

## קימחון במלון אביב בערבה

שמעון פיבוניה, רחל לויטה, סוּטלנה דוברינין, ישראל צברי, אלה יוסל - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

יגאל אלעד, דני שטיינברג, רוני כהן - מנהל המחקר החקלאי

### תקציר

המלון הוא מגידולי הירקות החשובים בערבה והתוצרת מיועדת ליצוא ולשוק המקומי. השימוש בהדברה משולבת והפחתת השימוש בריסוסים כימיים עדיין לא מקובלת בגידול המלון בערבה ויש חשיבות לפיתוח כיוון זה. הקימחון הוא מחלת הנוף העיקרית במלון בעונת האביב וכדי למנוע נזקים לצמח וליבול החקלאים מרססים במהלך העונה מספר פעמים רב עם תכשירי גפרית ותכשירים אחרים. מטרת המחקר הנוכחי היא לפתח גישה שתאפשר התמודדות עם מחלת הקימחון תוך שימוש מזערי ומושכל בתכשירי הדברה. בעונות אביב 2006 - 2010 נערכו ניסויים ללימוד הקשר בין תנאי סביבה והתפתחות הקימחון במלון בתנאי שדה ולימוד משטר הריסוסים הדרוש להדברת המחלה. נבחנו מרווח הריסוסים הדרוש, מועד התחלת הריסוסים ומועד הסיום על רקע של זני מלון רגישים מאד ועם סבילות מסוימת לקימחון. כמו כן נלמדה האפשרות להדביר את הקימחון במלון באמצעות שימוש בפונגיצידיים סיסטמיים שניתנו בהגמעה לקרקע דרך מערכת הטפטוף. הוגדרו גזעי הקימחון הנפוצים במלון ובדלועיים נוספים בערבה. מתוצאות הניסויים עולה כי אפשר לחלק את עונת הגידול האביבית בערבה המרכזית (שתילה בתחילת דצמבר וגידול עד לסוף יוני במנהרות עבירות) למספר מקטעי זמן מבחינת התפתחות הקימחון, שהגורם העיקרי המכתיב אותה הם תנאי הטמפרטורה. השלב הראשון משתילה ועד להופעת המחלה, מתחילת דצמבר ועד לבין אמצע ינואר לאמצע פברואר. השלב השני עם תנאים טובים עד אופטימאליים להתפתחות מחלה, מהופעת המחלה לבין אמצע וסוף אפריל. השלב השלישי עם תנאי סביבה פחות טובים להתפתחות המחלה, מסוף אפריל ועד לסוף יוני, תחילת תקופת הסניטציה. על פי החלוקה לתקופות שונות מבחינת הופעה והתפתחות הקימחון ניתן לכוון את משטר הריסוסים. בשלב הראשון אין כמובן צורך לרסס. בשלב השני יש לרסס בתחילה לפי פיקוח ובהמשך בתדירות של אחת לשבוע עד שבועיים כתלות ברמת האילוח ובחומר המרוסס. בשלב האחרון ניתן להפסיק לרסס במידה ורמת האילוח בשדה נמוכה.

### מבוא

מבין גידולי הירקות החשובים בערבה, המלון הוא השני בהיקף גידולו לאחר הפלפל ומרבית התוצרת מיועדת ליצוא. היקף גידול המלון בעונת 2009/10 בערבה התיכונה ובכיכר סדום היה כ- 5,000 דונם. המלון מגודל בערבה מכיכר סדום ועד אילת. מועדי גידול המלון וצורת הגידול משתנים לאורך הערבה בהתאם לתנאי האקלים ואופי ההתיישבות. בערבה הצפונית והמרכזית נהוג לגדל מלונים במהלך שתי עונות בשנה בסתיו ובאביב. בסתיו הגידול הוא בשטח פתוח והעונה קצרה מאד, כ- 65-75 יום משתילה ועד עקירה. בעונת האביב, המלונים נשתלים לרוב על אותו השטח בו גודל המלון הסתווי והגידול הוא במנהרות עבירות. בערבה הדרומית גידול המלון נעשה רק בעונת הסתיו המוקדם והוא חלק ממחזור גידולים הנהוגים באזור ובכללם בצל, תירס ותפוז"א. משך הזמן בין גידול מלון אחד למשנהו על אותה חלקה הוא לפחות 3 שנים. בערבה המרכזית המלון הסתווי נשתל או נזרע במהלך אוגוסט והגידול נמשך עד אוקטובר. הגידול האביבי נשתל במנהרות במהלך נובמבר ונמשך 7 עד 8 חודשים. גידול המלון במנהרות נעשה בהדליה. בערבה הצפונית, בה הטמפרטורות גבוהות לעומת הערבה המרכזית, המלון הסתווי גדל בין ספטמבר לדצמבר. בסוף דצמבר - תחילת ינואר נשתל המלון האביבי במנהרות עבירות בגידול שרוע ונהוג לגדלו עד מאי.

הקימחון הוא מחלת הנוף העיקרית במלון, בצד מחלות ויראליות ובאביב מהווה מחלה קשה בכל אזורי הגידול, הן במלון השרוע והן בגידול המודלה. בסתיו המאוחר הוא מופיע בכיכר סדום, אך לא מהווה בעיה בערבה התיכונה והדרומית. כדי למנוע נזקים לצמח וליבול, החקלאים מרססים 10 ריסוסים ויותר במהלך העונה ומשתמשים במגוון רחב של תכשירים כימיים ותכשירי גופרית. למרות מספר הריסוסים הרב ישנם מצבים בהם המחלה מתפתחת בחלקות הגידול, ונגרם נזק רב עד כדי התייבשות עלי הצמח מקימחון. מידי זמן מה נכנסים לשימוש זנים חדשים בעלי עמידות לקימחון. אולם העמידות נשברת בדרך כלל תוך כ-3 שנים, כנראה עקב שינוי באוכלוסיית הפתוגן ועלייה בשכיחות גזעי הקימחון האלימים, כנגדם הזן אינו עמיד.

מחוללת מחלת הקימחון (Powdery mildews) במלון היא הפטרייה טפילית על צמחים עלאיים הנמנית עם מחלקת פטריות השק- *Ascomycetes* ומשפחת *Erysiphaceae*. לפטרייה זו שתי צורות רביה: צורה מינית וצורה אל מינית. הצורה האל מינית היא הפתוגנית לצמחים וברוב פטריות הקימחון היא נקראת *Oidium* (נבג דמוי ביצה הנישא בשרשרת). לעיתים רק שלב זה קיים או ידוע במחזור החיים של הפטרייה. הסימן המובהק של צורה זו הוא כיסוי לבן או אפור-חום העוטה את חלקי הצמח הנגועים. התפטיר היצוני וגדל באופן שטחי על האפידרמיס של העלים (בשונה ממחלת הקימחוננית בה התפטיר מתפתח בתוך האפידרמיס) ומתחתיו. קורי הנביטה מסתעפים ונצמדים אל שטח העלים בעזרת כריות הצמדה הנוצרות על ידי התרחבות קצות הקורים והסתעפותם. ממרכז הכריות יוצאים קורים דקים החודרים אל תאי האפידרמיס ויוצרים את המצאים. הנבגים האל מיניים ביצתיים מאורגנים בשרשרת, וגודלם נע בין 20-45 מיקרון, הם עשירים במים ונפוצים בעיקר על ידי זרמי אויר. הנבגים מתפזרים בעיקר בשעות הבוקר, כשהטמפרטורה עולה, הלחות יורדת ונוכחות מים חופשיים על גבי העלים יורדת. הנזק לפונדקאי הוא איטי ומתמשך והצמחים הפגועים עשויים להתקיים זמן רב (3). הפגיעה האיטית נובעת מכך שהקימחון מנצל רק שכבות שטחיות בצמח ולכן כמות המזון שהפטרייה מוציאה מהצמח קטנה. מחלת הקימחון בדלועיים (ובניהם מלון, מלפפון, קישוא, דלעת, אבטיח) נפוצה בעולם בשדה ובחממות. בשדה הפתוח המחלה מוגבלת לאזורים יבשים או לעונות יבשות. בחממות, זו המחלה העיקרית בכל אזורי הגידול. עיקר הנזק הנגרם ממחלה זו הוא הפחתת איכות היבול, בעיקר במלון. קימחון בדלועיים בעולם נגרם ע"י המינים: *Golovinomyces cucurbitacearum*, *Podosphaera xanthii* ו- *Golovinomyces orontii* (7). לגבי מלפפון ומלון בארץ, ניתן לומר בביטחון, כי גורם המחלה הינו *P. xanthii* בלבד.

הופעת המחלה ניכרת במושבות לבנות בקוטר 2-3 מ"מ על גבי העלים. המושבות גדלות עם הזמן, מתאחדות ויוצרות כיסוי רצוף של תפטיר ונבגים לבנים. בהמשך מופיעות מושבות גם על הגבעולים ובנגיעות קשה מאוד גם על הפירות. בשלבים מאוחרים מופיעות נקרוזות על העלים ולבסוף העלים מתייבשים. בניגוד לרוב הקימחונות היוצרים את נבגיהם בלחות יחסית בינונית-גבוהה, במין *P. xanthii* תהליך נביטת הנבגים מתרחש ביובש. נוכחות מים חופשיים על גבי הרקמה מפריעה לנביטה. תהליכי הנביטה, האכלוס וההנבגה מותנים בטמפרטורה, באורך היום ובעוצמת האור. ההנבגה מתאפשרת בתחום טמפרטורות רחב והטמפרטורות המיטביות מתקרבות לאלה המיטביות לצמיחת הפונדקאי ולכן הן גבוהות יותר בדלועיים ונמוכות יותר, למשל, בדגנים. הנבגת הקימחון משתפרת עם התגברות תהליך ההטמעה.

Yarwood וחבריו (1954) (3). בדקו טמפרטורה מיטבית לנביטת נבגי *B. graminis* בשעורה ובחיטה והגדירו שלוש נקודות טמפרטורה עיקריות: 3 מ"צ מינימום, 17 מ"צ אופטימום ו- 31 מ"צ מקסימום. נתונים של Cherewick (1944) (3). עבור אותו מין מקנדה הראו טמפרטורות נמוכות יותר: 0, 6 ו- 35 מ"צ, בהתאמה. לעומת *B. graminis* של הדגניים המסווג כפתוגן בעל זיקה לחורף ולאביב, מסווגים מיני קימחון אחרים כפתוגנים בעלי זיקה לקיץ, כמו למשל, המין *P. xanthii* שטווח הטמפרטורות שלו הוא

9 מ"צ מינימום, 22 מ"צ אופטימום ו- 34 מ"צ מקסימום. לתבדיד מסוים שבודד ממלון בקליפורניה נמצא טווח טמפרטורות אופטימלי של 25-28 מ"צ כאשר לתבדיד מאותו מין מדלעת, באזור אחר, נמצאה טמפרטורה אופטימלית של 15 מ"צ. בארץ, הטמפרטורות על פי רוב הינן בתחום המאפשר פגיעה מקימחון. הטמפרטורות אינן מהוות גורם המעכב את התפתחות הקימחון והן עלולות להשפיע בעיקר על רגישות הפונדקאים. במלון, הרגישות לקימחון גדלה עם התבגרות הצמח, ואילו העלים הצעירים שלו רגישים פחות. האילוח תלוי בין השאר ברמות המידבק, וככלל צמחים מבוגרים רגישים יותר (3). במספר פונדקאים מתפתחת מחלת הקימחון טוב יותר בצל מאשר באור מלא. גורם המחלה נצפה בתחילת האפידמיה בצד התחתון של העלים המבוגרים ביותר של הצמח. בניסוי שנערך בשעורה נמצא כי תחת רשת צל (50-60% הצללה) פיזור הנבגים גדל, והמחלה התפתחה מהר יותר משעורה שגודלה בשדה הפתוח. כן נמצא כי שיבולת שועל שגודלה בתנאים של 16 שעות אור, הייתה עמידה יותר לקימחון מאשר בתנאים של 8 שעות אור (3). בניסויים שנערכו בקישואים נצפה קימחון מוקדם וחמור יותר תחת רשת צל (5).

תפוצת הקימחונות היא כמעט כלל עולמית. מחלת הקימחון במלון דווחה לראשונה בשנת 1925 בקליפורניה (4). מוצאם של הגנים לעמידות לקימחון במלון הוא בהודו, שהיא אחת ממדינות המוצא של המלון (6). עמידות גנטית לקימחון בדלועיים נחקרה בזנים מסחריים של מלון, מלפפון ודלעת מאז 1930, ועדין הינה תכונה חשובה מאוד האחראית ליבול גבוה יותר, איכות פרי טובה יותר ולהפחתת השימוש בתכשירי הדברה. לעמידות לקימחון הייתה ותהיה השפעה גדולה במערכות חקלאיות בטווח רחב של טמפרטורות עקב שכיחות המחלה, ההשפעה על היבול והאיכות והמחיר של הדברת המחלה ע"י חומרים כימיים. זנים עמידים לקימחון מפחיתים מאוד את השימוש בתכשירי הדברה ומובילים לסביבה נקייה ובריאה, כמו גם להגדלת ההכנסות עקב יבול גבוה יותר ועלויות נמוכות של חומרי הדברה. המכניזם הגורם לצמח עמידות לקימחון עדין אינו ברור (4).

לפטרייה *P. Xanthii* מספר גזעים פיזיולוגיים. זיהוי הגזעים הפיזיולוגיים נעשה על פי כושר התבדידים השונים להדביק זני מלון דיפרנציאליים הנבדלים ברקע הגנטי המכתיב את העמידות לגורם המחלה. מטבע הדברים, מספר הגזעים או הכושר לזהותם, תלוי במספר הזנים הדיפרנציאליים. עד לפני כעשור דווחו 3 גזעים פיזיולוגיים 0, 1 ו- 2. עם התקדמות הטיפוח לעמידות והזמינות של צמחים בעלי רקע גנטי שונה, דווח באמצע שנות ה-90 של המאה שעברה על גזע 3 של הפתוגן (1) ומאוחר יותר דווח על שבעה גזעים פיזיולוגיים (2). המספר העצום של נבגי הקימחון המופצים באוויר העולם מצוי באי שיויון מול המספר המצומצם של צמחים דיפרנציאליים בעלי מגוון גנטי שונה המאפשרים אבחנה בין גזעי הקימחון. לפיכך, צפוי שמספר הגזעים הפיזיולוגיים האמיתיים המבטא את השונות בכושר לתקוף צמחים מזנים שונים, גדול בהרבה מזה שהמחקר יכול לזהות. למיטב ידיעתנו אין קשר בין גזעים פיזיולוגיים לעמידות לקוטלי פטריות מכיוון שאלו תכונות גנטיות שונות. יחד עם זאת, מעקב אחר השונות בגזעים הפיזיולוגיים בזנים, בעונות ובאזורים השונים יכולה לתת אינדיקציה על התדירות של שינויים גנטיים באוכלוסיית הפתוגן.

הדברה כימית היא הדרך המקובלת ביותר היום בקרב המגדלים לבקרת המחלה. קיים מגוון רחב של תכשירי הדברה מקבוצות כימיות שונות להם יעילות רבה כנגד מחולל המחלה. מבין תכשירי ההדברה הפרוטקטנטים נפוץ השימוש בתכשירי הגופרית (הליוגופרית, סולפלי, סולפרון, קומולוס) וב-פוליאוקסין (פולאר). מקבוצת התכשירים הסיסטמיים נפוץ השימוש בתכשירים מקבוצת הטריאזולים (באיפידן, דומארק) ובקבוצה חדשה יחסית – הסטרובילורינים (סיגנום, סטרובי, עמיסטאר). מועד תחילת הריסוסים בערבה נקבע בדרך כלל קלנדארית למניעה או עם הופעת המחלה. בהמשך מיושמים הריסוסים במרווחים קבועים עד לסוף העונה. במהלך עונת גידול מיושמים בין 10 ל- 12 ריסוסים ולעיתים אף יותר. למרות זאת נצפים מידי שנה מספר מקרים לא מבוטל של הדברה לא יעילה, נגיעות רבה ונוק הנגרם ליבול כתוצאה

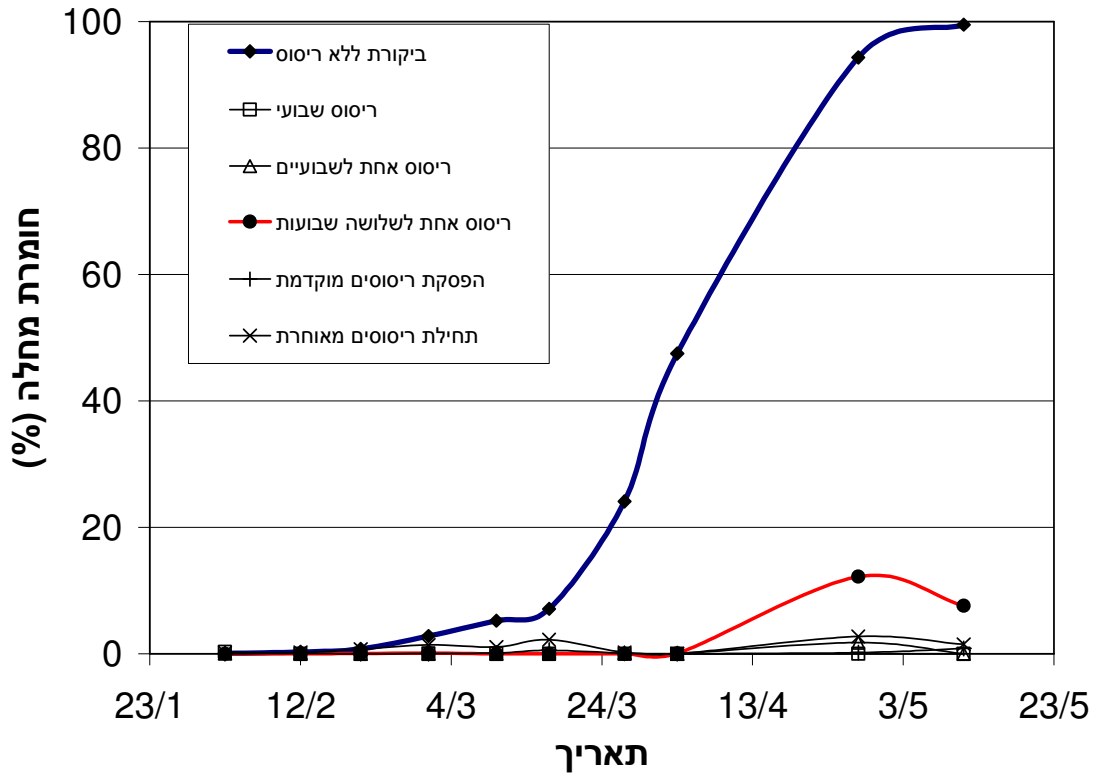
מהתפתחות המחלה. אסטרטגיית ההדברה הנוכחית כרוכה ביישום של ריסוסים שבחלקם לא יעילים ובחלקם מיותרים. יתכן בהחלט מצב ובו ישתנו דרישות הקניינים ומספר הריסוסים יוגבל (או שכמות תכשירי ההדברה הכללית המותרת תוגבל). או אז יעמדו המגדלים בפני בעיה קשה מפני שלא יהיה ניתן עוד להתמודד ביעילות עם המחלה.

מטרות המחקר: פיתוח גישה שתאפשר התמודדות עם מחלת הקימחון תוך שימוש מזערי ומושכל בתכשירי הדברה. לימוד אינטרוול הריסוסים, מועדי התחלה וסיום כתלות בהתפתחות המחלה.

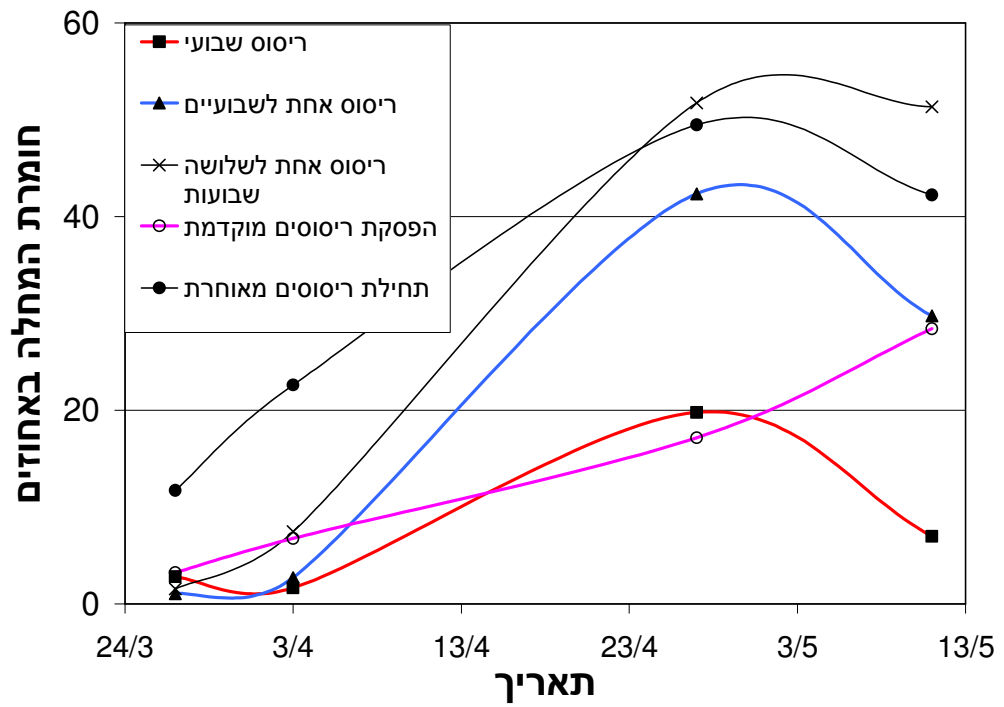
## עיקרי הניסויים שבוצעו ותוצאות שהתקבלו

### ניסוי אביב 2006

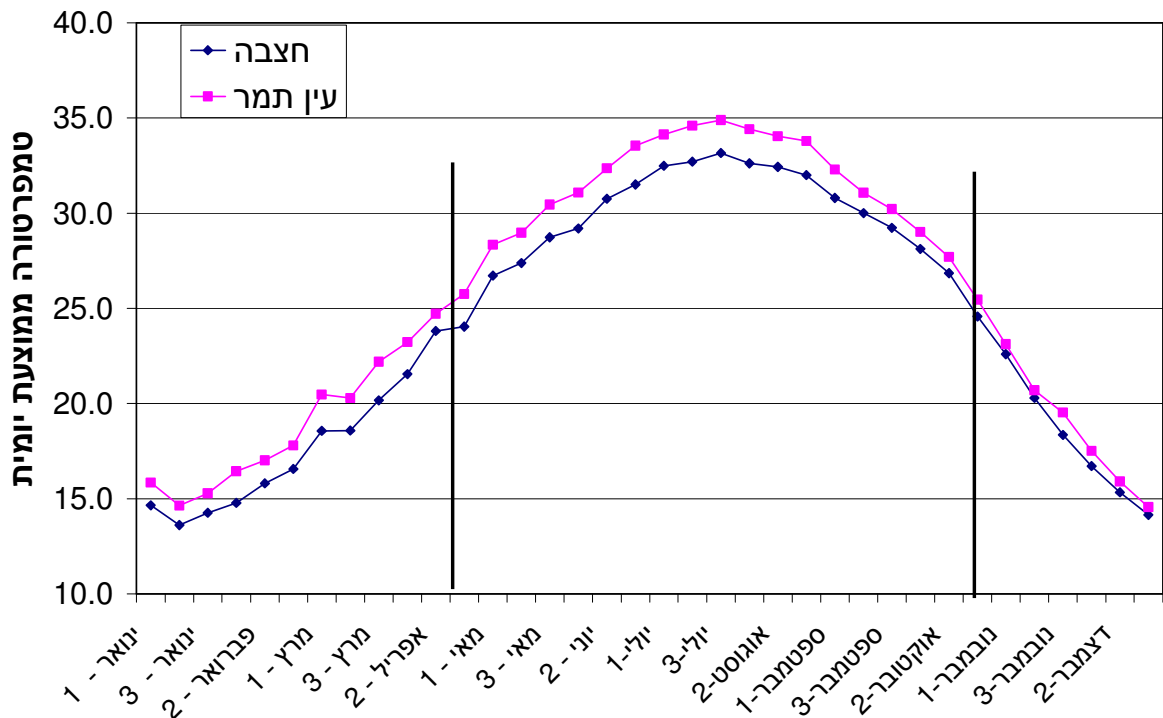
בעונה זו בחנו את הזן מלון ערבה (הזרע) הידוע ברגישותו הרבה לקימחון. המלון נשתל במנהרות עבירות בתאריך ה-16/12/05. בניסוי שנערך בתחנת יאיר נבחנו הטיפולים הבאים: א) ביקורת לא מטופלת. ב) התחלת ריסוסים עם הופעת סימני המחלה ובהמשך כל שבוע. ג) התחלה כני"ל ובהמשך כל שבועיים. ד) התחלה כני"ל ובהמשך כל שלושה שבועות. ה) התחלה ואינטרוול כמו טיפול ג' וסיום ריסוסים בשלב מוקדם יותר. ו) התחלה מאוחרת ובהמשך כמו טיפול ג'. החומר ששימש להדברה היה הליוגופרית בריכוז 1%. גודל חזרה היה 15 צמחים שגודלו בהדליה. מבנה הניסוי בלוקים באקראי עם ארבע חזרות לכל טיפול. היישום הראשון כנגד הקימחון היה בסמוך לאבחון ראשוני של הפטרייה ב-25/1/06. בטיפול ו' היישום הראשון החל כחודש מהופעת המחלה ב-24/2. הסיום המוקדם של טיפול ה' היה ב-7/4/06. סיום הריסוסים בשאר הטיפולים היה ב-19/5. בפועל ריסונו 17 פעמים את טיפול ב', 9 פעמים את טיפול ג', 6 פעמים את טיפול ד', 6 פעמים את טיפול ה' ו 7 פעמים את טיפול ו'. את תוצאות התפתחות המחלה ניתן לראות באיורים 1,2. בחלק העילי של העלווה המחלה דוכאה היטב ע"י ריסוס בגופרית נוזלית בטיפולים ב', ג', ה', ו'. גם סיום מוקדם וגם התחלה מאוחרת היו יעילים למניעת ההתפתחות המחלה. אינטרוול של שלושה שבועות לא הדביר ביעילות את המחלה (איור 1). בחלק התחתון של העלים לעומת זאת ההדברה הייתה לא מספקת בכל הטיפולים (איור 2). אנו מייחסים את ההדברה הלקויה בחלק התחתון של העלים לכך שהריסוס בוצע עם מרסס רובה מוטורי. ריסוס בשיטה זו הביא לכיסוי לא יעיל של הגופרית על החלק התחתון של העלווה ולהדברה הלקויה כתוצאה מכך. בשל מגבלות השטח והצורך בשוליים גדולים מאד לרוחב ולאורך לא ניתן היה להשתמש במרסס מפוח שעשוי היה למנוע בעיה זו, וכלקח שונה חומר ההדברה לקימחון ששימש בעונה הבאה. בהתמרה לערכי *logit*, קצב התפתחות המחלה ( $t$ ) היה 0.126 המבטא התפתחות מחלה איטית באופן יחסי. הדבר מסביר את האפשרות שנמצאה להדביר את המחלה ביעילות גם עם ריסוס מאוחר יחסית (חודש מהופעת המחלה בשדה) וגם סיום מוקדם של הריסוסים. הצלחת ההדברה בהפסקת ריסוסים מוקדמת מרמזת על האפשרות שעם עליית הטמפרטורות התנאים להתפתחות הקימחון אינם מיטביים. באיור 3 ניתן לראות את הטמפרטורה הממוצעת השנתית בחצבה ובעין תמר שעליה נדון בהמשך בהקשר להתפתחות הקימחון.



איור 1. התפתחות הקימחון על החלק העילי של העלווה כתלות בטיפול ריסוס שונים בהליוגופרית בניסוי אביב 2006. השתילה הייתה ב- 16/12, הופעת סימני מחלה ראשונים הייתה ב- 25/1, מועד התחלת הריסוסים. טיפול התחלת ריסוס מאוחרת החל ב- 24/2 וסיום ריסוס מוקדם ב- 7/4.



איור 2. התפתחות הקימחון על החלק התחתון של העלווה בטיפול ריסוס שונים בהליוגופרית בניסוי אביב 2006.

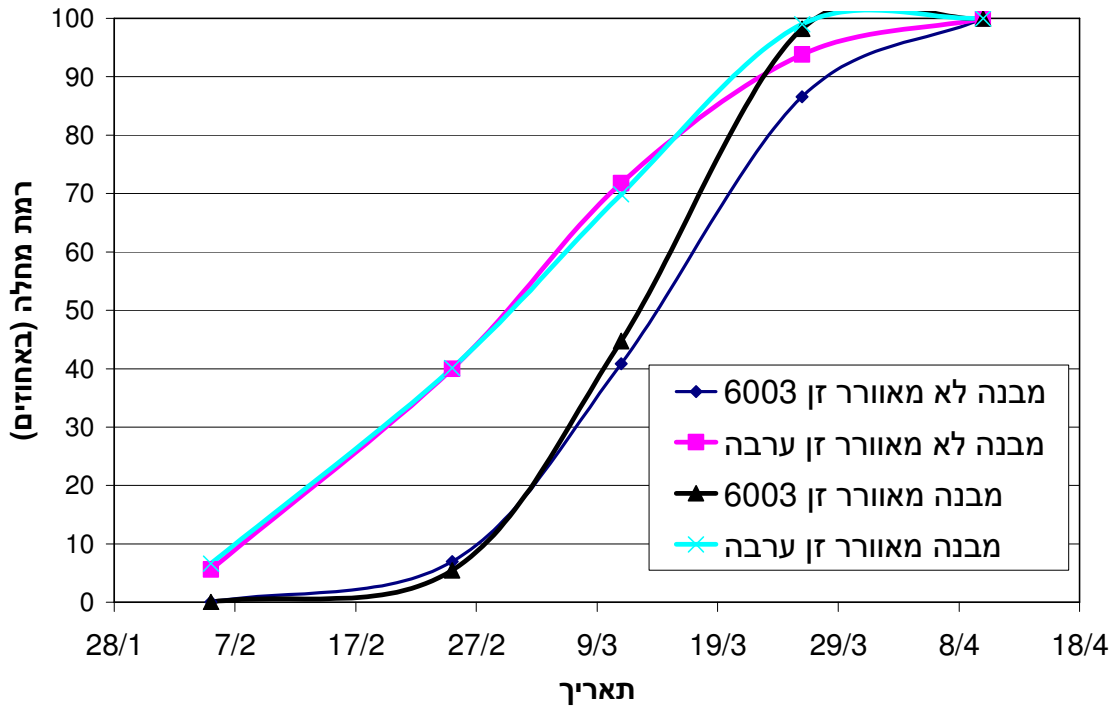


איור 3. ממוצע לשנים 1997-2007 של נתוני עשרת לטמפרטורת יום ממוצעת בחצבה ובעין תמר. הקווים האנכיים מסמנים את התחום שמתאים להערכתנו להתפתחות הקימחון בשדה, בטמפרטורות גבוהות התפתחות הפטרייה מעוכבת.

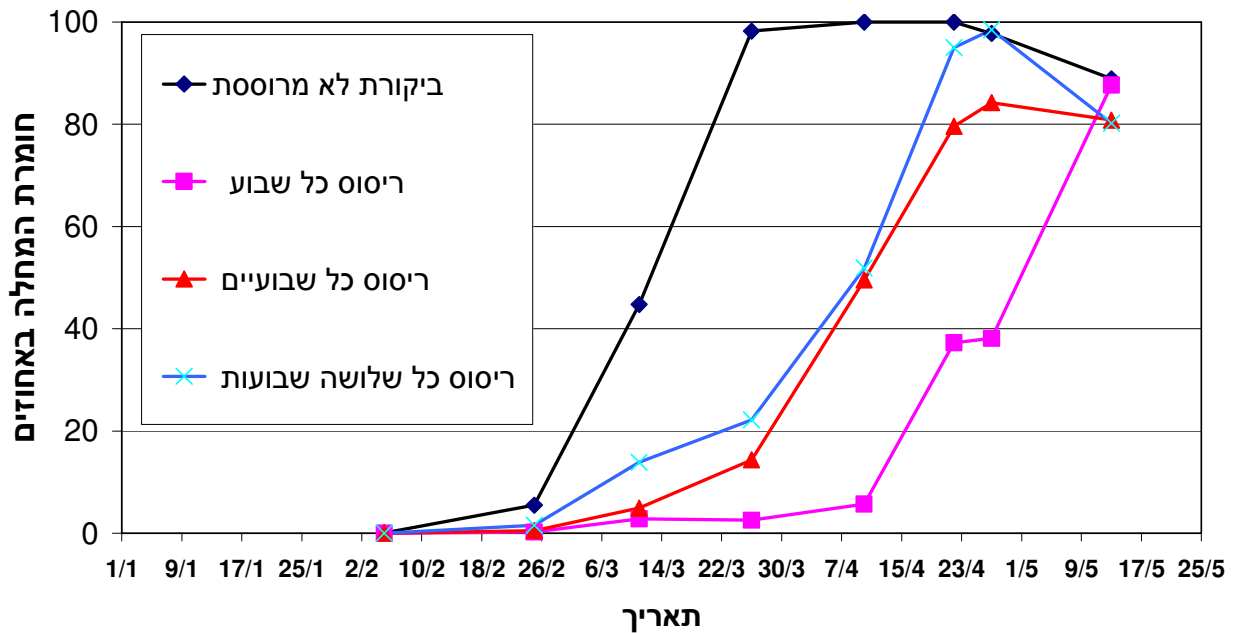
#### ניסוי אביב 2007

בעונה זו בחנו שני זני מלון השונים ברגישותם לקימחון, זן ערבה הרגיש וזן 6003 עם סבילות מסוימת. זן 6003 והזן 6023 הדומה לו של חברת הזרע הם זני המלון מטיפוס גליה המקובלים לגידול באביב בערבה. הניסויים בוצעו במנהרות עבירות בתחנת זוהר בכיכר סדום. גידול המלון היה בהדליה, תאריך שתילה – 5/12/06. כדי לבחון את השפעת הלחות היחסית במבנה על התפתחות המחלה נבחנו שני משטרי אוורור אותם יצרנו באמצעות הבדלים בכמות החורים בפוליאיתלן שכיסה את המנהרות. נבחנו משטר האוורור המקובל בהשוואה לאוורור מוגבר, האוורור המוגבר היה עם פי שלוש חורים בפלסטיק בהשוואה לאוורור רגיל. גם בעונה זו נבחנו טיפולי משטר ריסוס שונים, תדירות הריסוס, מועדי התחלה שונים ביחס למופע הקימחון בשדה ומועדי סיום שונים. החומר ששימש לניסויים היה דומרק קומבי המכיל תערובת של טריאזול סיסטמי יחד עם גופרית. חומר זה נבחר כדי לשפר את ההדברה בחלק העלה התחתון שהייתה בעייתית בעונה קודמת. אולם, בפועל יעילות החומר הייתה נמוכה והתקבלה הדברה חלקית בכל טיפולי הריסוס.

המחלה הופיעה בשבוע הראשון של ינואר והתפתחה בקצב מהיר. בזן הסביל הופיעו כתמים ראשוניים של הקימחון במועד סמוך לזן הרגיש אך המחלה החלה להתפתח בקצב מהיר באיחור של חודש (איור 4). קצב התפתחות המחלה היה קצת יותר מהיר במנהרות עם אוורור מוגבר בהשוואה למנהרות עם אוורור מקובל (איור 4). ריסוסים במשטרים השונים שנבחנו עיכבו את התפתחות המחלה, אך לא מנעו אותה (איור 5). הפסקת ריסוסים מוקדמת לא הייתה שונה בד"כ מהטיפולים בהם נמשכו הריסוסים זאת עקב יעילות ההדברה הנמוכה של טיפול הריסוס. בטיפולים של הפסקת ריסוס מוקדמת נצפה קצב התפתחות מחלה נמוך יחסית ( $\alpha=0.07$ ) במהלך חודש אפריל שיוחס לתנאי טמפרטורה פחות מתאימים להתפתחות הקימחון.



איור 4. התפתחות הקימחון במלון בטיפולי הביקורת של ניסוי אביב 2007 שנערך בתחנת זוהר כיכר סדום. קצב התפתחות המחלה (ערכי  $logit$ ) היה מעט מהיר יותר ( $\alpha=0.2-0.24$ ) במבנים המאווררים בהשוואה למבנים הלא מאווררים ( $\alpha=0.18$ ).



איור 5. התפתחות הקימחון במלון בטיפולי אינטרוול הריסוסים של ניסוי אביב 2007 שנערך בתחנת "זוהר" כיכר סדום. התכשיר ששימש להדברה היה דומרק קומבי. הריסוסים החלו בתחילת ינואר, עם הופעת הקימחון.

הניסויים בוצעו בשני אתרים, בתחנות הניסויים יאיר וזוהר המייצגות מבחינה אקלימית את אזורי גידול המלון האביבי בערבה וכללו: א' בחינת ממשק הריסוסים הדרוש להדברה, מועד התחלה כתלות ברמת המחלה, מועדי סיום כתלות בתנאי סביבה ואינטרוול הריסוסים. ב' הערכת יעילות חומרי הדברה. בסוף עונת האביב נאספו תבדידי קימחון ממלון ואבטיח לקביעת הגזעים התוקפים גידולים אלה. לפי הידע הקיים בארץ ההנחה הייתה שפטריית הקימחון במלון היא מהמין *Podosphaera xanthii*.

א' ניסוי מועדי יישום ומרווח בין ריסוסים:

בניסוי היו שבעה טיפולים: 1. ביקורת לא מטופלת. 2. ריסוס מגילוי המחלה כל שבועיים. 3. ריסוס מגילוי המחלה כל שבוע. 4. ריסוס מרמת מחלה של 1% כל שבועיים. 5-7. ריסוס כמו טיפול 2, סיום מוקדם בשלושה מועדים שונים.

ניסוי זה בוצע במקביל בתחנות יאיר וזוהר. בתחנת יאיר השתילה הייתה ב-1/12/07 ובתחנת זוהר ב-10/12/07. הגידול בהדליה במנהרות עבירות. כל טיפול נבחן בארבע חזרות במבנה ניסוי של אקראיות גמורה. החומר ששימש להדברת הקימחון בניסויים היה נמרוד (Bupirimate) של חברת מכתשים.

ב' בחינת יעילות חומרים:

נבחנו החומרים: נמרוד, נץ, אופיר 2000, שריף, סיסטאן, סטרובי והליוגופרית בהשוואה לביקורת לא מטופלת. כל חומר נבחן בארבע חזרות במבנה ניסוי של אקראיות גמורה. הריסוסים מהופעת המחלה ולאחר מכן באינטרוול של שבועיים. מועדי השתילה היו בתחנת יאיר ב-1/12/07 ובתחנת זוהר ב-10/12/07. הגידול במנהרות עבירות בהדליה.

## תוצאות

בעונות קודמות נבחנו במסגרת ניסוי א' לבחינת מועדי תחילה וסיום ריסוסים, החומרים הליוגופרית ודומארק קומבי. הדברת הקימחון עם גופרית הייתה יעילה אך בשל מבנה הניסוי והאילוץ לסוג המרסס לא היה כיסוי טוב של החומר בחלק העלה התחתון וההדברה הייתה לקויה שם. יעילות ההדברה של דומארק קומבי הייתה נמוכה. בעונה זו נערך הניסוי עם החומר נמרוד עליו התקבלו דיווחים שיעילות ההדברה שלו גבוהה. בפועל נמצא שרמת המחלה בטיפולים המרוססים לא הייתה שונה מהביקורת בטיפול ריסוס אחת לשבועיים ועם יעילות הדברה חלקית בטיפול הריסוס השבועי. בניסוי בתחנת יאיר התפתחות המחלה הייתה שונה מהשנים הקודמות, הקימחון הופיע בין אמצע לסוף חודש ינואר בחלקות השונות אולם לאחר ההופעה לא התפתח במשך זמן רב. התפתחות מהירה של המחלה החלה רק במהלך חודש מרץ ובייחוד מאמצע מרץ ועד סוף אפריל. בהמשך העונה הואט קצב התפתחות המחלה, בדומה להתנהגותה משנים קודמות. בתחנת זוהר המחלה הופיעה בין תחילת לאמצע פברואר במבנים השונים. בדומה לניסוי בתחנת יאיר, ממועד הופעת המחלה ועד לאמצע מרץ התפתחה המחלה בקצב איטי מאד ואו שלא התפתחה כלל. החל מאמצע מרץ החלה התפתחות מחלה מהירה. בשל בעיות ניקוז בחלקת הגידול, שהייתה שנה ראשונה של גידול חקלאי, הצמחים לא התפתחו באופן תקין והחלה תמותה רבה במהלך חודש אפריל. לכן הניסוי בעין תמר הופסק בסוף חודש אפריל.

בניסוי החומרים בתחנת יאיר המחלה לא התפתחה, עד תום הניסוי בסוף מאי חומרת המחלה בביקורת הייתה כ-1%. לכן לא ניתן היה ללמוד על יעילות החומרים שנבדקו.

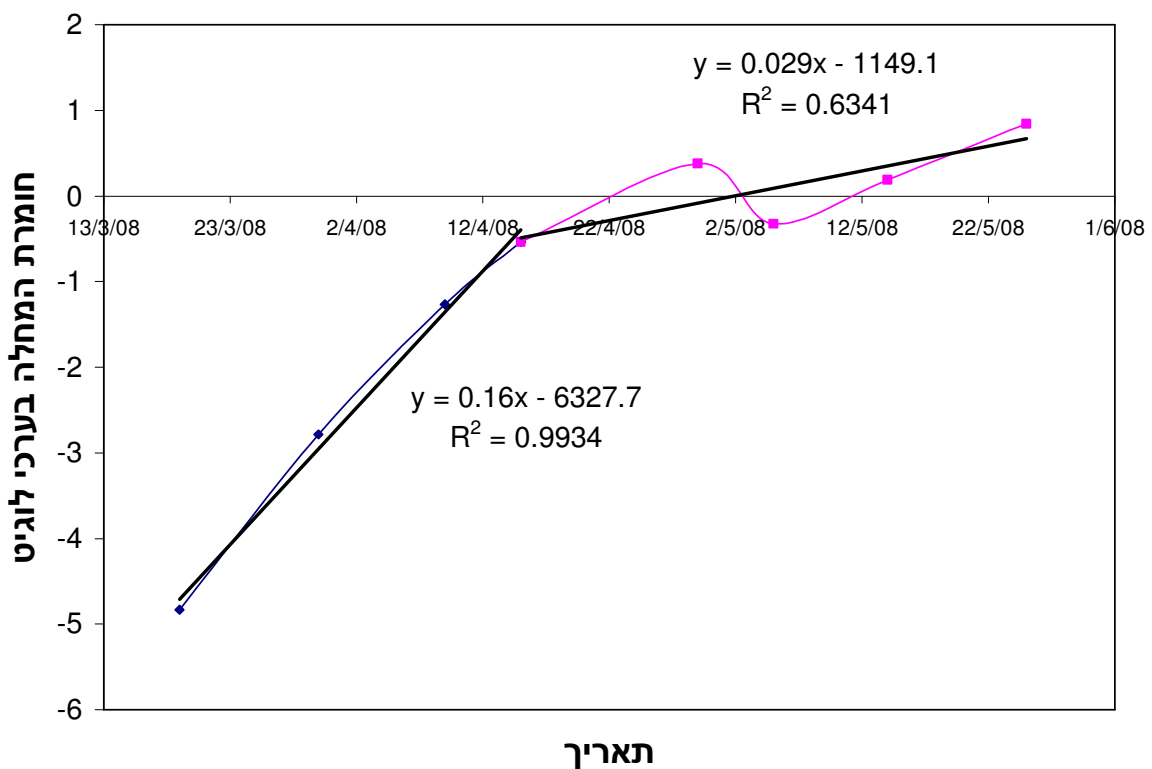
באיור 6 ניתן לראות את קצב התפתחות המחלה בטיפול הביקורת של ניסוי עיתוי הריסוסים בתחנת יאיר בערכי *logit*. בתקופת ההתפתחות המהירה שבין אמצע מרץ לאמצע אפריל קצב התפתחות המחלה בערכי  $z$  היה בין 0.12 ל- 0.19 בביקורת. בהמשך, במהלך סוף אפריל ובמאי, ירד קצב התפתחות המחלה



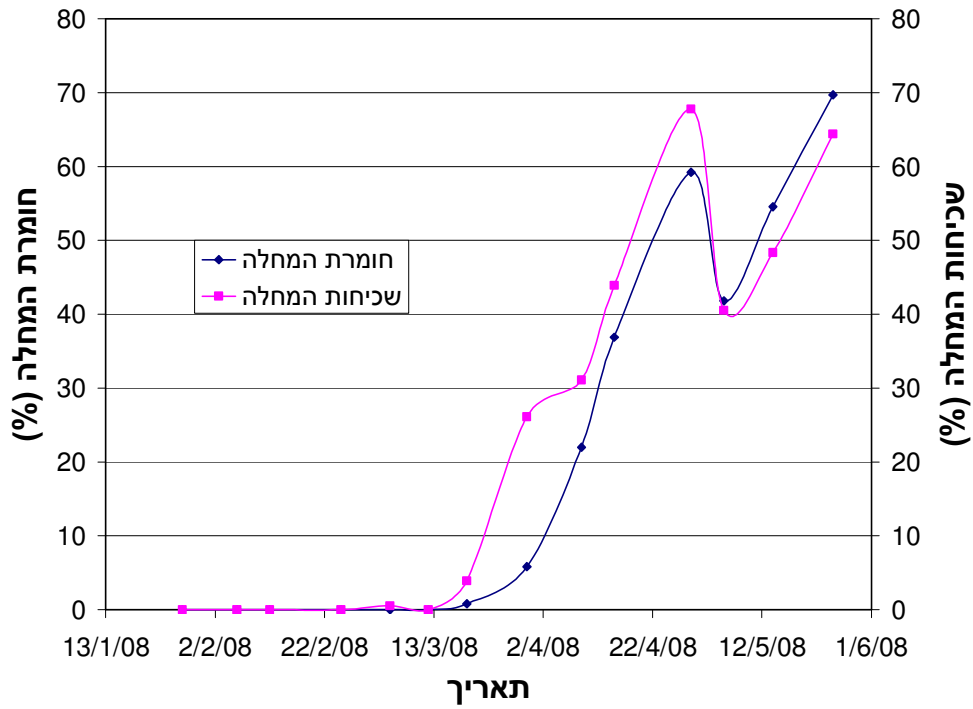
לערכים של 0.03 עד 0.06. העלייה בשכיחות המחלה תואמת לעליה בחומרת המחלה (איור 7) ולכן תוכל לשמש מדד מתאים לקביעה של תחילת ריסוסים.

באיור 8 ניתן לראות את הטמפרטורה הממוצעת בתחנה המטאורולוגית בחצבה במהלך עונת הגידול האביבית, המסתיימת בסוף חודש יוני על פי חוק הסניטציה בערבה. בדומה לשנים קודמות מסתמן שהטמפרטורות הממוצעות היומיות בתחנה מטאורולוגית של תחילת עד אמצע חודש מאי, מ-25 עד 27 מעלות, ואילך אינן נוחות להתפתחות הקימחון ועקב כך קצב התפתחות המחלה מואט. בשנת 2008 החצי השני של חודש אפריל היה חם מהרגיל ועל כן קצב התפתחות המחלה פחת כבר ממחצית אפריל ואילך (איור 6).

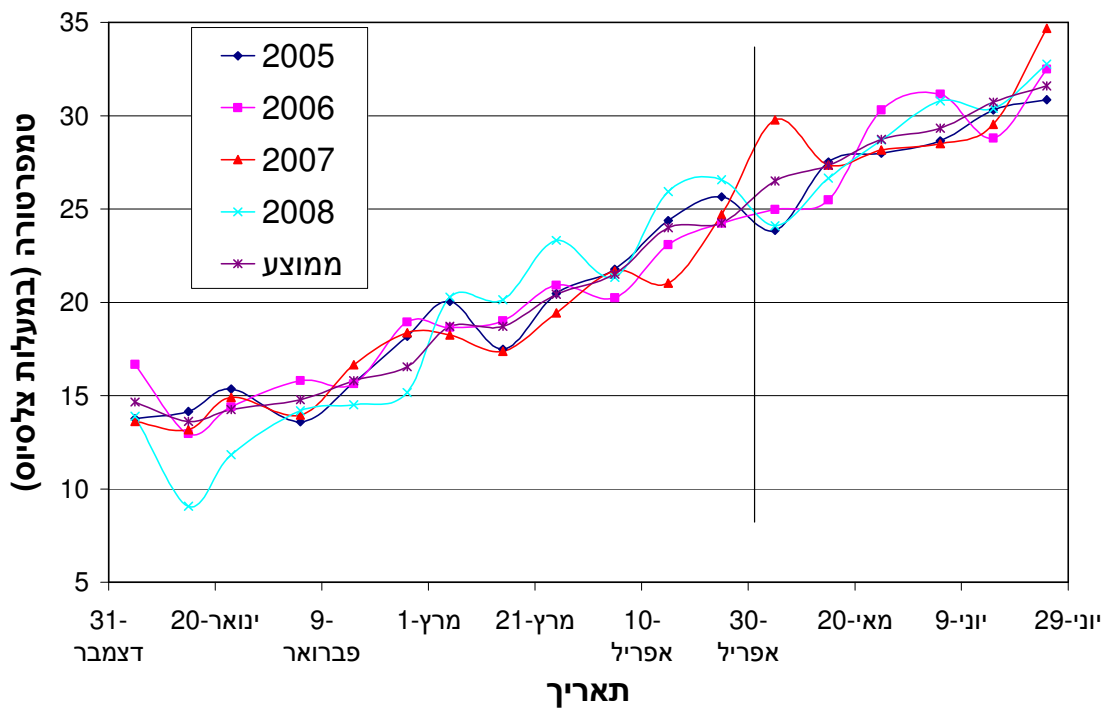
תוצאות מעקב אחר גזעי הקימחון בשדות הערבה מראות שגזעי הקימחון שתקפו מלון בשנת 2008 הם 4 ו-5 (טבלה 1). הקימחון שתקף אבטיח היה מגזע 1. על כן קימחון ממלון אינו צפוי להיות מקור אילוח לאבטיח ולהפך.



איור 6. חומרת המחלה בטיפול הביקורת של ניסוי עיתוי הריסוסים בתחנת יאיר בערכי *logit*. למחלה שתי פאזות התפתחות ברורות: מאמצע מרץ ועד אמצע אפריל  $r=0.16$  ומאמצע אפריל ואילך  $r=0.03$ .



איור 7. חומרת המחלה בכל הצמח ושכיחות המחלה בשני שליש התחתונים של הצמח בטיפול הביקורת של ניסוי עיתוי הריסוסים בתחנת יאיר.



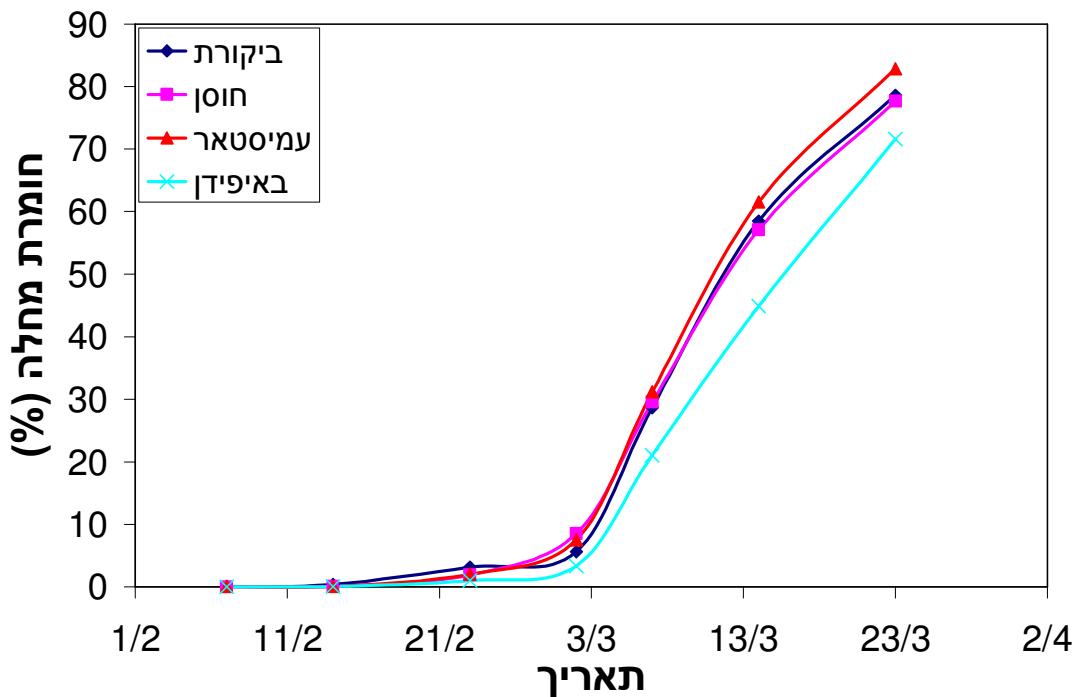
איור 8. ממוצעי עשרת של הטמפרטורה הממוצעת היומית בתחנה המטאורולוגית בחצבה בשנים 2005 עד 2008. על פי התוצאות עד עתה, כאשר הטמפרטורה הממוצעת עולה מעל 25 מעלות, בד"כ מסוף חודש אפריל ואילך, התנאים להתפתחות הקימחון אינם אופטימאליים וקצב התפתחות המחלה מואט.

טבלה 1: רמת הקימחון על שתילי מלון מזנים דיפרנציאליים לקימחון. קריאת רמת המחלה בעלים התבצעה שבוע לאחר האילוח.

זן המלון					מקור הקימחון
WMR29	EDISTO47	PMR5	PMR45	IRAN	
1	3	0	1	3	ביקורת, עלים ללא קימחון
1	1	0	5	90	אבטיח חצבה
80	50	40	50	80	מלון עידן - נחל
90	90	90	90	90	מלון יאיר
0	0	0	20	80	אבטיח עין חצבה - שדה
1	0	90	90	70	מלון עין תמר - 5
80	80	80	80	80	מלון עין תמר - מערב
1	1	0	3	10	אבטיח עין חצבה - מנהרה

#### ניסויי עונות אביב 2009 ו-2010

בעונות אלו נערכו ניסויים ללימוד עיתוי הריסוסים, מועד התחלה וסיום והאינטרוול. כמו כן נבחנה היעילות של חומרים שונים המורשים להדברת קימחון במלון בריסוס ובהגמעה. נמצא שהריסוסים שניתנו לטיפוליים השונים השפיעו גם על טיפולי הביקורת, כנראה כתוצאה מרחף, ולכן קשה היה להסיק מתוצאות הניסויים לגבי השאלות שנשאלו. בניסויי ההגמעה עם חומרים סיסטמיים שניתנו שלוש פעמים במהלך העונה, עם הופעת סימני מחלה ועוד פעמיים בהפרש של שלושה שבועות, נמצא שהדברת הקימחון לא הייתה מספקת (איור 9).



איור 9: חומרת קימחון במלון מזן 6023 שנשתל בתחנת יאיר בערבה בתאריך 1/12/09 וגדל בהדליה במנהרה עבירה. הצמחים קיבלו טיפול בהגמעה דרך מערכת הטפטוף, שלוש פעמים במהלך העונה בתאריכים: 13/1/10, 3/2/10 ו-24/2/10. החומרים שניתנו היו באיפידן במינון 100 סמ"ק לדונם, חוסן במינון 100 סמ"ק לדונם ועמיסטאר במינון 150 סמ"ק לדונם בכל פעם.

עונות 2009 ובמיוחד 2010 התאפיינו בחורף חם מהרגיל. קצבי התפתחות המחלה בחלקות לא מטופלות היו גבוהים יחסית ונעו בתקופת ההתפתחות המהירה של המחלה בין ערכי  $r$  של 0.21 ל-0.27. ריסוסים בתדירות של אחת ל-10 עד 14 ימים עם חומרים שונים שנבחנו (אופיר מקבוצת הטריאזולים, סיגנום מקבוצת הסטרובילורינים בשילוב עם חומר נוסף סיסטמי והחומר נץ), מנעו היטב את התפתחות המחלה. מבחינת הפגיעה ביבול, נמצא בניסויים אלו ובניסויים קודמים שבשטח כי ללא טיפול במחלה פוטנציאל הנזק הוא גבוה מאד. בחלקות לא מטופלות הייתה פחיתה משקלית של כ-50% ביבול הכללי ועיקר הנזק היה ביבול של הגלים השני והלאה. כמו כן הייתה פגיעה בפירות בחלקות הלא מטופלות כתוצאה ממכות שמש.

## דיון

הפוטנציאל לנזק מקימחון במלון אביב בערבה הוא גבוה מאוד ולכן צריך להדביר את המחלה בשדה באופן מיטבי. בעונת הסתיו בערבה הקימחון מופיע בדרך כלל רק לקראת תום העונה, עם ירידת הטמפרטורות במהלך סוף אוקטובר. מופע זה מתאים לתוצאות שקיבלנו של האטה בהתפתחות המחלה עם עליית הטמפרטורות באביב. אנו מעריכים שטמפרטורות גבוהות מעל כ-25 מעלות ממוצע יומי מעכבות את התפתחות המחלה ולכן המופע המאוחר של המחלה בסתיו. לכן גם הפסקת הריסוסים מאמצע אפריל ואילך לא הביאה להתפתחות מהירה של המחלה בחלקות עם טיפולים אלו. קצב התפתחות המחלה מהופעתה ועד עליית הטמפרטורות באביב הייתה במהלך שנות הניסויים בין 0.15 ל-0.27 (ערכי ז). ובהמשך העונה בין אמצע לסוף אפריל ועד לסוף העונה הערכים היו בין 0.03 ל-0.07. לפי ממצא זה, הפסקת הריסוסים בסוף אפריל תאפשר חיסכון רב בריסוסים. מבחינת הופעת המחלה, הקימחון הופיע בדרך כללי בכתמים בודדים בתחילת עד אמצע ינואר, אולם התפתחותו הייתה בד"כ איטית ביותר בתקופה זו. לכן ניתן כנראה להשתמש ב"סף שכיחות מחלה" של כ-2-4% בעלים התחתונים (מאמצע הצמח ומטה) כמדד להתחלת ריסוסים בשדה. על כן, ניתן יהיה ברוב השנים למקד את מאמצי ההדברה במועדים שבין תחילת עד אמצע פברואר לאמצע אפריל. נוהל ריסוסים כזה יביא להפחתת הריסוסים של מחצית ויותר לעומת הנוהל המקובל היום ע"י החקלאים, המרססים עוד לפני הופעת הקימחון בשדה. עדיין יש צורך בכיול סופי של המערכת ברמה הניסויית.

מתצפיות בחלקות ניסוי ואצל חקלאים נראה שהטיפול היעיל ביותר כיום כנגד המחלה הוא גופרית באיבוק. אולם, גם חומרים אחרים שנבחנו בריסוס כמו אופיר, סיגנום ונץ נמצאו יעילים. הדברת קימחון במלון באמצעות שימוש בפונגיצידיים סיסטמיים שניתנו בהגמעה לקרקע לא נמצאה יעילה זאת בניגוד להדברה יעילה של מחלת הקימחונית בפלפל ובגידולים אחרים באמצעות הגמעת חומרים לקרקע. אנו משערים שההבדל ביעילות ההדברה נובע מההבדל באופי התפתחות שתי פטריות אלו על הצמחים. הקימחונית היא פטרייה אנדופרזיטית, התפטיר מתפתח בתוך רקמת הצמח. הקימחון במלון היא פטרייה אקסופרזיטית, התפתחות התפטיר היא על פני רקמת הצמח וההזנה מתבצעת באמצעות מצצות החודרות לרקמה החיה באזורים מוגבלים. החומרים הסיסטמיים הניתנים בקרקע נקלטים ע"י השורשים ונעים עם זרם הקסילם לעלים. הם מגיעים לתאים החיים בשכבת המזופיל ופוגעים בהתפתחות הקימחונית. לעומת זאת החומרים אינם מגיעים כמעט לתאי האפידרמיס שהם בעיקרם תאים מתים. לכן הפגיעה בקימחון ע"י חומרים סיסטמיים הנקלטים מהקרקע היא מינימאלית.

## הבעת תודה

אנו מודים למדען הראשי של משרד החקלאות והנהלת הועדה לדחיקת השימוש בחומרי הדברה עבור מימון מחקר זה.

## רשימת ספרות

1. Cohen, R., Burger, Y. and Katzir, N. (2004) Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: Factors affecting race identification and the importance for research and commerce. *Phytoparasitica* 32:174-183.
2. Cohen, R., Katzir, N., Shreiber, S. and Greenberg, R. (1996). Occurrence of *Sphaerotheca fuliginea* race 3 on cucurbits in Israel. *Plant Disease* 80: 344.
3. Jarvis, W.R., Gubler, W.D. and Grove, G.G. (2002). Epidemiology of powdery mildews in agricultural pathosystems. Pages 169-199 in: *The Powdery Mildews A Comprehensive Treatise*. Eds. Bélanger, R., Bushnell, W., Dik, A.J. and Carver, T. APS Press St. Paul, Minnesota, 292 pp.
4. Jahn, M., Munger, H. M. and McCreight, J. D. (2002). Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. Pages 239-248 in: *The Powdery Mildews A Comprehensive Treatise*. Edts. Bélanger, R., Bushnell, W., Dik, A.J. and Carver, T. APS Press St. Paul, Minnesota, 292 pp.
5. Leibovich, G., Cohen, R. and Paris, H.S. (1996). Shading of plant facilitates selection for powdery mildew resistance in squash. *Euphytica* 90:289-292.
6. Pitrat, M., Dogimont, C. and Bardin, M. (1998). Resistance to fungal diseases of foliage in melon. Pages 167-173 in: *Cucurbitaceae 98: Evaluation and Enhancement of Cucurbit Germplasm*. J. D. McCreight, ed. ASHS Press, Alexandria, Va.
7. Vakalounakis, D. J. and Klironomou, E. (1995). Race and mating type identification of powdery mildew on cucurbits in Greece. *Plant Pathology* 44:1033-1038.

### **Powdery mildew in Arava Spring Melons**

Shimon Pivonia, Rachel Lavite, Svetlana Dobrinin, Israel Tsabari, Ela Yosel - Central and Northern Arava Research and Development.

Yigal Elad, Dan Shtainberg - Agricultural research Organization, Israel.

Keywords: Cucumis melo, Powdery mildews, *Podosphaera xanthii*, walk in tunnel, off season agriculture.