מאשר באורטל (ציור 7).



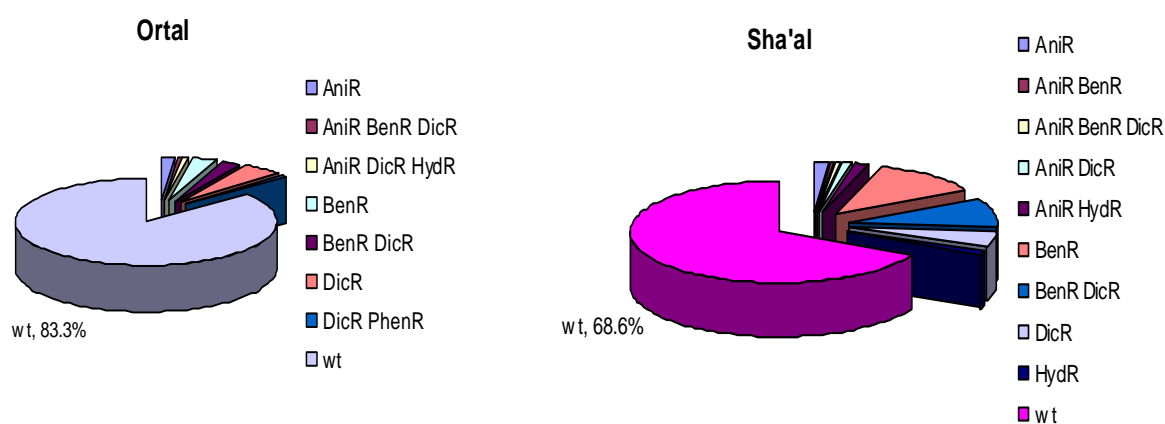
ציור 5. חומרת מחלה בכרמים בשעל ובאורטל בעונות 2006-2008



ציור 6. חומרת עובש אפור בטיפולי הניסויים באורטל ובשעל יחסית לביקורת

טבלה 6. אללים (A) ופנוטיפים (B) לעמידות ב-516 תבדידי בוטריטיס בכרמים בגולן בשנים 2006-2008

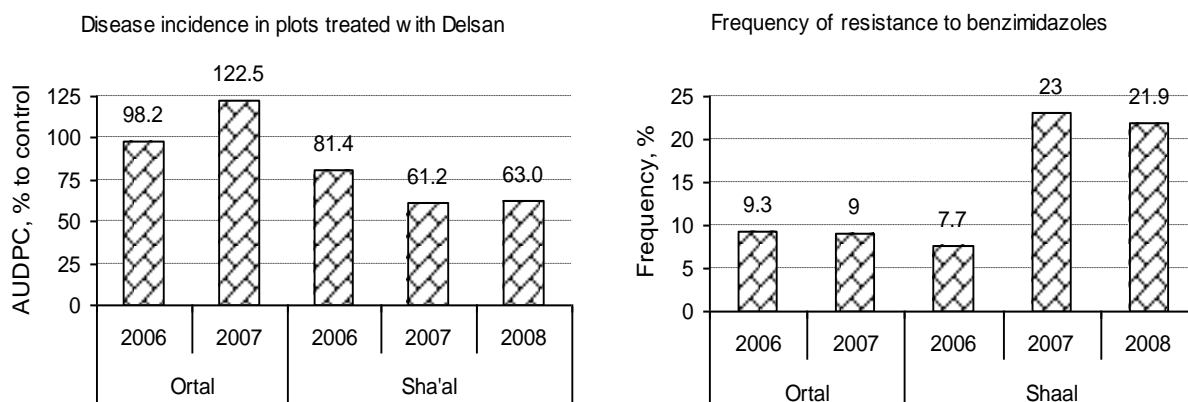
| B                      |                | A                      |       |
|------------------------|----------------|------------------------|-------|
| שעור מכלל התבדידים (%) | פנוטיפ         | שעור בכלל התבדידים (%) | אלל   |
| 1.6                    | AniR           | 3.1                    | AniR  |
| 0.2                    | AniR BenR      | 17.8                   | BenR  |
| 0.6                    | AniR BenR DicR | 13.9                   | DicR  |
| 0.2                    | AniR DicR      | 1.0                    | HydR  |
| 0.6                    | AniR HydR      | 0.2                    | PhenR |
| 9.9                    | BenR           | <0.2                   | PyrR  |
| 7.2                    | BenR DicR      |                        |       |
| 5.8                    | DicR           |                        |       |
| 0.2                    | DicR PhenR     |                        |       |
| 0.2                    | HydR           |                        |       |
| 73.6                   | WT             |                        |       |



ציור 7. פנוטיפים עמידים של תבדידי בוטריטיס בכרמים באורטל ובשעל

**בנזאימידאזולים:** דלסן לא היה יעיל בהדברת העובש האפור באשכולות הגפן בשעל ובאורטל: שכיחות המחלה בטיפול הדלסן וההיקש היתה דומה (לא נבדלו מבחינה סטטיסטית) (ציור 8). עמידות לבנזאימידאזולים הייתה בשכיחות של 8-9% באורטל בעונות 2006 ו-2007 ובשעל ב 2006 (באורטל ב 2008 הייתה רמת מחלה נמוכה מאד); שכיחות העמידות התגברה בשעל ב 2007 ו-2008 לרמות 22 ו-23%, בהתאמה (ציור 8). תבדידים עמידים בודדו מחלקות שטופלו ואשר לא טופלו בדלסן; לא בהכרח במספר רב יותר בחלקות מטופלות (טבלה 7). תופעה זאת ניתן להסביר בתנועה של תבדידים בין חלקות או בקיום תבדידים עמידים באוכלוסיית הבוטריטיס מתקופה שלפני הניסויים. אנו יודעים שבעונת 2004 טופלו שני הכרמים בבנלט. ריסוסי הדלסן בשעל הביאו לעלייה בשכיחות התבדידים העמידים לבנזאימידאזולים מ-8 ל-23% אבל עליה זו לא הייתה מלווה בשינוי שכיחות המחלה (ציור 8). יתכן שחוסר היעילות של דלסן נובע גם מסיבות שאינן עמידות הבוטריטיס. כשלונות הדברה של בנזאימידאזולים היו קשורים בעבר

בשכיחות גבוהה יותר של עמידות (Elad et al., 1988; Beever et al., 1989). בכרמים אחרים בלכיש בהם נבדקה העמידות ב 2006 כמחצית התבדידים היו עמידים לבנזאימידאזולים.



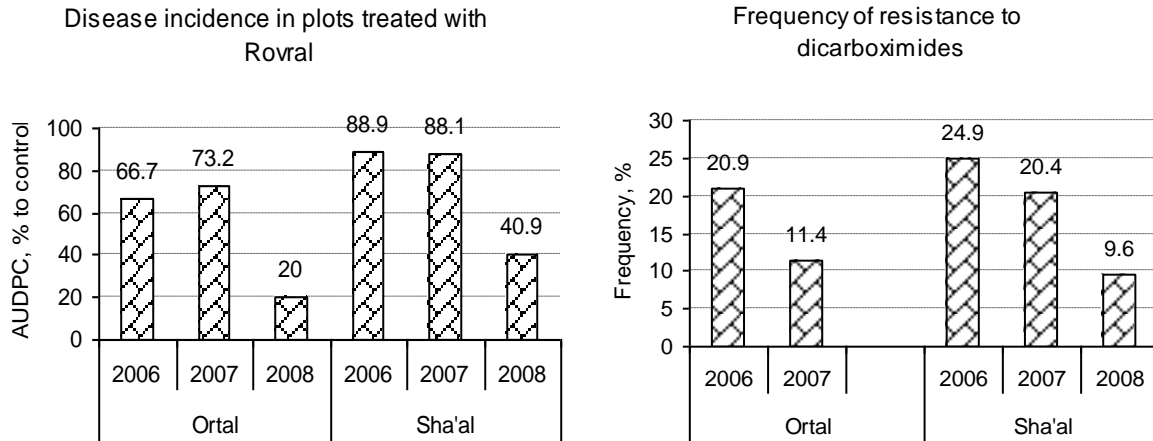
ציור 8. שכיחות מחלה בחלקות מטופלות בדלסן ושכיחות התבדידים העמידים לבנזאימידאזולים. תוצאות המחלה משוות למחלה בהיקש המהווה 100%.

טבלה 7. שכיחות עמידות בקרב תבדידי בוטריטיס שמקורם באשכולות נגועים

| כרם   | שנה  | טופל<br>בבנזאימידאזול* | תבדידים (%) עמידים ל: |                 |                     |
|-------|------|------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
|       |      |                        | בנזאימידאזולים        | דיקרבוקסאימידים | אנילינופירימידנינים |
| אורטל | 2006 | +                      | 8.3                   | 16.7            | 0.0                 |
|       | 2007 | -                      | 6.7                   | 21.6            | 2.4                 |
| שעל   | 2006 | +                      | 12.5                  | 25.0            | 0.0                 |
|       | 2007 | -                      | 2.8                   | 2.9             | 1.4                 |
|       | 2007 | +                      | 0                     | 25.0            | 0.0                 |
|       | 2008 | -                      | 4.3                   | 26.8            | 1.8                 |
|       | 2006 | +                      | 25.9                  | 13.2            | 1.9                 |
|       | 2007 | -                      | 11.1                  | 30.0            | 0.0                 |
|       | 2008 | -                      | 14.9                  | 13.7            | 11.1                |

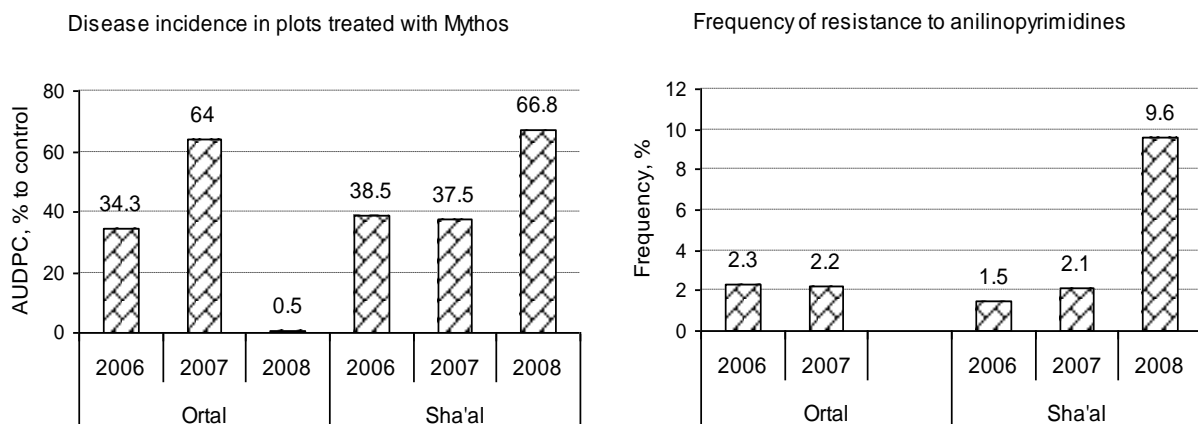
\* += ממוצע ארבעת החלקות המטופלות בבנזאימידאזול (דלסן); - = ממוצע כל שאר החלקות שלא מטופלות בדלסן.

דיקרבוקסאימידים: רוברל לא היה יעיל בהדברת עובש אפור בכרמי אורטל ושעל בעונות 2006 ו2007: שכיחות המחלה בחלקות מטופלות עם רוברל לא נבדלה מבחינה סטטיסטית מהבקורת. ב 2008 ברקע של מחלה נמוכה, יעילות של רוברל היתה משמעותית (ציורים 5 ו 9). שכיחות העמידות לדיקרבוקסאימידים בשעל הייתה 25, 20 ו- 10% במהלך שלוש העונות, בהתאמה (ציור 9). תבדידים עמידים לדיקרבוקסאימידים נמצאו בחלקות מטופלות ברוברל ובחלקות שלא טופלו בו (טבלה 7). לא ברור עד כמה גרמה העמידות לכישלון ההדברה. בעבר דווח על כשלון הדברה בשכיחות עמידות של 15% בעוד רמת מחלה גבוהה בחלקות מטופלות שבהן היתה שכיחות העמידות נמוכה מ 15% יוחסה ליישום לא טוב של הפונגיצידי (Beever et al., 1989). בשני כרמים אחרים, האחד בנחושה והשני בלכיש הייתה שכיחות העמידות לדיקרבוקסאימידים 40-50%.



ציור 9: שכיחות מחלה בחלקות מטופלות ברוברל ושכיחות העמידות לדיקרבוקסאימידים. תוצאות המחלה משוות למחלה בהיקש המהווה 100%.

**אנילינופירימידינים:** שני תכשירים הנמנים על קבוצת האנילינופירימידינים יושמו בניסויים בשעל ובאורטל: מיתוס וציפרודיניל שהינו חלק מתערובת החומרים הפעילים בתכשיר סוויץ. מיתוס היה יעיל ביותר בשני האתרים במשך שלוש עונות הניסויים כלומר ברמות מרפה נמוכות וגבוהות כאחד; היעילות הממוצעת שלו הייתה 62% הפחתת מחלה במשך כל העונות ובשני האתרים (ציורים 5 ו 10). שכיחות התבדידים העמידים ב 2006-2007 הייתה 2% בשני האתרים בעוד בעונת 2008 עלתה השכיחות ל- 10% בשעל, דבר אשר יכול להסביר את הירידה ביעילות באותו אתר בעונה זו (ציור 10). בכרם בלכיש היתה שכיחות העמידות לפירימטניל 5.5% ב 2006. בניסוי בשוויץ בו יושמו אנילינופירימידינים באופן אינטנסיבי במשך 8 שנים עלה שעור התבדידים שרגישותם פחותה ל 80-100% ויעילות תכשירים אלה פחתה (Forster and Staub, 1996). באורטל ובשעל, טיפולים באנילינופירימידינים במשך חמש שנים (כלומר החל משנתיים לפני הניסויים שלנו) לא הביאו לשכיחות גבוהה של תבדידים עמידים למרות שניכרה הנטיה לעליה בשעורם כפי שתואר לעיל.



ציור 10. שכיחות מחלה בחלקות מטופלות במיתוס ושכיחות העמידות לאנילינופירימידינים.

**פונגיצידיים אחרים:** טלדור (פנהקסאמיד) וסוויץ (פלודיאוקסוניל וסיפרודיניל) היו יעילים ביותר בהפחתת העובש האפור בכרמים; יעילותם הממוצעת הייתה 60 ו-57%, בהתאמה. שני התכשירים לא יושמו בכרמי אורטל ושעל בשנתיים שלפני הניסויים המדווחים כאן. בודדו רק מעט תבדידים עמידים לפנהקסמיד (בשעל ב 2007-2008) ורק תבדיד אחד עמיד לפלודיאוקסוניל בודד (אורטל 2006). לפיכך, שלוש שנים של יישומי טלדור וסוויץ היו יעילים בהדברת המחלה. עמידות לפלודיאוקסוניל לא נמצאה בניטור רב שנים בכרמים בצרפת וסוויץ בעוד עמידות לפנהקסמיד הייתה לפעמים הבעייה (Forster and Baroffio et al., 2003; Staub, 1996). הפונגיצידי אוהיו (פלואזינם) לא הביא להתפתחות עמידות כפי שגם במקרים אחרים לא נמצאה עמידות חזקה לפונגיצידי זה (Leroux, 2004). בניסוינו התכשיר לא היה יעיל (ציורים 5-6).

#### עמידות לפונגיצידיים בחממות:

במקביל למחקר בכרמים, נבדקו תבדידים מחממות ליזיאנטוס, מלפפון, מחלקות רוסקוס ועוד. מעניין לציין שהעמידות לפונגיצידיים היתה נפוצה יותר בקרב תבדידי החממה מאשר בתבדידי הכרם או חלקות רוסקוס. תוצאה זו נובעת כנראה מריבוי הריסוסים בחממה בהשוואה למערך הגידול פתוח (טבלה 8).

#### טבלה 8. עמידות לפונגיצידיים בגידולים שונים

| מערך הגידול | צמח מאחסן | מספר תבדידים נבדקים | תבדידים עמידים (%) | עמידות לפונגיצידיים ותיקים* (%) | עמידות לפונגיצידיים חדשים** (%) | עמידות מרובה*** (%) |
|-------------|-----------|---------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| פתוח        | גפן       | 179                 | 40                 | 36                              | 9                               | 27                  |
| פתוח        | רוסקוס    | 76                  | 57                 | 47                              | 12                              | 24                  |
| חממה        | מלפפון    | 45                  | 96                 | 96                              | 22                              | 64                  |
| חממה        | ליזיאנטוס | 199                 | 79                 | 77                              | 22                              | 63                  |

\*בנזאמימאזולים ודיקרבוקסאימידיים, \*\*אנילינופירימידינים, הידרוקסיאנילידים ופנילפירולים, \*\*\*עמידות לשני פונגיצידיים או יותר בו זמנית.

#### פיתוח מצעים בררנים לבידוד תבדידי בוטריטיס עמידים לפונגיצידיים

מטרת העבודה בסעיף זה הינה להגדיר את ריכוזי הפונגיצידיים במצע בררני לבוטריטיס (BSTM Botrytis)

וגידול של תבדידים עמידים. תרחיפים של נבגים מתבדידים עמידים ורגישים נזרעו על צלחות המצע BSTM ללא ועם פונגיצידיים בריכוזים שונים (טבלה 9).

הריכוז הנמוך ביותר של הפונגיצידי שאפשר להבדיל בין תבדידים עמידים ורגישים שימש כריכוז המבדיל (discriminatory doze, DD). ריכוז DD עבור בנומיל, איפרודיון, פירימטאניל, ופנהקסמיד היה פי 100 גבוה יותר מי הריכוז



המעכב בחצי ( $EC_{50}$ ) של הפונגיצידיים המתאימים, ולפלודיאוקסוניל - פי 1000. העמידות הגבוהה לפלואזינם אינה ידועה בבוטריטיס; 10% של הנבגים הרגישים נבטו ויצרו מושבות על ריכוזים  $EC_{50} \times 100$  (40 מ"ג/ליטר) לכן נקבע הריכוז המבדיל כ 40.0 מ"ג/ל. המצעים הבררנים נבדקו בניסויים על ידי חשיפה לנבגים באוויר.

טבלה 9. נביטה וגידול של תבדידי בוטריטיס רגישים ועמידים על מצע בררני BSTM ללא ועם פונגיצידיים

| DD,<br>mg/l | שעור הנביטה (%) על מצע בררני BSTM עם פונגיצידיים<br>בריכוזים: |                       |                      |                  |    | אלל | פונגיצידי    |
|-------------|---|-----------------------|----------------------|------------------|----|-----|--------------|
|             | EC <sub>50</sub> x1000  | EC <sub>50</sub> x100 | EC <sub>50</sub> x10 | EC <sub>50</sub> | 0  |     |              |
| 3.0         | 0   | 0                     | 45                   | 44               | 38 | S   | בנומיל       |
|             | 29  | 34                    | 36                   | 42               | 34 | R   |              |
| 20.0        | 0   | 0                     | 41                   | 40               | 39 | S   | איפרודיון    |
|             | 28  | 31                    | 56                   | 50               | 40 | R   |              |
| 1.0         | 0   | 0                     | 28                   | 25               | 26 | S   | פמהקסאמיד    |
|             | 0   | 28                    | 26                   | 28               | 42 | R   |              |
| 40.0        | 0   | 10                    | 50                   | 48               | 39 | S   | פלואזינם     |
|             | -   | -                     | -                    | -                | -  | R   |              |
| 5.0         | 0   | 37                    | 34                   | 41               | 39 | S   | פלודיוקסוניל |
|             | 31  | 34                    | 37                   | 42               | 41 | R   |              |
| 5.0         | 0   | 0                     | 23                   | 20               | 39 | S   | פירימטאניל   |
|             | 53  | 34                    | 17                   | 21               | 32 | R   |              |

במשך החודשים אוגוסט וספטמבר 2007-2008, נחשפו בערך 1800 צלחות פטרי עם מצע בררני לבוטריטיס (כ 265 עם כל אחד מהפונגיצידיים או ללא פונגיצידיים) בכרמים באורטל ובשעל. מספר המושבות של בוטריטיס שהתפתחו בצלחות השתנה במועדים השונים והאתרים אך ככלל התפתחו יותר מושבות בצלחות שנחשפו בשעל מאשר באורטל (2.0 מושבות בשעל ו 0.5 מושבות/צלחת באורטל בממוצע), בגלל רמות המחלה הגבוהות יותר בכרם של שעל. ניתן להעריך שחשיפת 100 צלחות בכרם תביא ללכידת 200-50 גורמי ריבוי של בוטריטיס ותביא ללכידת תבדידים עמידים על גבי מצעים מורעלים אם הם מופיעים בתדירות של 2%-0.5 ומעלה. בפועל, הופעת מזהמים שונים באוויר מפחיתה את בררנות המצע ומונעת הופעת פנוטיפים נדירים. הסבר אפשרי לכך הוא העובדה שהפונגיצידיים אינם מונעים את התפתחות פטריות רבות שאינן בוטריטיס; פטריות אלה גדלות ומפרישות מטבוליטים למצע אשר הופך פחות רעיל ומאפשר גידול של תבדידי הבר של בוטריטיס. תופעה זו קשורה בעיקר במצע בררני המכיל מיתוס – רק 30% מהתבדידים על מצע זה היו עמידים למיתוס בניגוד לסלקטיביות הרבה של מצע זה במבחני מעבדה. מצעים עם בנלט ורוברל היו סלקטיביים ביותר כך שכל התבדידים שגדלו עליהם היו עמידים לפונגיצידיים אלה, בהתאמה. עמידות לפנהקסמיד ופלודיאוקסוניל היתה נדירה ולא נמצאה על המצע הבררני. לא נמצא קשר בין הופעת תבדידים עמידים במצע הסלקטיבי לבין הופעתה בבידודים מהאשכולות. בעוד תבדידים עמידים לבנלט בודדו בשכיחות גבוהה יותר מצלחות מצע סלקטיבי מאשר מאשכולות בכרם הרי שתבדידים עמידים לדיקרבוקסאימידיים בודדו יותר מחומר צמחי מאשר מצלחות. לפיכך שימוש בצלחות פטרי בשדה עשוי לא לייצג את המצב בכרם לאשורו. זאת בניגוד לחממות בהן קיימת אוכלוסייה גבוהה של בוטריטיס ואוכלוסייה נמוכה של מזהמים.

### מסקנות והשלכות

רגישות בוטריטיס לפונגיצידיים: 933 תבדידי בוטריטיס מ-6 מיני צמחים נגועים ומאוויר ב-15 אתרים ברחבי הארץ אופיינו למידת רגישותם לשישה פונגיצידיים מקבוצות כימיות כגון האנילינופירימידינים, הידרוקסיאנילידים, פנילפירידינאמינים, פנילפירולים, בנזאימידאזולים ודיקרבוקסאימידיים. כמחצית מהתבדידים היו רגישים לששת הפונגיצידיים וניתן להגדרם כתבדידי הבר. את שאר התבדידים ניתן לסווג

ל-18 פנוטיפים עם עמידות לפונגיצידי אחד או יותר. אללים לעמידות לפונגיצידיים הוותיקים מקבוצות הבנזאימיאזולים והדיקרבוקסאימידיים היו הנפוצים ביותר: 26 ו-40% בהתאמה. עמידות לפונגיצידיים חדשים היתה נדירה: כ 3% מהתבדידים היו עמידים לפירימטאניל (קבוצת האנילינופירימידינים), 1% היו עמידים לפנהקסאמיד (קבוצת ההידרוקסיאנילידים), תבדיד אחד (0.1%) היה עמיד ל פלודיוקסוניל (קבוצת הפנילפירולים). לא נמצאה עמידות גבוהה לפלואזינם (קבוצת הפנילפירידינאמינים). 58% מתבדידים עמידים היו עמידים לשנים או יותר פונגיצידיים בו זמנית.

העמידות בחממות ובשטח פתוח: העמידות לפונגיצידיים היתה נפוצה יותר בקרב תבדידי החממה מאשר בתבדידים מהשטח הפתוח. עד 100% תבדידים מחממות היו עמידים לפונגיצידיים ותיקים וכ 20% היו עמידים לפונגיצידיים חדשים, עמידות מרובה נפוצה ביותר מ 60% תבדידים, לעומת כ 40, 10 ו 25% בהתאמה בשטח הפתוח.

עמידות בכרמים והקשר בין שכיחות העמידות לבין כשלון ההדברה: בשני כרמים בגולן, חלקות הניסויים רוססו בדלסן (בנזאימיאזול), מיתוס (אנילינופירימידין), אוהיו (פנילפירידינאמין), רוברל (דיקרבוקסאימיד), סוויץ' (פלודיוקסוניל ואנילינופירימידין) וטלדור (הידרוקסיאניליד) במשך שלוש עונות.

– דלסן לא היה יעיל בהדברת העובש האפור. בשעל, ריסוסי הדלסן הביאו לעלייה בשכיחות העמידות מ-8 ל-23% אבל עליה זו לא הייתה מלווה בשיוני שכיחות המחלה. יתכן שחוסר היעילות של דלסן נובעת גם מסיבות שאינן עמידות הבוטריטיס.

– רוברל היה לא יעיל בשני כרמים בעונות 2006 ו-2007. בשנת 2008 ברקע של רמת מחלה נמוכה, יעילות של רוברל היתה משמעותית. שכיחות העמידות לדיקרבוקסאימידיים בשעל ירדה מ 25% בשנת 2006 ל 10% ב 2008. לא ברור עד כמה גרמה העמידות לכישלון ההדברה.

– מיתוס היה יעיל ביותר בשני האתרים במשך שלוש עונות הניסויים; היעילות הממוצעת שלו הייתה 62%. שכיחות התבדידים העמידים ב 2006-2007 הייתה 2% בשני האתרים בעוד בעונת 2008 עלתה השכיחות ל-10% בשעל: דבר אשר יכול להסביר את הירידה ביעילות באותו אתר בעונה זו. באורטל ושעל, טיפולים באנילינופירימידינים במשך חמש שנים (כלומר החל משנתיים לפני הניסויים שלנו) לא הביאו לשכיחות גבוהה של תבדידים עמידים למרות שניכרה הנטיה לעלייה בשעורם כפי שתואר לעיל.

– טלדור (פנהקסאמיד) וסוויץ' (פלודיוקסוניל וסיפרודיניל) היו יעילים ביותר בהפחתת העובש האפור בכרמים; יעילותם הממוצעת הייתה 60 ו-57%, בהתאמה. בודדו רק מעט תבדידים עמידים לפנהקסמיד ורק תבדיד אחד עמיד לפלודיאוקסוניל בודד. לפיכך, שלוש שנים של יישומי טלדור וסוויץ' לא הביאו להתפתחות העמידות.

– פלואזינם לא היה יעיל. עמידות לפלואזינם לא נמצאה בניטור שלוש שנים. חוסר היעילות של פלואזינם נובעת מסיבות שאינן עמידות הבוטריטיס.

פתוגניות ופיטנס של תבדידים עמידים: בניסויי חממה, עמידות לבנזאימיאזולים היתה מלווה בכשלון הדברה ועמידויות לאיפרודיון, פלודיאוקסוניל ופירימתניל היתה מלווה בפחיתת יעילות ההדברה. תבדידים עמידים לבנומיל ותבדידים עם רגישות פחותה לפלואזינם גדלו באופן מובהק לאט יותר בהשוואה לתבדידי הבר. בעוד תבדידים בעלי עמידות או רגישות פחותה לפונגיצידיים אחרים לא נבדלו מתבדידי הבר. נמצא מתאם בין יכולת הגידול במצע וגודל כתם הריקבון על עלי שעועית: תבדידים איטיים בגידול על גבי מצע יצרו ריקבון פחות בעלים.



פתוח כלי לניטור עמידות באוכלוסיות אווירות בוטריטיס על בסיס מצע בררני: מצע סלקטיבי לבוטריטיס שהכיל פונגצידים שונים פותח לשם בידוד תבדידים עמידים בשדה.

### רשימת פרסומים

- Elad, Y., Shpialter, L., Korolev, N., Mamiev M., Rav David, D., Dori, I., Ganot, L., Shmuel, D., Matan, E. & Messika Y. (2008) Intergrated chemical and cultural control for grey mould (*Botrytis cinerea*) management in *Lisianthus*. In: Denhe H., Deising H., Gisi U., Kuck K., Russel P. & Lyr H. (Eds.) *Modern Fungicides and Antifungal Compounds V*, (pp.211-218). Friedrichsroda, Germany: Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft.
- Korolev, N., Katan, T., & Elad, Y. (2006) Use of selenate-resistant strains as markers for the spread and survival of *Botrytis cinerea* under greenhouse confditions. *Phytopathology* 96:1195-1203.
- Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., & Elad, Y. (2007) Resistance to anilinopyrimidines and other fungicides in *Botrytis cinerea* in Israel. *Phytoparasitica* 35:205-206.
- Korolev, N., Mamiev, M, Zahavi, T, & Elad, Y. (2007) Resistance to fungicides among *Botrytis cinerea* isolates from different hosts in Israel. XIV International *Botrytis* Symposium, October 21-25, 2007, Cape Town.
- Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., & Elad, Y. (2008) Resistance to six fungicides among *Botrytis cinerea* isolates from vineyards in Israel. *Phytoparasitica* 36:126-127.
- Korolev N., Elad, Y., & Katan, T. (2008) Vegetative compatibility grouping in *Botrytis cinerea* using sulphate non-utilizing mutants. *Eur. J. Plant Pathol.* 122:369-383.
- Korolev, N., Mamiev, M, Zahavi, T, & Elad, Y. (2009) Resistance to fungicides among *Botrytis cinerea* isolates from tomato and other hosts in Israel. *Acta Hort.* No. 808:367-375.
- Korolev, N., Mamiev, M., Zahavi, T., & Elad, Y. (2009) Three year-long monitoring for resistance to fungicides among *Botrytis cinerea* from vineyards. *Phytoparasitica* 37:in press.

### References

- Baroffio, C., Siegfried, W., & Hilber, U. (2003) Long-term monitoring for resistance of *Botryotinia fuckeliana* to anilinopyrimidine, phenylpirrole, and hydroxyanilide fungicides in Switzerland. *Plant Dis.* 87:662-666.
- Beever, R., Laracy, E., & Pak, H (1989) Strains of *Botrytis cinerea* resistant to dicarboximide and benzimidazole fungicides in New Zealand vineyards. *Plant Pathol.* 38:427-437.
- Edwards, S. G., & Seddon, B. (2001) Selective media for the specific isolation and enumeration of *Botrytis cinerea* conidia. *Lett. Appl. Microbiol.* 32:63-66.
- Elad, Y., Shabi, E., & Katan, T. (1988) Negative cross-resistance between benzimidazole and *N*-phenylcarbamate fungicides and control of *Botrytis cinerea* on grapes. *Plant Pathol.* 37:141-147.
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., & Delen, N. (2004) *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems – an introduction. In: Elad Y., Williamson, P., Tudzinski, P. & Delen, N. (Eds.) *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (pp.1-8). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.
- Forster, B. & Staub, T. (1996) Basis for use strategies of anilinopyrimidine and phenylpyrrole fungicides against *Botrytis cinerea*. *Crop Protection* 15:529-537.
- Hilber, U. W. & Schuepp, H. (1996) Mycelial growth test for assessment of anilinopyrimidine sensitivity of grey mould (*Botryotinia fuckeliana*). In: Birchmore R. J. & Forster B.

- (Eds.) *FRAC methods for monitoring the sensitivity of Botrytis cinerea to anilinopyrimidine fungicides. OEPP/EPPO Bulletin* 26:182-197.
- Leroux, P. (2004) Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. In: Elad Y., Williamson, P., Tudzinski, P. & Delen, N. (Eds.) *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (pp.195-222). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.

**מס' מחקר: 132-1223-06**

|  |
|--|
| <p><b>מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</b></p> <p>איסוף בוטריטיס מאוכלוסיות בחלקות מסחריות; קביעת רמות הרגישות של תבדידים מאוכלוסיות שונות לתכשירים מקבוצות האנילינופירימידינים, פנילפירולים והידרוקסיאנילידים ועוד; בדיקת שכיחות עמידויות צולבות ומצורפות; אפיון הקשר בין היסטורית הריסוסים להתפתחות העמידות; בדיקת פיטנס ופתוגניות תבדידים עמידים; פתוח כלי לניטור עמידות.</p>  |
| <p><b>עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופת אליה מתייחס הדו"ח:</b></p> <p>נמצא שעמידות לבנזאימידאזולים ודיקרבוקסאימידים הינה נפוצה בין תבדידי שדה ובעיקר תבדידי חממה. שכיחות תבדידים עמידים לפירימטאניל היתה עד 10%. עמידויות לפלודיאוקסוניל ופנהקסמיד היו נדירות. עמידות לקבוצה אחת בלבד של פונגיצידי נמצאה ב- 53% מהתבדידים בעוד שאר התבדידים היו עמידים לשתי קבוצות או יותר. עמידות לבנזאימידאזולים היתה מלווה בכשלוך הדברה ועמידויות לפונגיצידים אחרים היתה מלווה בפחיתת יעילות ההדברה. מצע סלקטיבי לבוטריטיס שהכיל פונגיצידים שונים פותח לשם בידוד תבדידים בשדה ובחממה.</p> |
| <p><b>המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:</b></p> <p>אפיון עמידות לפונגיצידים באוכלוסיות בוטריטיס הראה את התפשטות הרחב של עמידות לפונגיצידים ותיקים בנומיל ואיפרודיון בישראל, בעוד שעמידות לפונגיצידים חדשים לא נמצאה (פלואזינס) או נמצאה ברמה נמוכה מאד (פלודיאוקסוניל ופנהקסאמיד) או ברמה נמוכה עד בינונית (פירימטאניל). העמידות נפוצה ביותר בקרב תבדידי חממה בהתאמה לשטח הפתוח. התוצאות יביאו ליעול ההדברה וימנעו ריסוסים מיותרים בתכשירים כלפיהם קיימת עמידות בחלקות נבדקות.</p>   |
| <p><b>הבעיות שנותרו לפתרון ו.או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיית שיווקיים ואחרים);</b></p> <p><b>התייחסות המשך המחקר לגביה:</b></p> <p>המחקר נערך בהתאם לתוכנית המקורית.</p>   |
| <p><b>האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח – יש לפרט</b></p> <p>רשימת פרסומים ותקצירים בדו"ח.</p>  |
| <p><b>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)</b></p> <p>רק בספריות</p> <p>*** ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p> <p>חסוי – לא לפרסם</p>   |