

היבטים אפידמיולוגיים והפחתת נזקי קימחון בעגבניות חממה הנגרמת ע"י הפטרייה

Oidium neolycopersici

Management of *Oidium neolycopersici* in tomato

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולענף ירקות

ע"י

יגאל אלעד, דליה רב דוד (המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומדע העשבים, מרכז וולקני)
יואל מסיקה, הישאם יוניס, גאי רשף (שה"מ)
ליאנה גנות, חנה יחזקאל, דוד שמואל ואלי מתן (מו"פ דרום, חוות בשור)

Yigal Elad, Dalia Rav David (Department of Plant Pathology and Weed Research, The Volcani Center, E-mail: elady@volcani.agri.gov.il)

Yoel Mesika, Hisham Yunes and Gai Reshef (Extention Service), E-mail: yomes@shaham.moag.gov.il

Liana Ganot, Hana Yehezkel, David Shmuel and Eli Matan (R&D South), md_liana@netvision.net.il; md_hana@netvision.net.il

In cooperation with the research student Dana Jacob

May 2009

אייר תשס"ט

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים. הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר

פרסומים

Jacob, D., Rav-David, D., Sztajnberg, A., Messika, Y., Reshef, G., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D. and Elad, Y. (2007) Climatic conditions that affect tomato powdery mildew (*Oidium neolycopersici*) and its suppression. *Phytoparasitica* 35:210-211.

Jacob, D., Rav David, D. and Elad, Y. (2007) Biology and biological control of tomato powdery mildew (*Oidium neolycopersici*). *IOBC/WPRS Bulletin* 30(6-1):329-332.

Jacob, D., Rav David, D., Sztajnberg, A. and Elad, Y. (2008) Conditions for development of powdery mildew of tomato caused by *Oidium neolycopersici*. *Phytopathology* 98:270-281.

Elad, Y., Jacob, D., Rav David, D., Burshtein, M., Sztajnberg, A., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D., Matan, E. and Messika, Y. (2008) Development of climate control methods for integrated management of powdery mildew of tomato caused by *Oidium neolycopersici*. *Proceedings of the International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate*, April 6-11, 2008, Antalya (Turkey) *Acta Horticulturae* No. 807, vol. 2 pp. 727-732.

ע"ג של דנה יעקוב שהוגשה לפקולטה לחקלאות.

תקציר הבעיה: מחלת הקימחון הנה פגע חמור בעגבניות בארץ ובעולם. מגפות בחממות בארץ מתרחשות בקיץ, בסתיו ובאביב בעיקר בשתילות מוקדמות בבתי רשת (יולי-אוגוסט) ובחממת (אוגוסט). מטרת המחקר היא בניית מערך הדברה כוללני שיאפשר בקרת מחלה תוך פחיתה בשימוש בתכשירים כימיים.

מהלך ושיטות עבודה: נלמדו התנאים המשפיעים על כל אחד משלבי המחלה, נותחו התנאים המעכבים התפתחות מחלה בתנאי שדה, נבדקו תכשירי הדברה ושילובים שלהם עם שני משטרי טמפרטורה, האחת מעודדת והשנייה מעכבת קימחון בעגבנייה.

תוצאות עיקריות: טמפרטורה גבוהה נמצאה במתאם מובהק עם פחיתה במחלה בתנאי שדה. תכשירי הדברה כימיים ותמציות צמחים נמצאו יעילים בהדברת המחלה. שילוב תכשירים ידידותיים עם טמפרטורה תת מיטבית למחלה לווה בדרך כלל ברמת ביעילות גבוהה יותר של הדברה מאשר בטמפרטורה מיטבית למחלה. בשני ניסויי שדה נוסתה יעילות שינוי האקלים במבנה, ריסוס בתכשירים שאינם כימיים סינטטיים ועמידות הזן כל אחד לחוד ובשילוב.

מסקנות והמלצות: הממצא החשוב הוא שבטמפרטורה גבוהה מוגבלת המחלה בתנאי שדה. בחממות כמו מסחריות נמצא ששילוב משטר טמפרטורה, זנים ותכשירים ידידותיים לבקרת המחלה הביא להדברת המחלה אם כי הגורם החשוב ביותר בהדברת המחלה היה חימום המבנה ביום.

מבוא ותיאור הבעיה

מחלת הקימחון הנה פגע חמור בעגבניות בארץ ובעולם. המחלה נגרמת על ידי פטרייה, פרזיטית אובליגטורית, מהגנוס *Oidium*. באירופה הוגדרו שני מינים והם *O. neolycopersici* ו-*O. lycopersici*. *O. neolycopersici* הוא השם המקובל היום. מחוללת המחלה פוגעת בעלוות העגבנייה והיא ייחודית לעגבנייה ולמספר מאחסנים נוספים. בעלים, הנזק מתבטא בכיסוי בתפטיר לבן סבוך עם הרבה נבגים. כתמי התפטיר הלבן הלא רגולריים מצויים בצד העלה העליון ובמידה פחותה בצד התחתון. הקימחון עשוי להופיע גם על ציר העלה, הפטוטרת והגבעול. מגפות בחממות בארץ מתרחשות בקיץ, בסתיו ובאביב, ובעגבניות בשטח הפתוח בתנאים דומים אך בתקופה מוגבלת יותר. הדבקה חמורה גורמת לעלים הזדקנות מוקדמת, פחיתה ביכולת הפוטוסינטזה (ציור 1), תמותה וירידה בגודל הפרי ואיכותו (Whipps et al., 1998). בניגוד לקימחונות רבים אחרים העלים מתמוטטים מהר ואף נושרים. המחלה בארץ החמירה בשנים האחרונות ומהווה בעיה באזורי גידול העגבניות החשובים. לעיתים טועים מאבחני המחלה לחשוב שהיא קימחונית הנגרמת על ידי *Leveillula taurica*. הקימחונית הינה גורם מחלה שונה אשר סימניה בעגבנייה שונים מאלה של ה-*O. neolycopersici*. מידע מהארץ ומחור"ל לא מצביע על מידת נזק שונה בזנים שונים ולא דווח על זן עמיד (Lindhout et al., 1994a,b; Van der Beek et al., 1994). צמחי שתילות מוקדמות בבתי רשת (יולי-אוגוסט) ובחממות (אוגוסט) הם המועדים ביותר למגפות; עד כדי 50% מחלקות אלה בהר הנגב ובנגב המערבי נתקפות בספטמבר-אוקטובר. הפצת מדבק באוויר החלקה היא מהירה וכן גם התפתחות המגפה. בגלל היות המחלה חדשה יחסית קיימים מעט פרסומים על קימחון בעגבנייה. המחלה פרצה לראשונה באירופה בשנות השמונים. לדוגמא, אחד הדיווחים הראשונים היה על התפרצות באנגליה ב-1986 (Fletcher et al., 1988). לאחר מכן תוארה אותה מחלה או דומה לה במקומות שונים ברחבי העולם, לדוגמא בקליפורניה (Arredondo et al., 1996) ובפלורידה (Marois et al., 2001). הגדרות ראשונות של הקימחון ייחסו לו שמות שונים ועד לאחרונה נראה שהשם *O. lycopersici* היה המוסמך (Mieslerová & Lebeda, 1999). בדיקה של קימחונות מכל העולם העלתה שקימחון העגבנייה שמקורו באוסטרליה יוצר נבג בודד על גבי נושא הנבגים בעוד בשאר העולם אומנם נוצרים נבגים בודדים אך בלחות גבוהה נוצרים 2-6 נבגים במבנה דמוי שרשרת. קימחונות שאר העולם הוגדרו כ-*O. neolycopersici* וזה שנמצא באוסטרליה הוגדר כ-*O. lycopersici* (Kiss et al., 2001). מאחר ונמצאו קיים עמידים לקימחון "חדש" זה בקרב מיני *Lycopersicum* בר, נראה שהוא היה קיים מקדמא דנא (Kiss et al., 2001), אך הסיבה להתפרצותו המהירה והרחבה ברחבי העולם בשנים האחרונות אינה ברורה. יתכן שאחראים לכך התנועה הרבה של חומר צמחי בין מדינות, יכולת התפוצה הרבה של הנבגים של הפתוגן ויכולתו להתקיים על מאכסנים רבים. טווח הפונדקאים של *O. neolycopersici* כולל צמחים חשובים מ-13

משפחות בוטניות (Whipps et al., 1998) אך יתכן שהנושא מורכב בגלל נוכחות 'פטוטיפים' שונים (Huang et al., 2000; Mieslevá & Lebeda, 1999).

רוב הקימחונות (ובכללם קימחון העגבנייה) הם אקטופרזיטים. נבגי קימחון העגבנייה הינם אליפסואידים בממדים של 30×15 מיקרון. בקצה נחשון נביטה תופח אפרסוריום, בד"כ מעל מקום חיבורם של שלושה תאי אפידרמיס של העלה וממנו גדל קור הדבקה החודר לעלה ויוצר האוסטוריה להזנה על תאיו. נחשון הנביטה והאפרסוריום יוצרים חומר הצמדה חוץ תאי. קורים נוספים גדלים מהנבג ומהאפרסוריום ומאכלסים את הצמח. הנבגים יכולים לנבוט בתוך 3-5 ש', אפרסוריה 6-8 ש' והחדירה למאכסן בתום 11 ש' (Jones et al., 2000).

טיפול הדברה סומכים בעיקר על ריסוסים תכופים של פונגיצידיים פרוטקטנטים וסיסטמיים המרושים כנגד קימחונות מתחילת הופעת המחלה. מרססים תכשירים לחילופין כדי לדחות את התפתחות העמידות באוכלוסיות הפתוגן. מערך בקרת המחלה המומלץ, נכשל לעיתים בהדברת המחלה וכרוך ביישום תכשירים כימיים רבים. תכשירים אלה הינם תכשירי הגפרית (רובם מלכלכים את הפרי) מעכבי ביוסינטזה של ארגוסטרול, סטרובילורנינים, פוליאוקסין (פולאר) ונימגרד (מיצוי צמחי, צורב בקיץ). בחו"ל דווחו חומרים פעילים יעילים בדרגות יעילות שונות הכוללים, benomyl, carbendazim, bitertanil, bupirimate, fenarimol, pyrazophos, thiabendazole, triforine, ותכשירי גפרית (Mieslerová & Lebeda, 1999). הדברה ביולוגית נמצאה אף היא יעילה כנגד המחלה באנגליה (Jones et al., 2001). שמנים צמחיים הדבירו את המחלה והיעיל ביותר, שמן חמניות, הפחית נביטה, גידול תפטר ומחלה שלא באמצעות השראת עמידות (Ko et al., 2003). מילזנה, מיצוי של הצמח *Reynoutria sachalinensis*, השרה עמידות בעגבנייה כנגד הקימחון (Schmitt, 2001). מלחי סידן, מגנזיום ואשלגן (CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KCl), הפחיתו מחלה בדומה לגפרית (Ehret et al., 2002).

ככלל, עוצמת מגפות קימחון מושפעות מתנאי מיקרואקלים שהנם אינטראקציה של לחות וטמפרטורה. קימחונות שונים תוקפים מיני צמחים שונים ומושפעים במידה שונה על ידי תנאי הסביבה; הם מעדיפים שילובי אופטימום שונים של גורמים אלה לצורך התפתחותם. רוב הקימחונות יוצרים את נבגיהם האל מיניים בלחות יחסית בינונית עד גבוהה ובמספר קימחונות מים נוטים למנוע נביגה ואחרים מעדיפים לחות נמוכה. נביגת הקימחונות מתרחשת בתחומי טמפרטורה רחבים למדי וברובם הטמפרטורה המיטבית הנה 15-25 מ"צ. פיזור הנבגים פאסיבי באמצעות תנועת אויר מתרחש בעקב עם שינוי הלחות מגבוהה לנמוכה עם התחממות האוויר בבוקר. גופי פרי (קליסטוטציות) מצויים בחלק מהקימחונות (פלטי, 2000). לגבי קימחון העגבנייה לא ידוע מה התנאים המעודדים נביטה, גידול קורים, יצירת אפרסוריה, גידול ברקמה, ייצור נבגים ושחרורם והשרדות גורם המחלה. בניסוי אחד נמצא שלחות גבוהה קשורה בפחיתה במחלה בהשוואה ללחות יחסית 80% (Whipps & Budge, 2000). לעומת זה דווח מקונטיקט שהאופטימום הוא מעל 90% לחות יחסית, ובכל מקרה המחלה מתרחשת מעל 50% לחות יחסית, ללא צורך ברטיבות על פני הצמח. טווח הטמפרטורות להתפתחות המחלה הוא 10-35 מ"צ עם העדפה לטמפרטורות מתחת ל-30 מ"צ (Douglas, 2003).

מטרת המחקר הייתה חקר מחלת הקימחון בעגבנייה ובניית מערך הדברה כוללני שיאפשר בקרת מחלה תוך פחיתה בשימוש בתכשירים כימיים. המטרות הספציפיות הינן: אפיון הפרמטרים (מיקרואקלים, תנאי גידול ואגרוטכניקה) המעודדים את שלבי המחלה השונים (נביטת נבגים, יצירת אפרסוריה, חדירה ואכלוס, הנבגה, הישרדות) של הקימחון בעגבנייה, איתור תנאים מגבילים להתפתחות המחלה, בחינת תכשירי הדברה 'ידידותיים', אמצעים אגרוטכניים ובניית מערך הדברה מושכלת המתבססת על ממצאי המחקר.

ניסויים

שיטות

הערכת נגיעות בקימחון: הערכת חומרת הנגיעות של הצמחים המאולחים בוצעה בצורה חזותית. מדד חומרת המחלה מבטא באחוזים את שטח העלים המכוסה בסימני המחלה. הסימן הבולט של הקימחון הוא כסוי הלבן או אפרפר על פני עלי הצמח הנגוע, שמופיע לעתים גם על פני החלק התחתון של העלה. בחלק מהניסויים ערכי הנגיעות במועדים שונים במהלך הניסוי שימשו לחישוב ערכי השטח שמתחת לעקומת התפתחות המחלה (AUDPC - Area Under the Disease Progress Curve), מדד המבטא את חומרת המחלה במהלך הניסוי.

ניסויים בתאי צמיחה: צמחי עגבנייה שגדלו בחממה במשך שבועיים אולחו אילוח רטוב בפתוגן, הוכנסו לחדר גידול ומידי 3-4 ימים התבצעה הערכת נגיעות במשך 29 יום מאילוח. בניסוי נבדקו זנים שונים ובהם 1125 ו 1107 (טופ זרעים), 1402, 870, 662 (הזרע) ו 1912 (זרעים גדרה).

ניסויי שדה: נערכו שלושה ניסויי שדה בסתיו ובאביב במבני מנהרה עבירה שהתנאים המיקרו-אקלימיים בהם היו שונים בזכות כיסויי פוליאטילן ורשתות שונים שנפרסו על המבנים או פתחיהם. צמחי עגבנייה מהזן 1402 נשתלו באדמת חול ב-15.8 לגידול הסתווי והזן 870 בשני מועדים (19.2 ו-13.3) לגידול האביבי. הצמחים הושקו, דושנו וטופלו כמקובל באזור אך לא נתנו ריסוסי הדברה נגד מחלות פרט לשני טיפולים כנגד כימסון באביב שהיו במרחק של שבוע אחד מהשני (הטיפולים היו שילוב של אקרובט BASF, WG, לודויגשאפן, גרמניה ופוליוגולד SC, סינגינטה, בזל, שוויץ). הצמחים גדלו בשמונה מנהרות שגודל כל אחת מהן 6×4 מ'. בתוך כל אחת מהמנהרות היו שלוש שורות כפולות של צמחי עגבנייה. המרחק בין השתילים באותה השורה היה 40 ס"מ והמרחק בין שורות הצמד היה 60-50 ס"מ. ההבדל בין המבנים נוצר על ידי שילוב של כיסוי מבנה ו/או פתחים ברשת 50 מאש מאחד משני סוגים, רשת צל או פוליאטילן ועל ידי יצירת מקור לחות באחד המבנים (טבלה 9). כדי ליצור רמת מדבק ראשוני דומה במבנים השונים בכל אחד ממחזורי הגידול, הובאו ממרכז וולקני צמחי עגבנייה מאולחים באופן אחיד בקימחון והוצבו בקצות השורות ובמרכזן כך שבכל מבנה היו תשעה עציצים מאולחים כמקור מידבק. עם תחילת התפתחות המחלה החלה הערכת חומרתה בעלים על ידי הערכת מידת כיסוי העלים באחוזים, בשלושה גבהים של צמח (נמוך=קומות 3-4, בינוני=קומות 7-9 וגבוה=קומות 12-14), בשמונה צמחים בכל ערוגה סה"כ 24 צמחים בכל מבנה וחושבה הנגיעות הכללית לצמח. כמו כן חושב השטח מתחת לכל עקומה (AUDPC). הצמחים במבנים 4Y ו-8Y נתקפו בקימחונית בגידול הסתיו ומבנים 2Y ו-6Y נתקפו בכימסון באביב ולכן הם לא נכללים בדיווח. בכל מבנה נוצרו משטרי טמפרטורה ולחות שונים דבר שגרם לחומרת נגיעות שונה במבנים השונים. תנאי אקלים אלו אופיינו, בכדי לזהות מאפייני מיקרואקלים המשפיעים על המחלה. הלחות היחסית והטמפרטורה במבנים השונים נמדדו אחת לשעה במהלך תקופת הניסוי באמצעות אוגרי נתונים אלקטרוניים (Hobo H8). משך הזמן (בשעות) של טמפרטורות ולחיות יחסיות בטווחים נבחרים חושב בכל תקופה שלפני מועד הערכה נתון.

נערכו מבחני קורלציות (מתאמים) באמצעות תוכנת Excel לפי הנוסחה: $r = \text{Cov}(x,y) / (\sigma_x \cdot \sigma_y)$ ($-1 \leq r \leq 1$).

כאשר $r < 1$ קיים מתאם חיובי בין חומרת המחלה לטמפרטורה/ לחות יחסית, לעומת זאת מתאם שלילי מתקיים כאשר $r > -1$. נבדק הקשר בין ערכי מחלה לבין מספר השעות בטווח טמפרטורות שבין 5-45 מ"צ בתנודות של 5 מ"צ בין כל טווח וגם ב 10-20, 20-30, 15-25 מ"צ, ובטווח לחויות שבין 10-100% במרווחים של 10% בין טווח לטווח. ערכים מובהקים עשויים להעיד על קשר בין הלחות היחסית או הטמפרטורה לחומרת המחלה.

בחירת אמצעים כימיים ומיצויי צמחים כשיטות להתמודדות עם המחלה: יעילות 11 תכשירים- כימיים ואחרים, (פירוט התכשירים וריכוזם מובא בטבלה 2) המדבירים קימחונות ומורשים לשימוש בחקלאות הקונבנציונאלית נבדקה ע"י ריסוס צמחי עגבנייה בחומרים עד לנגירה. הצמחים נחלקו לשני טיפולים: ריסוס שבועי- מידי שבוע

הצמחים רוססו בתכשירים כשהריסוס הראשון היה יום לפני האילוח בפתוגן ולריסוס חד פעמי שבוצע יום לפני אילוח הצמחים בפתוגן. הניסוי בוצע בחממה בקיץ כשטווח הטמפרטורות היה 25-37 מ"צ ביום ו 20-25 מ"צ בלילה. כל טיפול כלל 10 חזרות. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי 3-5 ימים במשך 30 ימים.

מיצוי צמחים כאמצעים להתמודדות עם המחלה: יעילות שלושה תכשירים המבוססים על תמציות צמחים נבדקה בריכוזים שונים כנגד קימחון העגבנייה. התכשירים בניסוי היו טימורקס (1, 2%) טימורקס גולד (0.35, 0.5%) ונימגארד. בניסוי בתנאי מעבדה צמחים מזן 1402 רוססו בחומרים אלו עד לנגירה. מספר הריסוסים נחלק לחד שבועי (בהתאם להמלצות היצרן), ולריסוס חד פעמי יום לפני האילוח בפתוגן. הניסוי בוצע בחדר גידול ב-10 חזרות בטמפרטורה של 22 ± 3 מ"צ. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי 3-5 ימים במשך 30 ימים. בניסוי בחממה בתנאים חצי מסחריים שנערך בחוות הבשור נבדקה יעילותם של תכשירים ניסיוניים המבוססים על תמציות צמחים וכאלו המורשים לשימוש בחקלאות האורגנית כנגד קימחונות. התכשירים בניסוי היו טימורקס (1, 2%) סופרנו ושילוב של קוצייד ונימגארד. צמחים מזן 1912 רוססו מידי שבוע כאשר סה"כ מס' הריסוסים היה 9. במקרה זה האילוח בפתוגן היה אילוח טבעי כתוצאה מנוכחות הפתוגן באזור. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי שבוע - שלושה שבועות במשך 70 ימים.

השפעת תכיפות הריסוסים: צמחי עגבנייה מזן 1402 טופלו עם המדבירים שגודלו על מצע מוצק בצלחת פטרי, בתכיפות של ריסוס אחד מדי שבוע (4 ריסוסים סה"כ) לעומת ריסוס פעמיים בשבוע (7 ריסוסים בסה"כ) כאשר הריסוס הראשון היה שלושה ימים טרם האילוח בפתוגן. הניסויים התבצעו בחממה בתנאי קיץ, בתנאי טמפרטורה 30-35 מ"צ ביום, וטמפי' של כ-20-25 מ"צ בשעות הלילה, והלחות היחסית הייתה גבוהה כתוצאה מרטיבות שנוצרה על רצפת החממה ובסתיו, בו הטמפרטורה המרבית הייתה 25 מ"צ והמזערית כ-15 מ"צ. כל טיפול כלל 10 חזרות. שילובי טמפרטורה ותרסיסים להתמודדות עם המחלה: צמחי עגבנייה מזן 1402 נחלקו למספר טיפולים בשתי טמפרטורות 24 ± 1 ו 26 ± 1 מ"צ. הטיפול בתמציות הצמחים התבצע יום לפני האילוח והטיפול במיקרואורגניזמים כלל שני ריסוסים, 3 ימים ו-3 שעות לפני האילוח; או לריסוס יחיד שהתבצע 3 שעות טרם האילוח בפתוגן. הטיפול המשולב של מיקרואורגניזם 16 והתכשירים כלל 2 ריסוסים של המיקרואורגניזם 3 ימים וביום האילוח וריסוס בריכוז מופחת של התכשיר. הצמחים אולחו אילוח רטוב בפתוגן והוכנסו לחדר גידול. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה חזותית, מידי 3-5 ימים במשך 30 ימים. כל טיפול כלל 10 חזרות.

ניסויי שדה בהדברה משולבת: נערכו שני ניסויים בחממת בפרויקט ה-16 בחוות הבשור של מו"פ דרום. ניסוי אחד נערך בשתילת סתיו (9.9.07) והשני בשתילת אביב (5.2.08). נשתלו שני זנים (807 ו-1912), לכאורה בעלי שתי רמות רגישות למחלה. בכל זן נתנו שני טיפולי ריסוס להדברת קימחון, האחד במתכונת לחילופין (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%) בתאריכים 15.10, 28.10, 8.11, 22.11, 13.12, 27.12, ו-16.1 בניסוי הראשון ובתאריכים 25.3, 28.4, 18.5, 28.5, 10.6, 16.6, 25.6, 2.7, 9.7, ו-16.7 בניסוי השני. טיול הריסוס השני היה היקש בו לא רוססו הצמחים כלל כנגד קימחון. טיפולי האקלים כללו א' סגירת וילונות החממה ביום בטמפרטורה 27 מ"צ עד לעליית הטמפרטורה ל-34 מ"צ ובי' אי סגירת וילונות החממה. טיפולי הזן והריסוס מוקמו בכל אד מטיפולי האקלים כל שנוצרו שמונה טיפולים. חלקות הניסוי כללו 18 צמחים כל אחת בשתי שורות בערוגה. אורך חלקה היה 4.5 מ' ונדגמו עשרה צמחים במרכז. לקבלת אילוח אחיד בקימחון הוכנסו לחממות הניסוי צמחי עגבנייה נגועים בקימחון העגבנייה כשהם נתונים בעציצים ומוצבים בגבול בין חלקות הניסוי. עציצי המידבק הוכנסו לחממות ב-1.10.08 וב-13.3.08, בשני הניסויים, בהתאמה. המחלה הוערכה בעשרה עלים בכל אחד משלושה גבהים בכל חלקת ניסוי. יבול הצמחים נקטף, מוין ונשקל.

ניתוחים סטטיסטיים: הנתונים שנאספו בניסויים נותחו בעזרת התוכנות JMP 5 ו-Excel 2000 על פי מתכונת הניסויים. הניתוחים הסטטיסטיים בוצעו ברמת מובהקות של $P \leq 0.05$, וכללו ניתוחי שונות (ANOVA) עם

משתנה בודד ושני משתנים עם חזרות, חישוב ערכי LSD, בלוקים באקראי, גרסיה לינארית פשוטה ומסדר שני. בעת הצגת התוצאות מצוינים בכל מקרה המבחנים הסטטיסטיים שבוצעו ורמת המובהקות.

תוצאות

המחקר מתבצע במעבדה, בחממות המחקר במרכז וולקני ובחלקות בתנאים מסחריים. בדוח הקודם נסקרו תוצאות בתנאים מבוקרים ובהם התנאים להתפתחות. בסוף הדוח הוזכרו שלושה ניסויי שדה שנערכו בחוות הבשור. מספרי הגרפים והטבלאות ממשכים את המספרים שניתנו בדוחות הראשון והשני של מחקר זה. א' תנאי הדבקה – למדנו את השפעת גיל העלים ומיקומם, זן העגבנייה, מקור מידבק (עלים צעירים, מבוגרים), טמפרטורה, לחות יחסית, עוצמת אור על נביטת נבגים, יצור אפרסוריה והנבגה. כמו כן נבדקה השפעת חלק מהגורמים על תחלואה. לשם האחדה וייעול תנאי העבודה בניסויים שונים פותח מבחן ביולוגי. שיטות מקובלות להדבקה בקימחונות הנן הדבקה ביבש על ידי העמדת צמח נגוע בסביבת צמחים המיועדים להדבקה לשם פיזור נבגים פאסיבי או פיזור אקטיבי של נבגים על ידי ניעור עלים נושאי נבגים (עלים עם סימפטומים המכילים למעשה נושאי נבגים ונבגים) עם הנעתם או הזרמת אוויר על פניהם. יתכנו גם אילוח באמצעות מכחול נושא נבגים שהועבר לפני כן על עלה נגוע או ריסוס תרחיף נבגים שנאספו מעלים נגועים. השיטה האחרונה מאפשרת אחידות בפיזור המידבק. בניגוד לכמה קימחונות אחרים להם אינה מתאימה בגלל תמותת הנבגים במים, מצאנו שהיא מתאימה לקימחון העגבנייה. ביכולתנו להדביק צמחי עגבנייה ולצפות בנביטת נבגים (ציור 2), גידול נחשון נביטה וייצור אפרסוריה ובמבנה נושאי הנבגים מבעד למיקרוסקופ לאחר צביעה באנילין בלו. חיוניות נבגים נבדקת למעשה על ידי בדיקת נביטתם. סימפטומים של המחלה נצפים מאקרוסקופית ומוערכים למידת חומרת כיסוי העלה בהם. מידת יצור הנבגים נבדקת על ידי שטיפת עלים במים עם משטח והערכת ריכוזם בתא ספירת דם. טווחי טמפרטורות (5-35 מ"צ, בלחות יחסית 85%) ולחוויות יחסיות (7-99%, ב-22 מ"צ) מעל תמיסות רוויות של מלחים מתאימים מושגים באינקובטורים. צמחים שלמים בעציצים מודגרים בטמפרטורות שונות, רמות אור (0-5150 לוקס) ולחוויות יחסיות גם בתאי צמיחה.

נביטת נבגים וגידול נחשון נביטה מרביים על גבי עלעלי עגבניה התקבלו ב- 25 מ"צ. הנביטה פחתה בטמפרטורות של 15 מ"צ ומטה וב- 30-35 מ"צ (ציור 3). נתקבלה נביטה מרבית ב- 99% לחות יחסית והיא פחתה הדרגתית עד להעדר נביטה בכלל בלחות יחסית של 7% (ציור 3). הנביטה פחתה עם העלייה בעצמת האור וגידול נחשון הנביטה היה נמוך בעצמות אור 1750-5150 לוקס (ציור 3). נביטה על גבי עלים קרובים לפירות היתה פחותה מנביטה על עלים קרובים לפרחים ועלים בגלים שונים (טבלה 2). כשנבדקה הנביטה על עלי ארבעה זנים נתקבלה נביטה בטווח 29.5-31.0% ואורך נחשונים לכל הנבגים 16.6-18.6 ולנובטים 22.5-28.8 μm ללא הבדל מובהק בין הזנים.

אפרסוריה נוצרים בקצה נחשון הנביטה לקראת החדירה לרקמת העלה. שיא ייצור האפרסוריה התרחש ב- 25 מ"צ ומיעוטן נוצרו ב- 35 מ"צ. נוצרו יותר אפרסוריה בלחות יחסית 33-99% מאשר ב 7-23% ובעוצמת אור 1750 לוקס (ציור 4). זן העגבנייה השפיע על ייצור אפרסוריה רק בעלים שנמצאו ליד אשכולות פירות וגיל העלה השפיע רק בשני זנים מתוך הארבעה שנבדקו (טבלה 3).

ב' אפיון מחזור החיים של הפטרייה - ייצור נבגים, הישרדות והתפתחות מחלה

כדי ללמוד את מחזור חיי הקימחון וחשיבות שלבים שונים בתנאי הארץ נערכים ניסויים בתנאי חממה במרכז וולקני ובחלקה בחוות הבשור ומוערכים בהופעת סימפטומים וחומרתם, ייצור נבגים אל מיניים והישרדותם.

ייצור נבגים - צמחים שהודבקו בנבגי קימחון הודגרו תחילה בתנאים אחידים ולאחר ההדבקה הועברו לתנאים שונים. בתנאים מבוקרים של תא גידול נוצרו מירב הנבגים 16 ימים אחרי ההדבקה בשעור 2.8×10^4 נבגים לס"מ עלה ובחממה בה השתנו הלחות והטמפרטורה במהלך היממה נתקבלו 5.1×10^4 נבגים לס"מ עלה. התנאים המיטביים להנבגה הם טמפרטורה של 20 מ"צ, לחות יחסית 70-85% ועוצמת אור גבוהה – 4230 לוקס (ציור 5). לא נמצא הבדל בהנבגה על גבי זנים שונים (תוצאות לא מוצגות). טמפרטורה השפיעה על יצור נבגים בעוד גיל העלה לא השפיע (טבלה 4).

הישרדות נבגים נבחנה בעלים שהודבקו ונשמרו לאחר מכן בשתי עונות שונות, בקיץ ובחורף (ציור 6). מעט נבגי קיץ שרדו את תקופת הבדיקה הראשונית בת החודש. יכולת הנביטה של נבגים שנוצרו והודגרו בסתיו ובחורף פחתה משמעותית במהלך חודש ההדגרה הראשון ולאחר מכן דעכה באופן איטי עד תום 4 חודשי הדגרה (ציור 6).

התפתחות מחלה נבדקה אף היא בתנאי טמפרטורה, לחות יחסית ועוצמת אור ועל גבי זני עגבניה שונים (ציור 7). חומרת המחלה הייתה גבוהה יותר בעלים מבוגרים (טבלה 3, ציור 7). נמצאו הבדלים מובהקים בנגיעות זנים שונים אך הבדלים אלה לא היו גדולים (טבלה 3). בטמפרטורות 28 מ"צ לא נתקבלה מחלה כלל בעוד בטמפרטורה 22-24 מ"צ נתקבלה מחלה מרבית (טבלה 6, ציור 7). בתנאים מיטביים נצפו סימני המחלה במהלך השבוע שלאחר ההדבקה. חומרת מחלה פחותה נצפתה בלחות יחסית גבוהה- 97% בהשוואה ללחות יחסית 70-85% (טבלה 7, ציור 7). חומרת המחלה הייתה במתאם חיובי עם עוצמת האור (טבלה 8, ציור 7). ברוב ההשוואות לא היה הבדל בין הזנים שנבדקו אך גורם הזן נמצא מובהק בניסוי טמפרטורות אחד ובניסוי עוצמת אור והזן 1107 נמצא פחות רגיש מהזן 1125 (טבלאות 3 ו-5). לפיכך נבדקה רגישותם של זנים נוספים ואכן נמצא הבדל מובהק בין חלקם (טבלה 4, ציור 7). לא נמצאה אינטראקציה בין גורם הזן לבין כל אחד מהגורמים האחרים (טבלאות 5-7).

נערכו שלושה ניסויי שדה בסתיו ובאביב במבני מנהרה עבירה שהתנאים המיקרו-אקלימיים בהם היו שונים בזכות כיסויי פוליאאתילן ורשתות שונים שנפרסו על המבנים או פתחיהם (טבלה 9). התפתחות המגפות תוארה בגרפים (ציור 8). מבנים 4Y ו-8Y נתקפו בקימחונות בגידול הסתיו ומבנים 2Y ו-6Y נתקפו בכימחון באביב ולכן הם לא נכללים בדיווח. מחלת הקימחון בסתיו התפתחה באופן שונה במבני הניסוי בהתאם למיקום המבנה, לכיסוי, כיסוי הפתח או תוספת לחות והגיעה לכדי יותר מ-60% חומרת כיסוי העלים התחתונים 45 ימים לאחר האילוח בגל הסתווי. ככלל חומרת המחלה הייתה פחותה בעלים גבוהים יותר כנראה בגלל חשיפה למידבק לתקופה קצרה יותר של עלים שהופיעו מאוחר יותר במהלך הגידול (ציור 8). במנהרה עם טמפרטורה גבוהה התפתח קימחון קל ביותר בעוד כאשר שררה טמפרטורה בינונית התפתחה מחלה חמורה בדרך כלל. באביב 2006 עקבנו אחר התפתחות המחלה בצמחי עגבנייה אשר נשתלו בשני מועדים כך שנוצרו שני מקבצי מגפות. מירב העלים הנגועים בקימחון היה בקומת הצמחים הנמוכה. בשתילה השנייה נצפתה מחלה חמורה פחות מזו שנצפתה בשתילה השנייה, כנראה בגלל חשיפה קצרה יותר בתקופה שבה הטמפרטורות מתונות יותר.

לא מצאנו ולא דווח על שלב מיני בקימחון העגבנייה בעולם.

איתור תנאים להגבלת הדבקה והתפתחות המחלה: התוצאות שהתקבלו מהסעיפים הקודמים מאפשרות להציע תנאים להגבלת התפתחות המחלה. תנאי המיקרו-אקלים במבנים השונים סוכם לפי תקופות התרחשות (שבועות) לפני הערכת המחלה בטווחים שונים של לחויות יחסיות וטמפרטורות. המתאם בין חומרת המחלה ושעות התרחשות התנאים בטווחים השונים נבדקו ואלה המובהקים מובאים בטבלאות 12-13. מועד ההתרחשות עשוי להעיד על שלב המחלה המושפע מתנאי הטמפרטורה או הלחות. במעבר שבין שבוע 4 לשבוע אחד שלפני ההערכה

של המחלה מתרחשים באופן יחסי ובהדרגה יותר אירועים שלפני הדבקה, פיזור נבגים, נביטתם וחדירה לרקמת הצמח, גידול ברקמה ולבסוף הנבגה והופעת סימנים.

לחות יחסית נמוכה מ- 40% עיכבה (מתאם שלילי) את קימחון העגבנייה בשבועות 1-4 לפני ההערכה ולחות יחסית 50-60% מעכבת בשבוע 3. בשבועות 2-3 לחות יחסית גבוהה 90-100% מעכבת אף היא מחלה. לחות יחסית 60-90% בשבועות 1-4 נמצאו מעודדות (במתאם חיובי) למחלה וכן 50-60% בשבוע 1 (טבלה 12). טמפרטורה 5-15 ו- 35-40 מ"צ מעכבות קימחון בכל טווח התקופה שלפני ההערכה. טווח הטמפרטורות מעודד המחלה בכל תקופת המדידה הינו 15-25 מ"צ. נמצאה מתאם חיובי גם בטווחי טמפרטורה שעד 35 מ"צ בחלק מהתקופה (טבלה 13).

הדברה כימית: נבדקה יעילותם של תכשירים ניסיוניים וכאלו המורשים לשימוש בחקלאות הקובנציונאלית בעגבנייה והמיועדים להדברת קימחונייה. צמחים מזן 1402 נחלקו לשני טיפולים, ריסוס חד פעמי וריסוס שבועי (סה"כ 5 ריסוסים); הריסוס הראשון התבצע יום לפני האילוח בפתוגן. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי 3-5 ימים במשך 30 ימים, הנתונים סוכמו כשטח מתחת לעקומת התפתחות המחלה וחומרת המחלה בסוף הניסוי. ביישום שבועי של התכשירים לא נצפתה מחלה כלל, בעוד שבהיקש חומרת המחלה בסוף הניסוי הייתה 72% (תוצאות לא מוצגות). ביישום חד פעמי נצפו הבדלים מובהקים בין הטיפולים לביקורת פרט לריסוס בסרנייד, שחומרת המחלה בו הייתה דומה להיקש (טבלה 14). יעילות ההדברה בריסוס יחיד הייתה גבוהה ונעה בין 18-99.5%. כמו כן ניתן לראות כי קיימים הבדלים מובהקים בין המינונים השונים של החמרים, לדוגמה יישום הליוגרפית בריכוז 1% הפחית את חומרת המחלה יותר מריכוז 0.25% של החומר.

הדברה באמצעות תמציות צמחים: נבדקה יעילותם של תכשירים המבוססים על תמציות צמחים המורשים לשימוש בחקלאות האורגנית כנגד קימחון העגבנייה. בוצעו שני ניסויים: במעבדה, ובתנאי שדה חצי מסחריים. בניסוי חממה בתנאים חצי מסחריים נבדקה יעילותם של תכשירים ניסויים המבוססים על תמציות צמחים וכאלו המורשים לשימוש בחקלאות האורגנית כנגד קימחונייה. צמחים מזן 1912 רוסו מידי שבוע בתכשירים (סה"כ 9 ריסוסים). האילוח בפתוגן במקרה זה היה אילוח טבעי כתוצאה מנוכחות הפתוגן באזור. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי שבוע-שלושה שבועות במשך 70 ימים (איור 9). מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי יישום התכשירים בריסוס שבועי הפחית את חומרת המחלה באופן מובהק ביחס לביקורת (טבלה 15), פרט לריסוס בטימורקס 2% שחומרת המחלה בו לא הייתה מובהקת ביחס לביקורת. חומרת המחלה הנמוכה ביותר נצפתה בשילוב של נימגארד וקוצייד.

ניסוי המעבדה: צמחים מזן 1402 נחלקו לשני טיפולים: ריסוס חד פעמי וריסוס שבועי (סה"כ 5 ריסוסים), כאשר הריסוס הראשון התבצע יום לפני האילוח בפתוגן. חומרת הנגיעות במחלה הוערכה מידי 3-5 ימים במשך 30 ימים (ציור 10). מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי יישום התכשירים הן בריסוס שבועי והן בריסוס חד פעמי הפחית את חומרת המחלה באופן מובהק ביחס לביקורת. כמו כן יישום שבועי של התכשירים גרם לחומרת המחלה נמוכה יותר לעומת יישום חד פעמי ויעילות ההדברה הייתה בטווח בין 55-83% לעומת 15-50%, בהתאמה (טבלה 16). לא נצפו הבדלים מובהקים בין המינונים השונים של החמרים, לדוגמה ביישום טימורקס 1% חומרת המחלה הייתה דומה לזו של 2%, אך בריכוז הגבוה (2%) ובטימורקס גולד (0.5%) הופיעו צריבות על גבי העלים.

אמצעי הדברה משולבים בבקרת טמפרטורה: כמעט כל הטיפולים הפחיתו את חומרת המחלה הן ב 24 ± 1 מ"צ וב 26 ± 1 מ"צ (טבלה 17) וטווח יעילות ההדברה היה בין 6.9-71.8% ו-22.2-84.5%, בהתאמה. חומרת המחלה ב 26 ± 1 מ"צ הייתה נמוכה באופן מובהק לעומת 24 מ"צ (טבלה 18). מיצויי הצמחים הפחיתו מחלה באופן מובהק; בריכוזים גבוהים של טימורקס גולד ונימגארד נמצא כי חומרת המחלה הייתה נמוכה יותר, אם כי בריסוס נימגארד במינון הגבוה הייתה המחלה גבוהה לעומת הריסוס בריכוז המופחת (טבלה 17). הדברה ביולוגית הפחיתה מחלה באופן מובהק (טבלה 18); לא נמצא הבדל מובהק בין ריסוס חד פעמי ביום האילוח לשני ריסוסים הן ב 24

מ"צ וב 26, פרט ל 16 ב 26 מ"צ שבשני ריסוסים יעילות ההדברה עלתה מ 51.2 ל 60% (טבלה 17). שילוב נימגד במינון המופחת וחלק מטיפולי המיקרואורגניזמים הפחיתו את המחלה במידה רבה יותר בטמפרטורה הגבוהה.

הדברת קימחון בתנאי שדה: נערכו שני ניסויים בחממות בחוות הבשור. הטיפולים בשני הניסויים כללו שני משטרי אקלים (חימום יום על ידי סגירת יריעות הצד, ואקלים רגיל של חממה פתוחה ביום), שני זנים וטיפול ריסוס לחילופין בתכשירים לא סינטטיים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגד 1% ושמן EOS 1% - לחילופין).

תוצאות הניסוי הראשון (סתיו 2007) מובאות בציורים 11-13 וטבלאות 19-21. בניסוי זה נמצא הזן 1992 רגיש פחות מהזן 870 באופן מובהק. בטיפול תכשירי ההדברה שרוססו לסירוגין הופחתה המחלה בזן 870 בשני משטרי האקלים ולא בזן 1912. טיפול חימום היום היה יעיל ביותר בהפחתת המחלה. גידול הצמחים ומספר האשכולות הוגבר בטיפול החום בשני הזנים הנבדקים. טיפול הריסוס לא הביא לתוספת יכול, לא לפרי גדול יותר ולא להפחתת הפרי הפגום ('בררה'). לעומת זה חימום יום הביא להפחתת שעור הפרי הפגום, ולהגדלת הפרי הבודד. בגלל טעות לא ניתן ללמוד על השפעת הטיפולים על כמות הפרי.

תוצאות הניסוי השני מובאות בציורים 14-16 וטבלאות 22-23. רמת המחלה בניסוי זה הייתה גבוהה יותר מזו שהתפתחה בניסוי הסתיו. הריסוס לחילופין הפחית את המחלה בשני הזנים ובשני משטרי האקלים באופן מובהק. לא היה הבדל בין הזנים אך חומרת המחלה הופחתה במידה רבה ביותר על ידי טיפול היום החם בהשוואה ליום הרגיל. חימום לא הביא לתוספת יכול אך תוצאת הריסוס בטיפול הלא מחומם הייתה יכול כללי ומשווק רב יותר ופרי גדול יותר.

דיון

תנאי המיקרואקלים משפיעים על הפונדקאי ועשויים לקבוע את תגובתו לפתוגנים (הגברה של עמידות או רגישות) או להשפיע ישירות על הפתוגן, ובשני המקרים להשפיע על המגפה. לבדיקת השפעת הטמפרטורה והלחות היחסית על קצב התפתחות מחלת קימחון העגבנייה בוצעו שלושה ניסויי שדה, באביב ובסתיו. בניסויים נמצאה חומרת מחלה גבוהה בתנאי לחות גבוהה (60-90%) ובטמפרטורות בינונית (15-25 מ"צ), מחלה בינונית נמצאה בטמפרטורות נמוכות- בינוניות ובינוניות (5-15 מ"צ) ואילו בטמפרטורות גבוהות (35-40 מ"צ) נצפתה חומרת מחלה נמוכה. תוצאות אלה תואמות את ניסויי המעבדה בהם חומרת מחלה גבוהה הייתה בטמפרטורות 22-24 מ"צ ובלחות בינונית גבוהה 70-85%, בעוד שבתנאי טמפרטורה גבוהה חומרת המחלה הייתה נמוכה.

בהשוואה בין הטמפרטורות המעכבות את המחלה בתנאי מעבדה מבוקרים לשדה ניתן לראות כי בניסויי השדה הטמפרטורות שהיו קשורות בחומרת מחלה נמוכה היו בין 35-40 מ"צ בעוד שבמעבדה הן היו נמוכות יותר (28 מ"צ). ניתן להסביר הבדלים אלו בכך שבשדה על אף התנאים, שאינם מטיבים עם הפתוגן, מתפתחת המחלה וזאת בגלל תופעת הפיצוי: גורמים המצויים ברמה מיטבית מפצים על נוכחות גורמים אחרים, המצויים ברמה גבולית. הסבר נוסף להבדלים בין הניסויים, הוא שמדידת הטמפרטורות בשדה נעשתה בגובה הצמח אך לא באופן ישיר על העלה. בטמפרטורות הגבוהות מ 25 מ"צ מתבצע אידי מרקמות הצמח המפחית את טמפרטורת שטח פני העלה כך שיתכן שהטמפרטורות היו נמוכות יותר בעלה.

חומרת המחלה בעלים העליונים הייתה פחותה ביחס לנמוכים ולאמצעיים, במעבדה ובשדה כנראה בגלל חשיפה קצרה יותר של העלים הצעירים למידבק, שהופיעו מאוחר יותר במהלך הגידול. כמו כן חומרת המחלה בשתילה השנייה הייתה נמוכה ביחס לראשונה באביב, כנראה בגלל חשיפה קצרה יותר בתקופה שבה הטמפרטורות מתונות יותר ומיטיבות עם המחלה. המסקנה מחלק זה של המחקר היא שמאחר וקימחון העגבנייה היא פטרייה פוליציקלית, כלומר היא יוצרת מספר אירועי הדבקה במקביל, שמירה על תנאי אקלים שאינם

מיטיבים עם הפטרייה, יכולה לגרום להורדת המדבק לאורך זמן בשל הפגיעה הכוללת ביחידות הריבוי של הפטרייה, או השראת עמידות לפונדקאי.

תכשירי הגפרית משמשים כמדבירים כימיים מוצלחים של קימחון והם מורשים בשימוש גם בחקלאות האורגנית, אולם קיימות מספר מגבלות בשימוש בגפרית ובעקבות כך פותחו תכשירים בעלי פעילות סיסטמית. קיימים מספר רב של תכשירים מסחריים היעילים בהדברת קימחונות. בניסוי נבדקה השפעה של 11 תכשירים כנגד קימחון העגבנייה, ונמצא כי ביישום שבועי של החומרים לא נצפתה המחלה אם כי בכמה מהטיפולים נצפתה תופעת הפיטוטוקסיות הנגרמת במזג אוויר חם ויבש (טמפרטורה מעל 30 מ"צ). ביישום ריסוס אחד בלבד טרם האילוח בפתוגן פחתה חומרת המחלה בעד כדי 97%. ריסוס לחלופין של תכשיר הדברה הינו דרך יעילה להדברת מחלות צמחים. שילוב של שני תכשירים עשוי להיות יעיל יותר מריסוס תכשיר אחד לאורך זמן, מאחר ותכשירים שונים פוגעים במנגנונים שונים בפטרייה הפתוגנית ובכך נמנעת התפתחות גזעים עמידים. בשל התפתחות עמידות של קימחונות לתכשירי ההדברה יש לפתח תכשירים ושיטות חדשות להדברת המחלה. המסקנה מחלק זה של הניסוי היא שיעילות התכשירים כנגד הפתוגן הייתה טובה בתנאים מבוקרים יחסית, אך יש לבצע ניסויים נוספים הבודקים את השפעת הפונגיצידים כנגד קימחון העגבנייה בניסויים חצי מסחריים בתנאי אקלים שונים.

קיימים מס' תכשירים מסחריים המבוססים על תמציות צמחים כדוגמת *Melaleuca alternifolia* (Timorex), נימגארד (*Azadirachta indica*), מילסנה (*Reynoutria sachalinensis*) שנבחנו ונמצאו יעילים בהפחתת חומרת קימחונות. בדקנו השפעה של טימורקס, טימורקס גולד ונימגארד כנגד קימחון העגבנייה, ונמצא כי הם הפחיתו את חומרת המחלה הן בתנאי מעבדה מבוקרים והן בשדה בניסוי חצי מסחרי. המסקנה העיקרית היא שריסוס שבועי משפר את יעילות ההדברה ואפילו ריסוס אחד הגנתי, שמטרתו למנוע את התפתחות המחלה הפחית את המחלה באופן משמעותי.

הדברה משולבת עשויה לשמש כחלופה להדברה הכימית כאשר היא משלבת בתוכה שימוש בשיטות הדברה שונות (ביולוגית/ אגרוטכנית). על סמך תוצאות הניסויים הקודמים, בהם נמצא כי טמפרטורות גבוהות מפחיתות את חומרת המחלה, הוחלט לבדוק שילוב של טמפרטורות גבוהות וטיפולים שונים במיקרואורגניזמים או בתואריות שונות של שמן עץ התה והאזדרכת. נמצא כי העלאת הטמפרטורה ב 2 מ"צ הפחיתה את חומרת המחלה באופן משמעותי. יעילות ההדברה של תמציות הצמחים הייתה גבוהה אם כי לא היה הבדל מובהק בין יעילות ההדברה בטמפרטורות השונות פרט לנימגארד. נראה שיישום תכשירים בתנאי אקלים פחות מעודדים לקימחון יגביר את יעילות הדברה.

יישום מיקרואורגניזמים הפחית את חומרת המחלה אם כי לא באופן משמעותי ב 24 מ"צ ואילו ב 26 יעילות ההדברה הייתה טובה יותר. ניתן להסביר זאת כי אוכלוסיית המיקרואורגניזמים מושפעת ממספר גורמים: חלק הם גורמים קבועים כמו מנגנון הפעולה של המדביר הביולוגי, קצב התרבותו יחסית לקצב התרבות הפתוגן וההתפתחות האופיינית של המחלה וחלקם הם גורמים משתנים, כמו תנאי הסביבה, או רמת המדבק ההתחלתי של הפתוגן בסביבת הגידול. הבנת ההשפעה של תנאי הסביבה על יעילות ההדברה של המיקרואורגניזמים היא מפתח ליישום נכון, כך שניתן יהיה ליישם בתנאים המיטיביים עבורם.

המחקר הגיע לכדי סיכום בניסויי שדה בהם נבדקו השפעות האקלים, הזן וריסוסים על הקימחון. בשני הניסויים, האחד בסתיו-חורף והשני באביב-קיץ נמצא שטיפול החימום ביום על ידי סגירת וילונות הצד היה יעיל ביותר בהפחתת המחלה. טיפולי הריסוס ועמידות הזן הביאו להפחתה מסוימת של המחלה בניסוי הראשון בעוד בניסוי השני הפחית את המחלה רק טיפול הריסוס.

עבודה זו בחנה את הביולוגיה ותנאי ההדבקה של מחלת הקימחון בעגבנייה. נמצא כי קיימים מס' גורמים אביוטיים המשפיעים על שלבים במחזור החיים של קימחון העגבנייה. תוצאות ניסויי השדה הראו כי לחות גבוהה וטמפרטורות גבוהות מעכבות את התפתחות המחלה. בניגוד למחקרו של Whipps (2000) שהציע להעלות את הלחות בחממת העגבניות כאמצעי להפחתת המחלה הנגרמת ע"י *O. lycopersici* - דבר אשר יכול לגרום להתפתחות פתוגנים הדורשים לחות גבוהה (לדוגמה, בוטריטיס), מחקר זה מציע להעלות את הטמפרטורה באמצעות על ידי סגירת הווילונות בחממה במהלך היום, ובכך להפחית את כמות המדבק ופעילותו ולהפחית את רגישות המאכסן. יש לציין כי סגירת החממה תגרום להעלאת הלחות, ובכדי למנוע התפתחות פתוגנים יש ליצור אוורור חלקי על ידי הימנעות מסגירה מלאה ועל ידי פעולה לפי טרמוסטט אשר בעת הגעת טמפרטורת סף גבוהה מביא לפתיחת הווילונות, הפחתת הטמפרטורה וכפול יוצא גם איורור. לשיטה זו מס' יתרונות, שהבולט ביניהם הוא רגישות פתוגנים נוספים הפוגעים בעגבנייה לטמפרטורות גבוהות (לדוגמה כימשון), אך החיסרון בשיטה זו הוא רגישות שלבים בהתפתחות העגבנייה לטמפרטורות גבוהות (לדוגמה, חנטה, יצירת הליקופן וכד'), לכן היה צורך לבצע ניסויים בתנאי שדה שמטרתם לבדוק את השפעת הטמפרטורה על המחלה והפונדקאי כאחד. טיפול החימום ביום הועיל ביותר בהפחתת המחלה ובמידה רבה יותר מטיפול הריסוס והזן אך בעתיד יש להתאימו לצרכי הגידול וליישום במבנים גדולים יותר.

רשימת ספרות מצוטטת

- פלטי י (2000) קימחונות (Erysiphaceae). עמ' 185-197 בספר מחלות צמחים בישראל בעריכת רותם י, פלטי י וכן יפת י, הוצאת המחלקה לפרסומים מדעיים, מרכז וולקני. הוצאה שנייה.
- Arredondo CR, Davis RM, Rizzo DM and Stahmer R (1996) First report of powdery mildew of tomato in California caused by an *Oidium* sp. Plant Disease 80: 1303.
- Douglas SM (2003) Powdery mildew of tomato. The Connecticut Agricultural Experimental Station. PP037 (11/03R), <http://www.caes.state.ct.us/FactSheetFiles/Plant Pathology/fspp037f.htm>
- Ehret DL, Menzies JG, Bogdanoff C, Utkhede RS and Frey B (2002) Foliar applications of fertilizer salts inhibit powdery mildew on tomato. Canadian Journal of Plant Pathology 24: 437-444.
- Fletcher JT, Smewin BJ and Cook RTA (1988) Tomato powdery mildew. Plant Pathology 37: 594-598.
- Huang CC, Biesheuve IJ, Lindhout P, Niks RE and Huang CC (2000) Host range of *Oidium lycopersici* occurring in the Netherlands. European Journal of Plant Pathology 106: 465-473.
- Jones HE, Whipps JM, Thomas BJ, Carver TLW and Gurr SJ (2000) Initial events in the colonisation of tomatoes by *Oidium lycopersici*, a distinct powdery mildew fungus of *Lycopersicon* species. Canadian Journal of Botany 78: 1361-1366.
- Kiss L, Cook RTA, Saenz GS, Cunnington JH, Takamatsu S, Pascoe I, Bardin M, Nicot PC, Sato Y and Rossman AY (2001) Identification of two powdery mildew fungi, *Oidium neolyopersici* sp. nov. and *O. lycopersici*, infecting tomato in different parts of the world. Mycological Research 105: 684-697.
- Ko WH, Wang SY, Hsieh TF and Ann PJ (2003) Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolyopersici*. Journal of Phytopathology 151: 144-148.
- Lebeda A and Mieslerová B (1999) Identification, occurrence and host range of tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in the Czech Republic. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 34: 15-27.
- Lindhout P, Pet G and Van der Beek JG (1994a) Screening wild *Lycopersicon* species for resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersici*). Euphytica 72: 43-49.

- Lindhout P, Van der Beek JG and Pet G (1994b) Wild *Lycopersicon* species as sources for resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersici*). Mapping of the resistance gene OL-1 on chromosome of *L. hirsutum*. Acta Horticulturae No. 376: 387-394.
- Marois JJ, Momol MT, Kimbrough JW, Hochmuth RC and Dankers W (2001) First report of powdery mildew on greenhouse tomatoes caused by *Oidium neolyopersici* in Florida. Plant Disease 85: 1292.
- Mieslerová B and Lebeda A (1999) Taxonomy, distribution and biology of the tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 106: 140-157.
- Schmitt A (2001) Induced responses by plant extracts from *Reynoutria sachalinensis*: a case study. IOBC/WPRS Bulletin 25(6): 83-88.
- Van der Beek LG, Pet G and Lindhout P (1994) Resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in *Lycopersicon hirsutum* is controlled by an incompletely-dominant gene *Ol-1* on chromosome 6. Theoretical and Applied Molecular Genetics 89: 467-473.
- Whipps JM and Budge SP (2000) Effect of humidity on development of tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in the glasshouse. European Journal of Plant Pathology 106: 395-397.
- Whipps JM, Budge SP and Fenton JS (1998) Characteristics and host range of tomato powdery mildew. Plant Pathology 47: 36-48.

פרסומים

- Jacob, D., Rav-David, D., Sztajnberg, A., Messika, Y., Reshef, G., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D. and Elad, Y (2007) Climatic conditions that affect tomato powdery mildew (*Oidium neolyopersici*) and its suppression. Phytoparasitica 35:210-211.
- Jacob, D., Rav David, D. and Elad, Y. (2007) Biology and biological control of tomato powdery mildew (*Oidium neolyopersici*). IOBC/WPRS Bulletin 30(6-1):329-332.
- Jacob, D., Rav David, D., Sztajnberg, A. and Elad, Y. (2008) Conditions for development of powdery mildew of tomato caused by *Oidium neolyopersici*. Phytopathology 98:270-281.
- Elad, Y., Jacob, D., Rav David, D., Burshtein, M., Sztajnberg, A., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D., Matan, E. and Messika, Y. (2008) Development of climate control methods for integrated management of powdery mildew of tomato caused by *Oidium neolyopersici*. Proceedings of the International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate, April 6-11, 2008, Antalya (Turkey) Acta Horticulturae No. 807, vol. 2 pp. 727-732.

סיכום עם שאלות מנחות**הבעיה : מהלך ושיטות עבודה : מסקנות והמלצות :**

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מחלת הקימחון הנה פגע חמור בעגבניות בארץ ובעולם. מגפות בחממות בארץ מתרחשות בקיץ, בסתיו ובאביב בעיקר בשתילות מוקדמות בבתי רשת (יולי-אוגוסט) ובחממת (אוגוסט). מטרת המחקר היא בניית מערך הדברה כוללני שיאפשר בקרת מחלה תוך פחיתה בשימוש בתכשירים כימיים.
עיקרי הניסויים והתוצאות
אופיינו ונתחו התנאים להתפתחות שלבי המחלה השונים ונלמדו התנאים המעכבים התפתחות מחלה בתנאי שדה, נבדקו תכשירי הדברה ושילובים שלהם עם שני משטרי טמפרטורה, האחת מעודדת והשנייה מעכבת קימחון בעגבנייה. תוצאות עיקריות: טמפרטורה ולחות גבוהות נמצאו במתאם מובהק עם פחיתה במחלה בתנאי שדה. תכשירי הדברה כימיים ותמציות צמחים נמצאו יעילים בהדברת המחלה. שילוב תכשירים ידידותיים עם טמפרטורה תת מיטבית לווה בדרך כלל ברמת מחלה נמוכה יותר מאשר פעילותם בטמפרטורה מיטבית. יישום בתנאים כמו מסחריים הביא להפחתה רבה ביותר של המחלה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
הממצא החשוב הוא שבטמפרטורה גבוהה מוגבלת המחלה בתנאי שדה וקיימים תכשירי הדברה המדברים את המחלה ובעיקר בתנאים תת מיטביים. חימום יום של החממה הביא להפחתה רבה של המחלה.
בעיות שנוותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנוותרו לביצוע תוכנית המחקר?
בחממות מסחריות ובהיקף גדול יש צורך לבדוק טיפול משולב של משטר טמפרטורה, זנים ותכשירים ידידותיים לבקרת המחלה וזאת כפי שנמצא במחקר זה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פוטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
Jacob, D., Rav-David, D., Sztajnberg, A., Messika, Y., Reshef, G., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D. and Elad, Y. (2007) Climatic conditions that affect tomato powdery mildew (<i>Oidium neolycopersici</i>) and its suppression. <i>Phytoparasitica</i> 35:210-211.
Jacob, D., Rav David, D. and Elad, Y. (2007) Biology and biological control of tomato powdery mildew (<i>Oidium neolycopersici</i>). <i>IOBC/WPRS Bulletin</i> 30(6-1):329-332.
Jacob, D., Rav David, D., Sztajnberg, A. and Elad, Y. (2008) Conditions for development of powdery mildew of tomato caused by <i>Oidium neolycopersici</i> . <i>Phytopathology</i> 98:270-281.
Elad, Y., Jacob, D., Rav David, D., Burshtein, M., Sztajnberg, A., Yehezkel, H., Ganot, L., Shmuel, D., Matan, E. and Messika, Y. (2008) Development of climate control methods for integrated management of powdery mildew of tomato caused by <i>Oidium neolycopersici</i> . <i>Proceedings of the International Symposium on Strategies Towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate, April 6-11, 2008, Antalya (Turkey) Acta Horticulturae No. 807, vol. 2 pp. 727-732.</i>
ע"ג של דנה יעקוב שהוגשה לפקולטה לחקלאות.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
←
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
←

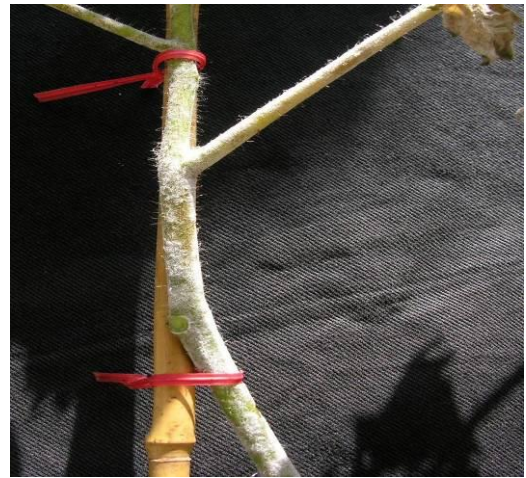
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? לא -

נספח (מספרי הטבלאות והגרפים ממשיכים את המספרים שנתנו בדוח הקודם (שנה ראשונה)

טבלה 1: אבני דרך

הפעילות	לפני	שנה 1	שנה 2	שנה 3	אחרי
א' תנאי הדבקה והופעת מחלה	+++	+++++	+++++		
ב' אפיון מחזור החיים של הפטרייה	+++++	+++++	+++++	++	
ג' איתור תנאים להגבלת הדבקה והתפתחות המחלה	++	+++	+++++	+++	
ד' בחינת תכשירי הדברה	++	+++	+++++	+++++	
ה' הדברה משולבת	+++	+++	+++++	+++++	+++

+ = חודשיים, מיקום יחסי בשנה.

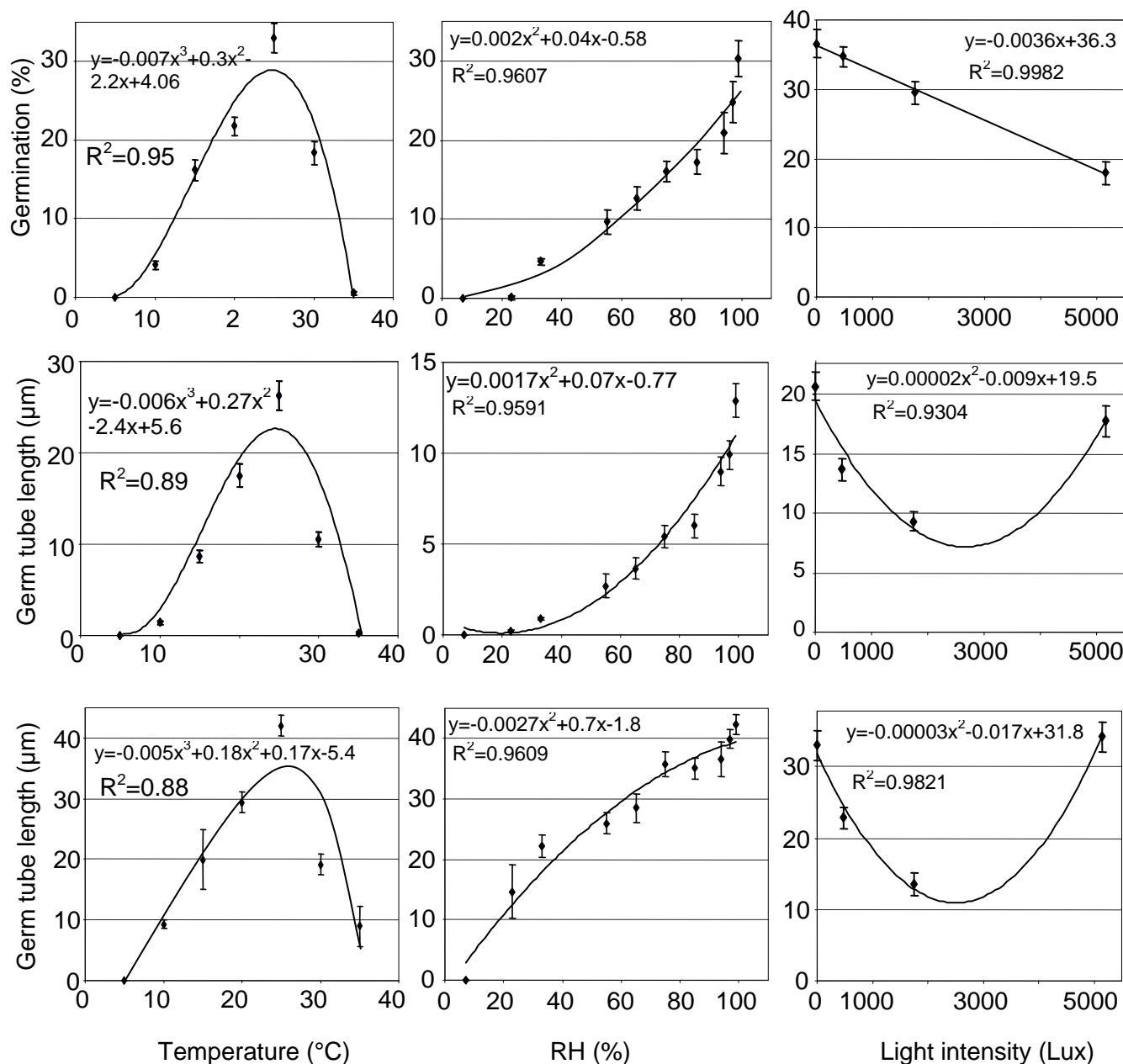




ציור 1 : קימחון העגבנייה. תסמינים אופייניים (שורה עליונה) על עלים (שמאל) וגבעול (ימין) בצמחים מודבקים בתרחיף נבגים ואשר הודגרו שבועיים בחדר גידול במעבדה. קימחון בעגבניות שרי בחבל הבשור (סתיו 2004). תסמינים על גבי עלים (שורה אמצעית) ותמותת נוף (תמונה תחתונה).



ציור 2 : נביטת נבגי קימחון העגבנייה. נבג עם נחשון נביטה (מימין) ועם אפרסוריום (משמאל) תצפית מבעד למיקרוסקופ בתום 24 שעות הדגרה

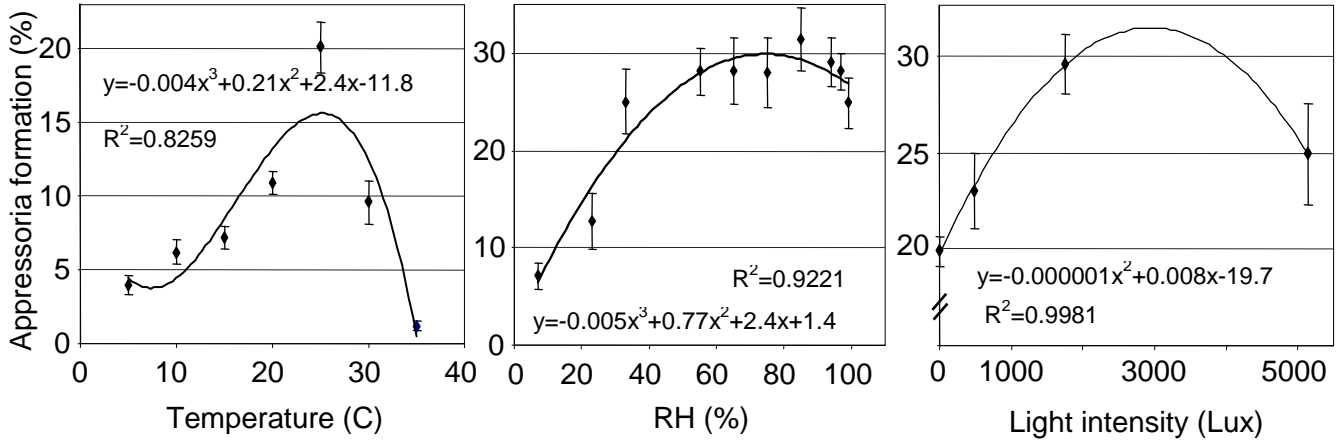


ציור 3: השפעת טמפרטורה (עמודה שמאלית), לחות יחסית (עמודה אמצעית) ועצמת אור (עמודה ימנית) על נביטת נבגים של פטריית קימחון העגבניה (שורה עליונה) ואורך נחשון הנביטה של כל הנבגים (שורה אמצעית) ושל הנבגים הנובטים בלבד (שורה תחתונה)

טבלה 2: השפעת גיל העלה ומיקומו בצמח על נביטת נבגי *Oidium neolycopercisi* על גבי העלים

	אורך נחשון נביטה (µm)		נביטה (%)		גיל עלה ומיקום
	נבגים נובטים	כל הנבגים	נבגים נובטים	כל הנבגים	
מבוגר	א	44.4	אב	14.3	אב ¹ 32.3
בינוני	אב	43.3	א	16.5	א 38.4
צעיר	אבג	35.1	ב	11.7	אב 32.7
סמוך לפריחה	בג	34.7	ב	10.7	ב 29.3
סמוך לאשכול פרי	ג	25.6	ג	3.8	ג 15.0

¹מספרים בעמודות המלווים באות זהה אינם נבדלים זה מזה ($P \leq 0.05$).



ציור 4 : השפעת טמפרטורה (שמאל), לחות יחסית (אמצע) ועצמת אור (ימין) על יצירת אפרסוריה על ידי נבגים נובטים של פטריית קימחון העגבניה

טבלה 3 : השפעת גיל העלה ומיקומו על יצירת אפרסוריה ב *Oidium neolycopercisi*

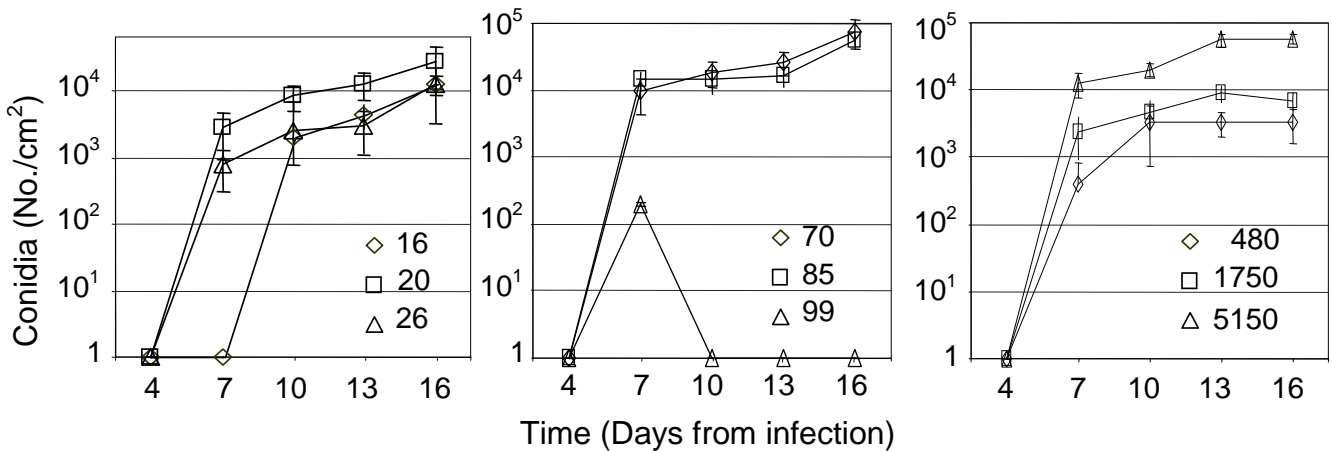
		גיל עלה ומיקום					
		זן					
		662	870	1402	1912		
מבוגר	A a	20.1±2.8 AB a	18.4±4.7	A a	30.6±3.5	A a ²	16.3±3.4 ¹
בינוני	A a	25.0±4.2 AB a	19.7±2.9	AB a	26.3±4.5	A a	20.6±3.2
צעיר	A a	12.1±5.1 B a	7.9±3.3	B a	14.7±2.9	A a	13.7±3.0
סמוך לפריחה	A b	11.4±3.0 A a	30.6±3.7	ABab	19.3±2.3	A b	12.4±2.7
סמוך לאשכול פרי	A a	15.0±2.7 AB a	15.4±4.9	AB a	22.4±1.9	A a	24.6±4.6

ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בהם³, ל"מ=לא מובהק

		גיל עלה		זן	
		גיל עלה×זן		P=0.0001	
		P=0.0178	P=0.0727	א ²	ל"מ
מבוגר	א				
בינוני	א				
צעיר	ב				
סמוך לפריחה	אב	24			
סמוך לאשכול פרי	אב	27			

¹ממוצעים עם שגיאת תקן ;

²מספרים בעמודות המלווים באות גדולה זהה ומספרים בשורות המלווים על ידי אות קטנה זהה אינם נבדלים זה מזה ($P \leq 0.05$).



ציור 5 : השפעת טמפרטורה (שמאל), לחות יחסית (אמצע) ועצמת אור (ימין) על יצירת נבגים על ידי פטריית קימחון העגבניה על גבי עלים נגועים

טבלה 4 : השפעת טמפרטורה¹ וגיל העלים על יצירת נבגים 16 ימים לאחר הדבקה

גיל עלה	טמפ' ± 1 מ"צ	מבוגר	בינוני
24	27	255240 ± 17881	25480 ± 4621
		13000 ± 2980	9420 ± 2364

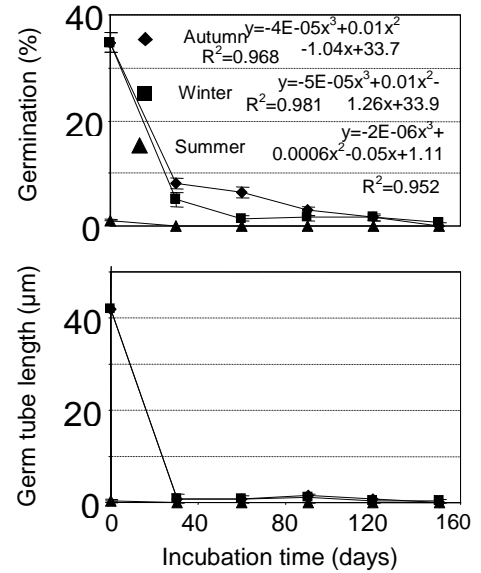
ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בניהם³, ל"מ=לא מובהק

גיל עלה	טמפ'	גיל עלה × טמפ'
P=0.0646	P=0.0044	P=0.1183
מבוגר א ²	24 א	א ל"מ
בינוני ב	27 ב	א

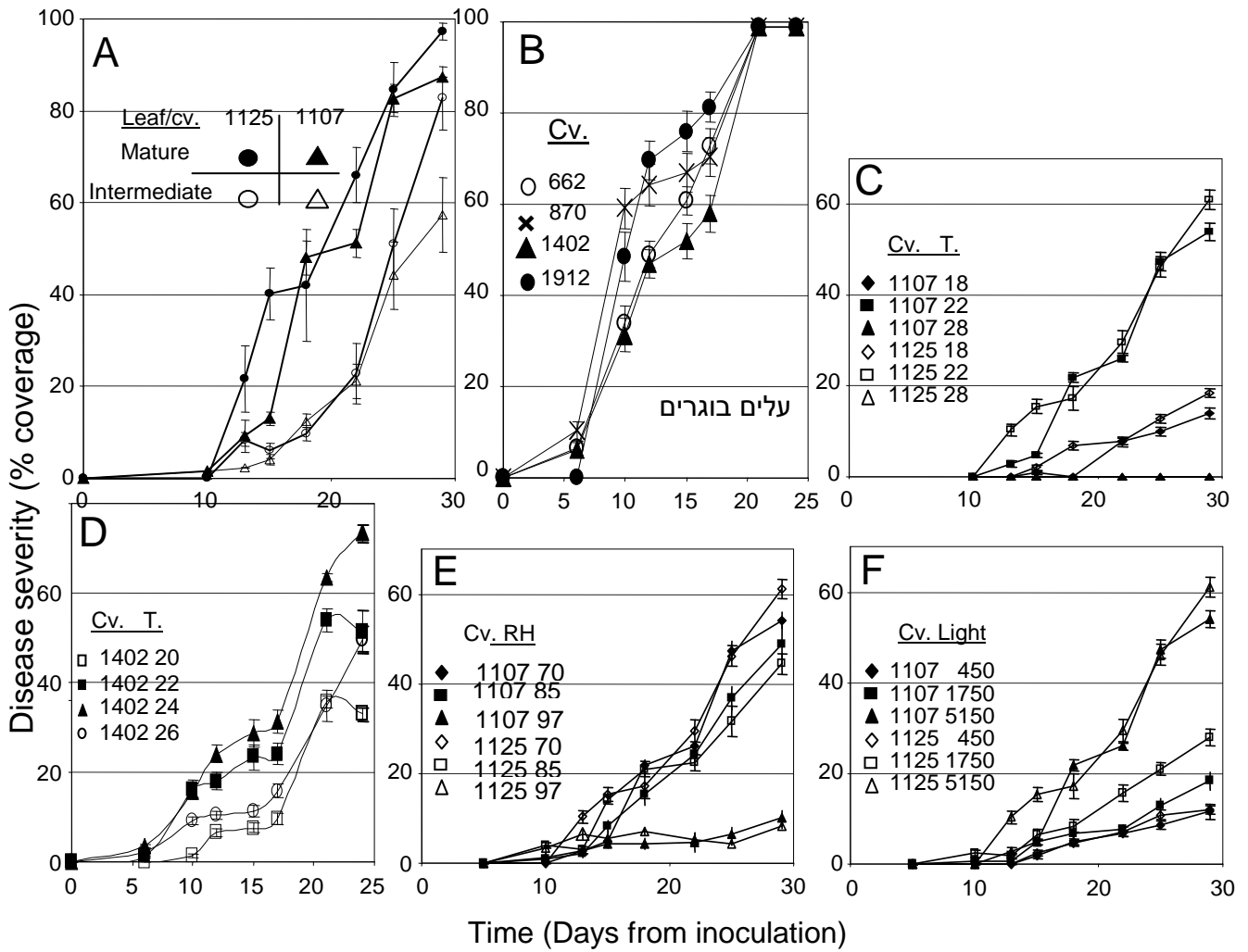
¹ צמחים הודגרו בתנאי 70-75% לחות יחסית עוצמת אור 5150 לוקס.

² ממוצע ± שגיאת התקן (SE).

³ טיפולים בשורה המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית (P=0.0214).



ציור 6 הישרדות מדבק בסתיו, חורף וקיץ, נביטת נבגים במהלך כ 150 יום הדגרה



ציור 7: חומרת מחלה בצמחי עגבנייה מזנים שונים (Cv) מודבקים בקימחון ומודגרים בתאי צמיחה בתנאי סמפרטורה שונים (D-C), לחות יחסית (E) ועוצמת אור (F).

טבלה 3: השפעת גיל העלה על מחלת קימחון בזני עגבנייה שגדלו בתנאים מבוקרים בתאי צמיחה¹ חומרת מחלה בצמחים שלמים מוצגת כשטח מתחת לעקומה (AUDPC, %×ימים²) במהלך 29 ימי הדגרה כפי שמוצג בציור 7.

זן	גיל עלה	
	בינוני	מבוגר
1125	64.0±28.6 ^{א3}	156.2±70.0 ^{א3}
1107	232.8±26.4 ^ב	642.0±24.7 ^ב

ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בניהם³, ל"מ=לא מובהק

גיל עלה	זן	זן X גיל עלה
מבוגר	1125 ^{א3}	P=0.3817
בינוני	1107 ^ב	P=0.1561
		P=0.0001

טבלה 3 (המשך)

גיל עלה		זן
בינוני	מבוגר	
א 775.5±12.5	בג 1145.5±37.92	662
א 736.5±26.8	אב 1280.6±47.2	870
א 738.3±40.3	ג 1040.6±36.5	1402
א 802.5±17.1	א 1378.1±64.6	1912

ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בניהם³, ל"מ=לא מובהק

זן X גיל	גיל עלה	זן
P=0.0014	P=0.0001	P=0.0037
א	מבוגר	אב 662
ב	בינוני	א 870
		ב 1402
		א 1912

¹ טמפרטורה 1±24 מ"צ, לחות יחסית 70±3% ועוצמת אור 5175 לוקס.

² ממוצע±שגיאת התקן (SE).

³ טיפולים בשורה המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית (P=0.0214).

טבלה 6: השפעת **טמפרטורה** על מחלת קימחון בשני זני עגבניה שגדלו בתנאים מבוקרים בתאי צמיחה¹ חומרת מחלה בצמחים שלמים מוצגת כשטח מתחת לעקומה (AUDPC, %×ימים²) במהלך 29 ימי הדגרה כפי שמוצג בציור 7.

טמפ' 1± מ"צ	זן	זן		
		1107	1125	
242.8±9.4	20	91.9±14.7	132.0±19.1	18
496.5±37.2	22	460.5±19.2	511.0±42.8	22
622.4±22.8	24	0	0	28
512.2±27.5	26			

ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בניהם³, ל"מ=לא מובהק

טמפ'	זן	טמפ' X זן	טמפ'
P<0.0001		P=0.388	P=0.0638
א 20	ל"מ	א 1125	ב 18
ב 22		א 1107	א 22
ג 24			ג 28
ב 26			

¹ לחות יחסית 70±3% ועוצמת אור 5175 לוקס.

² ממוצע±שגיאת התקן (SE).

³ טיפולים בכל עמודה המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית.

טבלה 7: השפעת לחות יחסית על מחלת קימחון בשני זני עגבניה שגדלו בתנאים מבוקרים בתאי צמיחה¹ חומרת מחלה בצמחים שלמים מוצגת כשטח מתחת לעקומה (AUDPC, %×ימים²) במהלך 29 ימי הדגרה כפי שמוצג בציור 7.

טבלה 8: השפעת עוצמת אור על מחלת קימחון בשני זני עגבניה שגדלו בתנאים מבוקרים בתאי צמיחה¹ חומרת מחלה בצמחים שלמים מוצגת כשטח מתחת לעקומה (AUDPC, %×ימים²) במהלך 29 ימי הדגרה כפי שמוצג בציור 7.

זן		עוצמת אור (לוקס)
1107	1125	
98.8±15.4	109.9±20.8	480
146.9±26.5	235.9±29.9	1750
460.5±19.2	511.7±42.8	5150

זן		לחות יחסית ±3%
1107	1125	
460.5±19.2	511.75±42.8	70
296.2±91.1	394.1±28.9	85
91.7±24.0	104.7±21.1	97

ערכי P למובהקות ההבדלים בין טיפולים והאינטראקציה בניהם³, ל"מ=לא מובהק

עוצמת אור×זן	זן	עוצמת אור
P=0.4331	P=0.0338	P=0.0001
א ל"מ	א 1125	א 480
ב	ב 1107	ב 1750
	ג	ג 5150

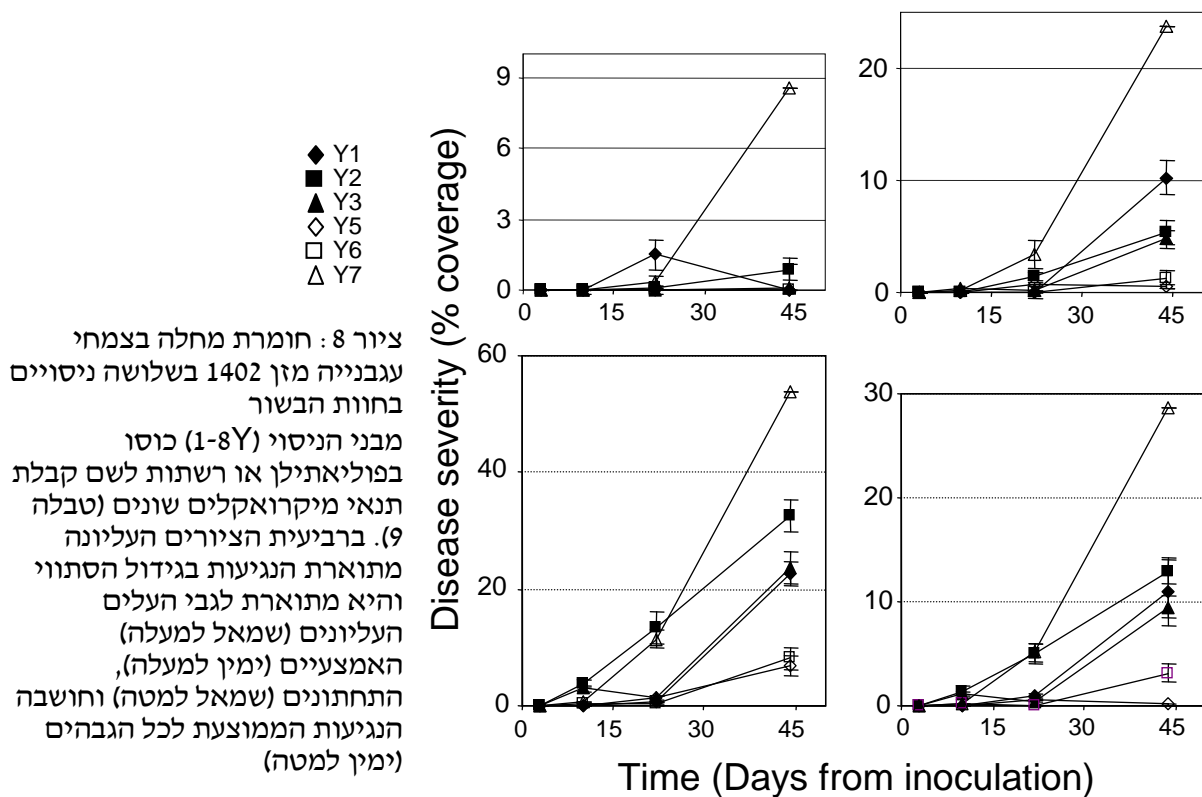
לחות יחסית×זן	זן	לחות יחסית
P=0.07	P=0.3598	P=0.001
א ל"מ	א 1125	א 70
א	א 1107	ב 85
	ג	ג 97

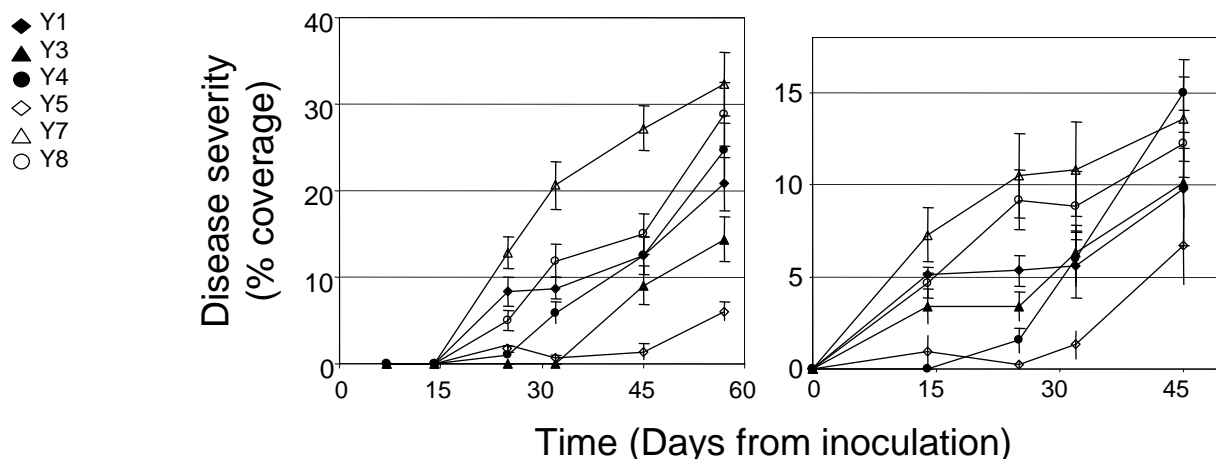
¹ טמפרטורה 1±22 מ"צ ולחות יחסית 70±3%
² ממוצע±שגיאת התקן (SE).
³ טיפולים בכל עמודה המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית.

¹ טמפרטורה 1±22 מ"צ ועוצמת אור 5175 לוקס.
² ממוצע±שגיאת התקן (SE).
³ טיפולים בכל עמודה המלווים על ידי אות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית.

טבלה 9 : מבני הניסויים בעונות סתיו 2005 ואביב 2006 בחוות הבשור ואפיוניהם

אפיוני מיקרו-אקלים טמפרטורה לחות		קרקע	פתחים	מספר כסוי חממה חממה	
בינונית	בינונית	חשופה	רשת 50 מאש	פוליאאתילן	Y1
נמוכה	נמוכה	חשופה	רשת 50 מאש	50 מאש	Y2
בינונית	נמוכה	חשופה	רשת 50 מאש	פוליאאתילן + רשת צל	Y3
גבוהה	בינונית	מחופה בפוליאאתילן שקוף	רשת 50 מאש	פוליאאתילן	Y4
גבוהה	גבוהה	חשופה	רשת 50 מאש + וילון פוליאאתילן לכיסוי 2/3 הפתח	פוליאאתילן	Y5
נמוכה	נמוכה	חשופה	50 מאש "אופטינט"	רשת 50 מאש "אופטינט"	Y6
גבוהה	בינונית	חשופה	רשת 50 מאש (העלאת לחות באמצעות ווילון אחורי רטוב)	פוליאאתילן	Y7
בינונית	בינונית	חשופה	רשת 50 מאש	פוליאאתילן	Y8





ציור 8 (המשך): הנגיעות בגידול הראשון (שמאל) והשני (ימין) באביב

טבלה 10: התפתחות מחלת הקימחון *Oidium neolycopersici* בערכי AUDPC בצמחי עגבנייה מין 1402 בששת המבנים במשך 44 ימים בשלושה גבהים: תחתון, בינוני ועליון וכלל המחלה.

TABLE 10. Development of powdery mildew epidemics in tomato (cv. 1402) in greenhouses with different microclimates (Autumn 2005)

Greenhouse (No.)	Disease severity (% × days ± SE) ^a			Overall disease
	Leaf location (nodes)			
	Low (3-4)	Intermediate (7-9)	High (12-14)	
Y1	75.2±693.4	40.5±274.2	6.8±2.0	110.2±1142.3
Y2	124.8±1810.4	34.9±220.6	9.8±20.6	49.5±752.4
Y3	91.4±902.1	26.7±161.2	1.5±2.8	33.3±358.4
Y5	55.3±260.3	7.9±27.1	0.0±0.0	3.8±20.6
Y6	13.2±277.1	3.9±29.9	0.0±0.0	5.8±105.9
Y7	171.8±2327.1	124.7±847.9	55.8±222.6	78.9±1191.1

^aAUDPC values (Fig. 1) were calculated for leaves at three plant heights and for the total plant.

טבלה 11: השוואת התפתחות מחלת הקימחון *Oidium neolycopersici* בערכי AUDPC בצמחי עגבנייה מין 870 בשני מועדי שתילה שונים בששת המבנים במשך 44 ימים בגובה בינוני. מבנים Y2 ו-Y6 לא נכללים בסיכום בגלל הופעת כימשון חמור.

TABLE 11. Development of powdery mildew epidemics on tomato (cv. 870) during Spring 2006 in greenhouses with different microclimates

Greenhouse (No.)	AUDPC ^y , total disease severity (%×days ±SE)	
	Crop 1 ^z (57 days after planting)	Crop 2 ^z (45 days after planting)
Y1	2512.7±355.0	744.0±204.1
Y3	1187.0±160.8	819.0±190.3
Y4	2410.3±380.5	984.0±216.3
Y5	391.5±99.1	318.0±92.5
Y7	5348.8±448.0	1754.3±276.0
Y8	3230.8±344.8	1281.5±207.9

^yAUDPC values were calculated for the total plant.

^zCrop 1 was planted on February 19, 2005 and Crop 2 was planted on March 3, 2006.

טבלה 12: טווחי לחות יחסית שנמצאו במתאם מובהק למחלת קימחון העגבנייה בניסויים במבנים בתקופות (שבועות) לפני מועד הערכות המחלה.

TABLE 12. Correlations of temperatures during the 4-week period before evaluation of the tomato powdery mildew with disease severity in greenhouse experiments

Week before disease evaluation	Temperature range (°C)									
	5-10	10-15	15-20	10-20	20-25	15-25	20-30	25-30	30-35	35-40
1	/	/	0.8827 + ^y ** ^z	/	/	0.9583 +	/	0.9519 +	/	0.7675 -
2	0.9679 - *	0.9815 - *	/	0.8085 +	/	0.9465 +	/	/	0.9319 +	/
3	0.9622 - *	/	0.9614 +	0.7526 -	0.9759 +	0.9918 +	0.9672 +	0.9425 +	/	0.857 -
4	0.9502 - *	/	0.9523 +	/	0.9566 +	0.955 +	/	/	0.7923 +	0.9129 -

^y (+) = positive correlation, (-) = negative correlation, and / = no significant correlation as obtained using a series of *t* tests.

^z Positive correlation: the higher the microclimate parameter, the more severe the disease.

* = $P \leq 0.05$, ** = $P \leq 0.01$, *** = $P \leq 0.001$.

טבלה 13 : טווחי טמפרטורה שנמצאו במתאם מובהק למחלת קימחון העגבנייה בניסויים במבנים בתקופות (שבועות) לפני מועד הערכת המחלה.

TABLE 13. Correlations of relative humidity levels during the 4 weeks before evaluation of the tomato powdery mildew with disease severity in greenhouse experiments

Week before disease evaluation	Relative humidity range (%)								
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
1	/	/	0.9284 - ^y * ^z	/	0.9392 +	0.9984 +	/	0.9711 +	/
2	0.8612 - **	/	0.9511 -	/	/	0.9411 +	/	/	0.9713 -
3	0.8093 *	/	/	/	0.9396 *	0.9391 *	0.9193 *	/	0.7564 *
4	0.7520 - *	/	0.9854 -	/	/	0.9476 +	0.9532 +	0.9943 +	0.9517 +

^y (+) = positive correlation, (-) = negative correlation, and / = no significant correlation obtained using a series of *t* tests .

^z Positive correlation: the higher the microclimate parameter, the more severe the disease.

* = $P \leq 0.05$, ** = $P \leq 0.01$, *** = $P \leq 0.001$.

טבלה 14 : התפתחות מחלת הקימחון *Oidium neolycopersici* בצמחי עגבנייה מִזן 1402 לאחר טיפול חד פעמי בתכשירים כימיים ויעילות ההדברה (בערכי AUDPC) בעגבנייה במשך 30 ימים.

א' פרוט התכשירים						
שם מסחרי	שם גנרי	תוארית ¹	ריכוז חמר פעיל (%)	מינון ריסוס (%)	סוג התכשיר	חברה מייצרת
הליוגפרית	Sulphur	ת"מ	70	0.25,1	פרוטקטנטי	Actio Pin
סולפולי	Sulphur	ת"נ		1	פרוטקטנטי	Calliope
דומארק קומבי	+Sulphur Tetraconazole	א"ר	40 1	0.3	סיסטמי + פרוטקטנטי	Isagro
עמיסטר	Azoxystrobin	ת"ר		0.75	סיסטמי	Syngenta AG
EOS	Mineral Oil	ת"ש	99	1	פרוטקטנטי	SK Corporation
נימגארד	Neem Oil	שמן	97	1	פרוטקטנטי	Certis
סרנייד	<i>Bacillus subtilis</i>	ג"ר	10	0.5	פרוטקטנטי	AgraQuest
אופיר	Penconazole	ת"שב	20	0.5	סיסטמי	Syngenta AG
נץ	Cyflufenamid	ת"שב	5	0.2	סיסטמי	Nippon Soda
סיגנום	+ Pyraclostrobin Boscalid	ג"ר	6.7 26.7	0.75	סיסטמי	BASF
נפטון	+Diphenconazol Dinocat	ת"מ	6 31	0.1	סיסטמי + פרוטקטנטי	Syngenta AG

¹ א"ר- אבקה רטיבה, ג"ר- גרגרים רחופים, ת"נ- תרכיז נוזלי, ת"מ- תרכיז מתחלב, ת"ר- תרכיז רחף, ת"ש- תחליב שמן, ת"שב- תחליב שמן במים.

ב' תוצאות

טיפול	AUDPC (ימים × % כיסוי)	יעילות הדברה (%)	חומרת מחלה בתום הניסוי (% כיסוי עלים)	יעילות הדברה (%)
היקש	1149.3	a	72.65	a
הליוגפרית 0.25%	289.4	b	48.30	33.5
הליוגפרית 1%	28.9	d	4.2	94.2
סולפולי	25.0	d	3.5	95.2
דומארק קומבי	33.1	d	5.1	93.0
עמיסטר	10.0	d	2.2	97.0
EOS	47.5	d	6.5	91.0
נימגארד	144.7	c	23.6	67.5
סרנייד	868.2	a	68.3	6.0
אופיר	232.0	bc	43.5	59.9
נץ	145.8	c	24.1	66.8
סיגנום	101.5	c	18.9	74.0
נפטון	20.0	d	3.4	95.3

AUDPC – השטח שמתחת לעקום התפתחות המחלה במשך 30 ימים. בכל טור, אותיות שונות מציינות טיפולים השונים זה מזה באופן מובהק ($P \leq 0.05$), פי מבחן Fisher's protected LSD test.

טבלה 15: התפתחות מחלת הקימחון *Oidium neolycopersici* בצמחי עגבנייה מזן 1912 לאחר טיפול שבועי בתמציות צמחים ויעילות ההדברה (בערכי AUDPC) בעגבנייה במשך 70 ימים (איור 9 בדוח קודם).

א' תכשירים

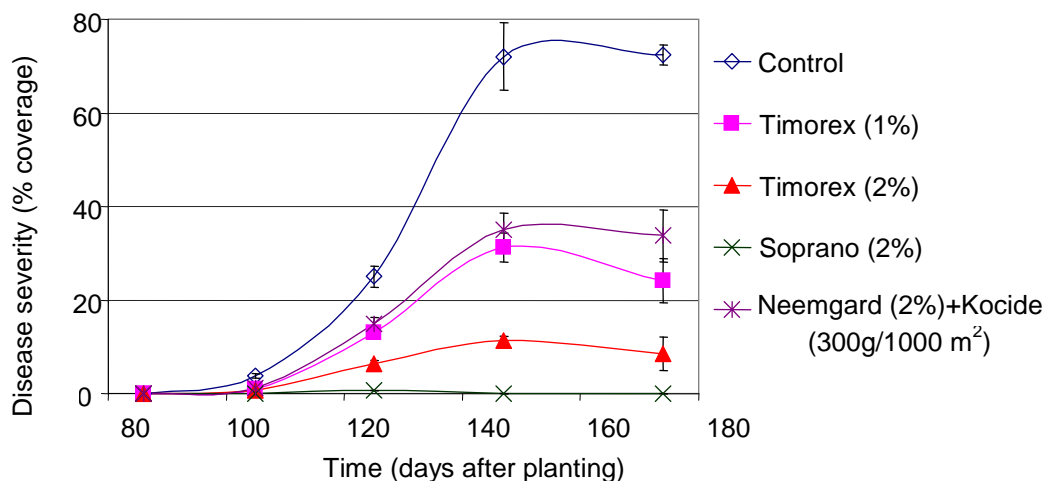
שם מסחרי	חומר פעיל	תוארית ¹	ריכוז חומר פעיל (%)	מינון ריסוס (%)	סוג התכשיר	חברה מייצרת
טמורקס	Tea tree Oil	ת"מ	66	1,2	פרוטקטנטי	Biomor
טמורקס גולד	Tea tree Oil	ת"מ	23.8	0.35, 0.5	פרוטקטנטי	Biomor
סופרנו	Tea tree Oil+ Sophora Japonica	ת"מ	(לא נמסר ע"י החברה)	2	פרוטקטנטי	Biomor
נימגארד+ קוצייד	+Neem Oil	שמן	97	1	פרוטקטנטי	Certis
	Copper hydroxide ²	ג"ר	53.8	0.5		Griffin

¹ג"ר- גרגרים רחופים, ת"מ- תרכיז מתחלב, ² ניתן לצורך טיפול כנגד כימסון.

ב' תוצאות ניסוי שדה בחוות הבשור

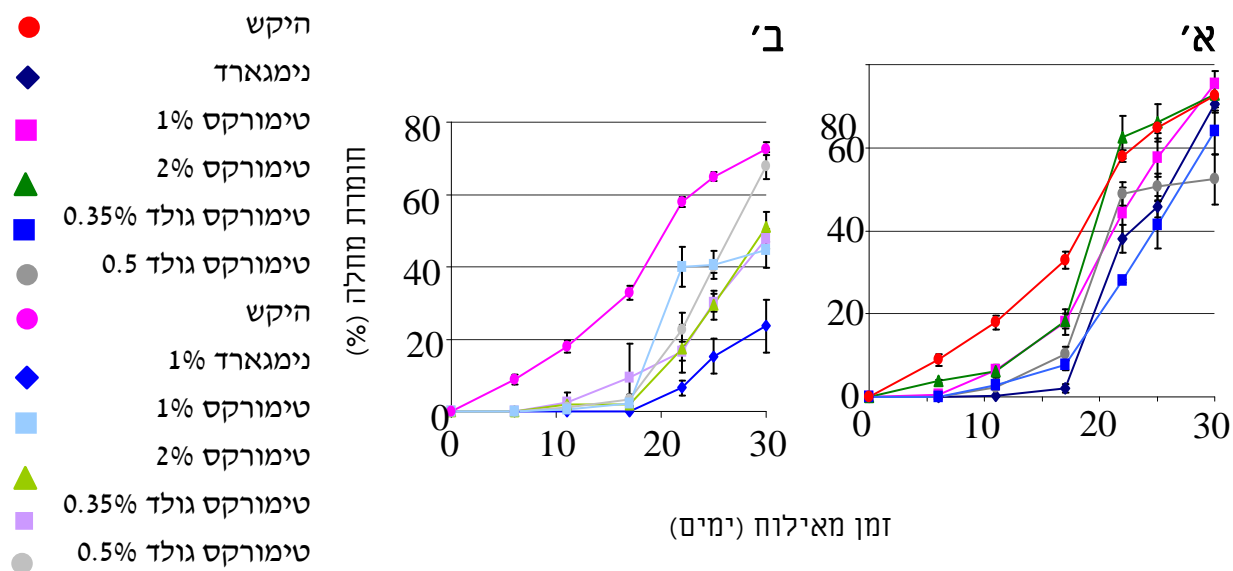
טיפול	חומרת מחלה (AUDPC)	יעילות הדברה (%)
היקש	a 2482.3	
טימורקס 1%	b 836.4	66.3
טימורקס 2%	ab 1082.3	56.4
סופרנו	c 318.0	87.1
נימגארד+ קוצייד	d 4.3	99.8

AUDPC – השטח שמתחת לעקום התפתחות המחלה במשך 70 ימים. בכל טור, אותיות שונות מציינות טיפולים השונים זה מזה באופן מובהק ($P \leq 0.05$), פי מבחן Fisher's protected LSD test.



ציור 9: השפעת מיצוי צמחים על קימחון העגבנייה בחממה בתנאים מסחריים. המוצרים תוצרת חברת בימור היו טימורקס (66% תמצית מעץ התה) וסופרנו (מיצוי עץ התה וצמח הסופורה). כמו כן נוסה נימגארד עם נחושת.

ג' תוצאות ניסוי חממה במרכז וולקני



ציור 10: השפעת תמציות צמחים ביישום חד פעמי (א') ושבועי (ב') על התפתחות מחלת קימחון העגבנייה על גבי צמחי עגבנייה מזן 1402 לאחר 30 ימים מאילוח. הקווים האנכיים מייצגים את שגיאת התקן.

טבלה 16: התפתחות מחלת הקימחון *Oidium neolycopersici* בצמחי עגבנייה מזן 1402 לאחר טיפול חד פעמי ושבועי בתמציות צמחים ויעילות ההדברה (בערכי AUDPC) בעגבנייה במשך 30 ימים.

יעילות הדברה (%)	חומרת מחלה בתום הניסוי (% כיסוי עלים)	יעילות הדברה (%)	חומרת מחלה (AUDPC)	טיפול		
a	72.6	a	1000.1	היקש		
38.5	abcd	44.6	55	def	449.4	טמורקס גולד 0.5% שבועי
11.8	e	64.0	50	cd	499.2	טמורקס גולד 0.5% חד פעמי
6.3	abc	68.0	55	de	446.7	טמורקס גולד 0.35% שבועי
27.8	bcde	52.4	40	def	604.2	טמורקס גולד 0.35% חד פעמי
34.2	de	47.8	62	ef	377.7	טימורקס 1% שבועי
-3.8	a	75.4	27	bc	733.5	טימורקס 1% חד פעמי
29.7	cde	51.0	66	f	338.3	טימורקס 2% שבועי
-1.3	a	72.7	15	b	845.6	טימורקס 2% חד פעמי
67.5	f	23.6	83	g	167.0	נימגארד 1% שבועי
2.7	ab	70.6	46	de	524.2	נימגארד 1% חד פעמי

AUDPC – השטח שמתחת לעקום התפתחות המחלה במשך 30 ימים. בכל טור, אותיות שונות מציינות טיפולים השונים זה מזה באופן מובהק ($P \leq 0.05$), פי מבחן Fisher's protected LSD test.

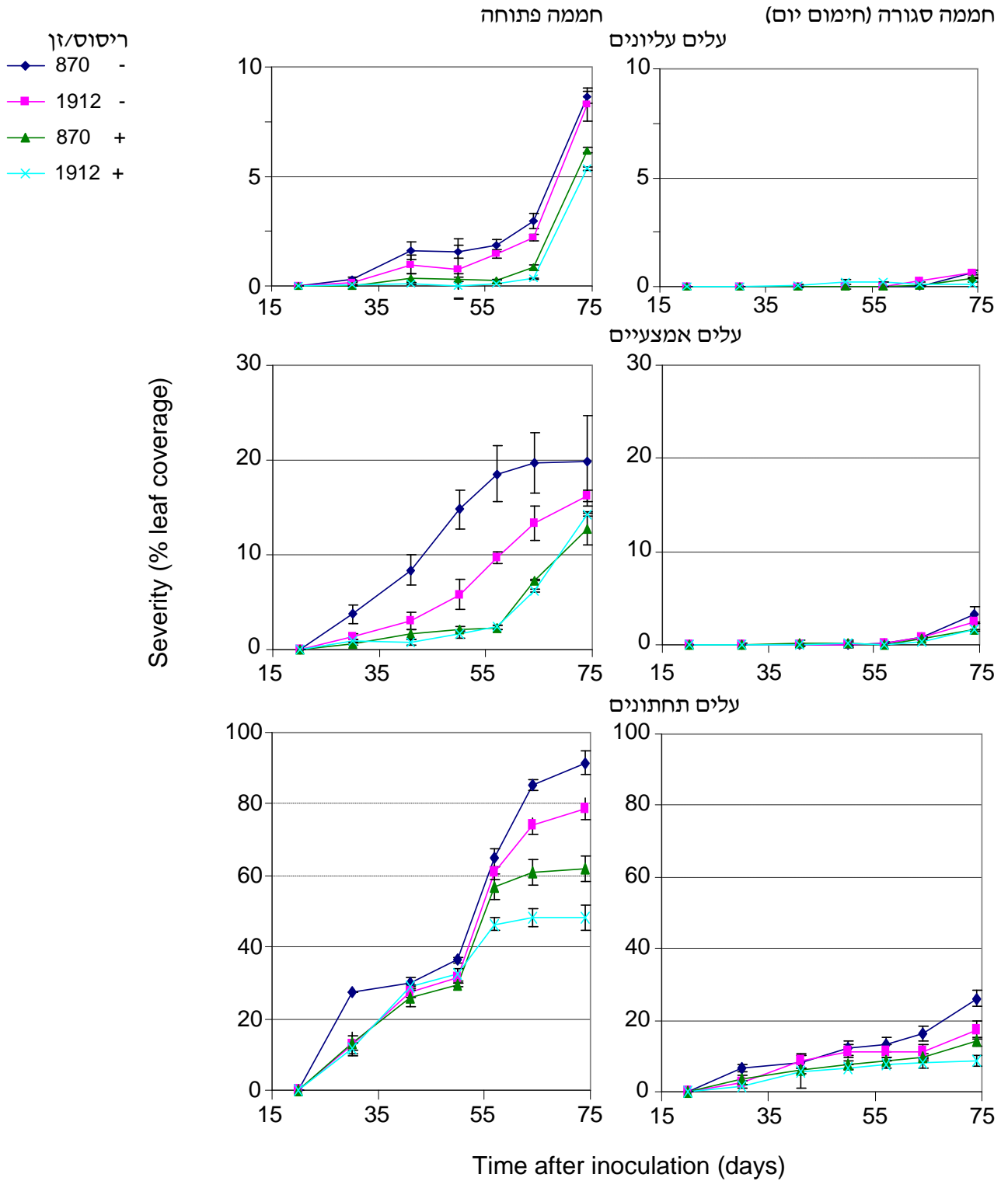
טבלה 17: השפעת טיפול במיקרואורגניזמים ובתמציות צמחים בשתי טמפרטורות על חומרת מחלת קימחון בעגבנייה ויעילות ההדברה (בערכי AUDPC) בעגבנייה במשך 27 ימים.

26±1		24±1		טיפול
יעילות הדברה (%)	חומרת מחלה (AUDPC)	יעילות הדברה (%)	חומרת מחלה (AUDPC)	
	a	512.2	a	היקש
84.5	cd	110.4	ef	נימגארד 1%
70.6	h	150.3	gh	נימגארד 0.5%
42.8	h	293.0	fg	טימורקס גולד 0.5
36.1	h	327.0	ef	טימורקס גולד 0.25%
51.2	bcd	346.9	de	*16 ריסוס אחד
60.0	ef	205.4	def	*16 שני ריסוסים
39.4	gh	310.4	abc	*69 ריסוס אחד
17.0	fg	425.3	ab	*69 שני ריסוסים
73.4	def	136.3	gh	*16+נימגארד 0.5%
30.5	h	356.1	efg	*16+ טימורקס גולד 0.25%

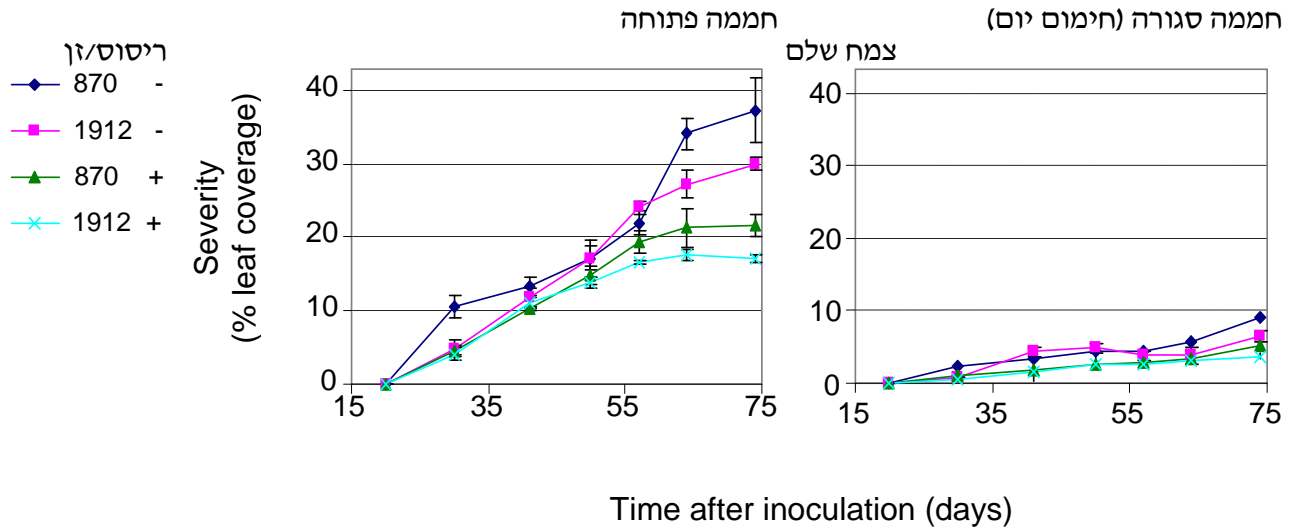
AUDPC – השטח שמתחת לעקום התפתחות המחלה במשך 27 ימים. בכל טור, אותיות שונות מציינות טיפולים השונים זה מזה באופן מובהק ($P \leq 0.05$), על פי מבחן Fisher's protected LSD test. * מיקרואורגניזם ניסויי

טבלה 18: ניתוח שונות דו גורמי של התכשירים המבוססים על תמציות צמחים והטמפרטורה על חומרת מחלת קימחון העגבנייה.

טמפרטורה × מיקרואורגניזמים		טמפרטורה × תמציות צמחים		תוצאות
$P=0.0001$		$P=0.0001$		
def	16 ריסוס 1 24 מ"צ	c	נימגארד 1% 24 מ"צ	תמציות צמחים
fg	16 ריסוס 1 26 מ"צ	f	נימגארד 1% 26 מ"צ	$P=0.0001$
ef	16 ריסוסים 24 מ"צ	de	נימגארד 0.5% 24 מ"צ	טמפרטורה
g	16 ריסוסים 26 מ"צ	ef	נימגארד 0.5% 24 מ"צ	$P=0.0001$
abc	69 ריסוס 1 24 מ"צ	cd	טימורקס גולד 0.5% 24 מ"צ	מיקרואורגניזמים
fg	69 ריסוס 1 26 מ"צ	ef	טימורקס גולד 0.5% 26 מ"צ	$P=0.0001$
ab	69 ריסוסים 24 מ"צ	c	טימורקס גולד 0.25% 24 מ"צ	
ef	69 ריסוסים 26 מ"צ	c	טימורקס גולד 0.25% 24 מ"צ	
a	היקש 24 מ"צ	a	היקש 24 מ"צ	
cde	היקש 26 מ"צ	b	היקש 26 מ"צ	



ציור 11: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת לכל אחד משלושת גבהי העלים, ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, סתיו 2007.

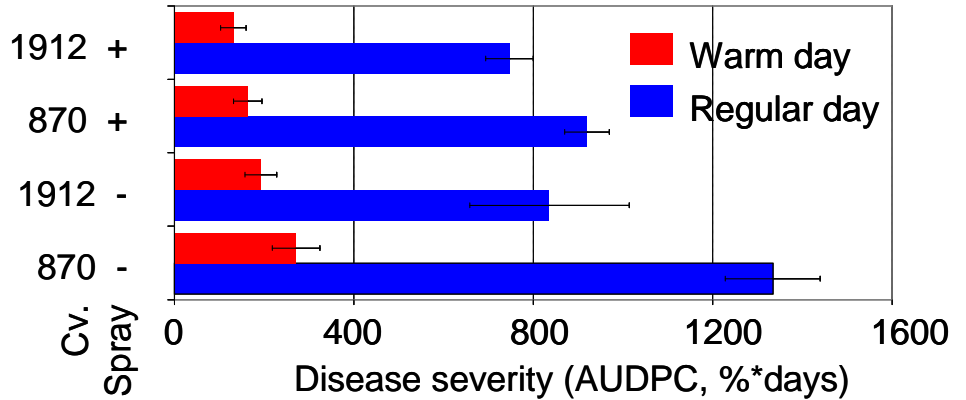


ציור 12: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת לכלל הצמח (ממוצע שלוש קומות, ציור 11), ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, סתיו 2007.

טבלה 19: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת כשטח מתחת לעקומה לשלושה גבהי עלים (ציור 10) ולכלל הצמח (ממוצע שלוש קומות, ציור 11), ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, סתיו 2007.

חממה פתוחה ביום				מיקום עלים תחתון	ריסוס	זן
כל הצמח	עליון	אמצעי	מיקום עלים			
1333.4±106.0	154.5±27.1	764.8±191.9	3081.0±473.2	-	870	
919.6±49.2	122.2±68.9	231.0±36.8	2259.9±350.6	+	870	
836.2±176.8	124.9±25.0	445.3±86.8	2565.5±424.1	-	1912	
747.5±53.1	76.4±14.5	223.5±42.9	1942.6±368.0	+	1912	

חממה סגורה ביום					
271.1±53.2	5.6±1.4	38.6±9.7	768.9±173.5	-	870
164.3±32.1	3.9±1.0	23.1±6.9	465.8±88.6	+	870
192.8±35.5	7.9±1.9	31.0±5.5	539.6±119.4	-	1912
131.7±28.3	4.8±1.5	20.7±6.8	369.6±77.7	+	1912



ציור 13: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה בניסוי סתיו 2007. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים חומרת מחלה מחושבת כשטח מתחת לעקומה לכלל הצמח (טבלה 19)

טבלה 20: השפעת טיפולי האקלים על גידול צמחי העגבנייה כפי שנמדד ב 18.12.08 ניסוי סתיו 2007

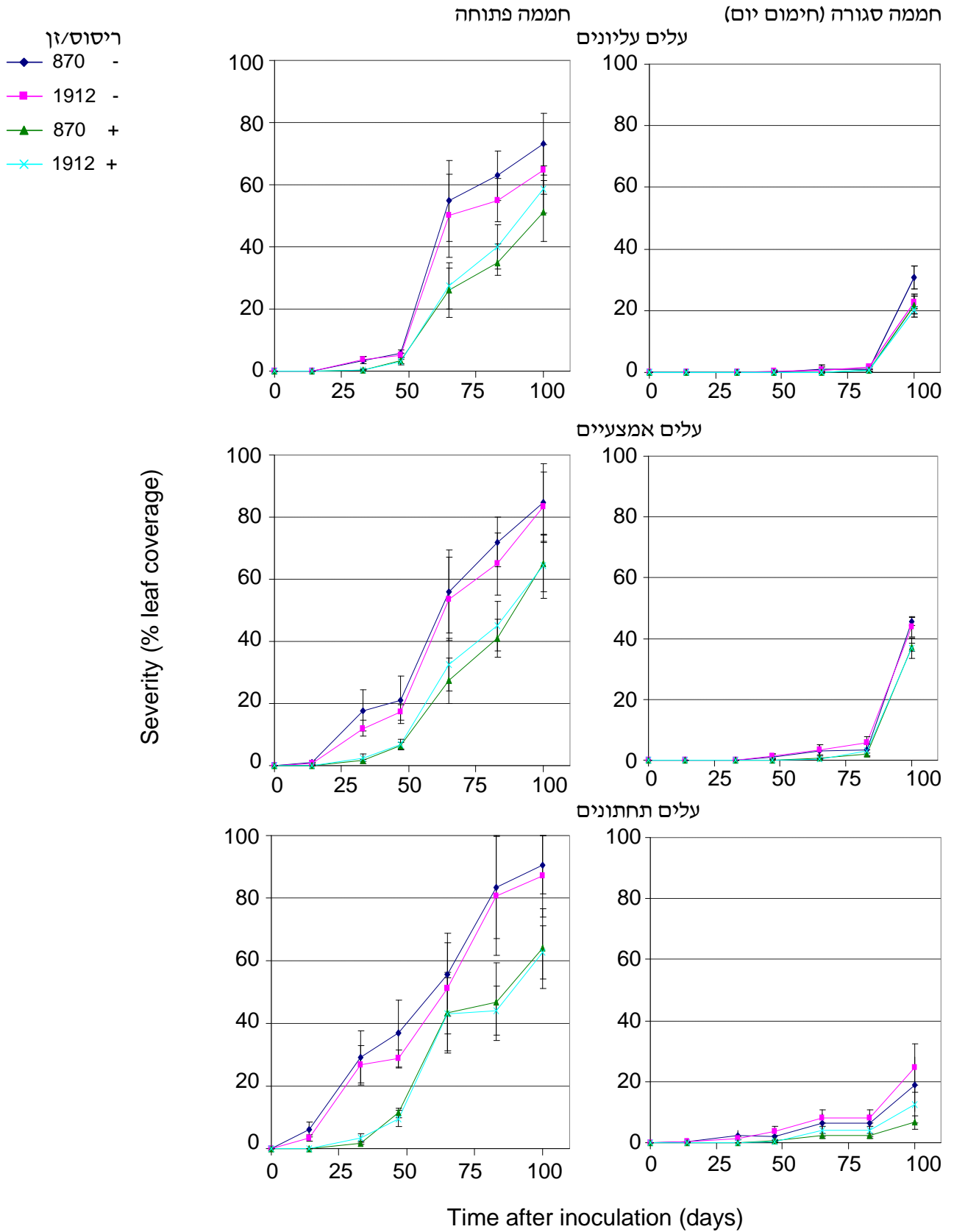
זן	תפרחות ואשכולות (מס' לצמח)		גובה צמחים (מ')	
	חממה פתוחה	חממה סגורה	חממה פתוחה	חממה סגורה
870	7.80±0.44	9.33±0.27	2.95±0.09	3.50±0
1912	8.60±0.34	9.00±0.15	2.85±0.08	3.50±0

טבלה 21: יבול העגבניות בניסוי הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, סתיו 2007.

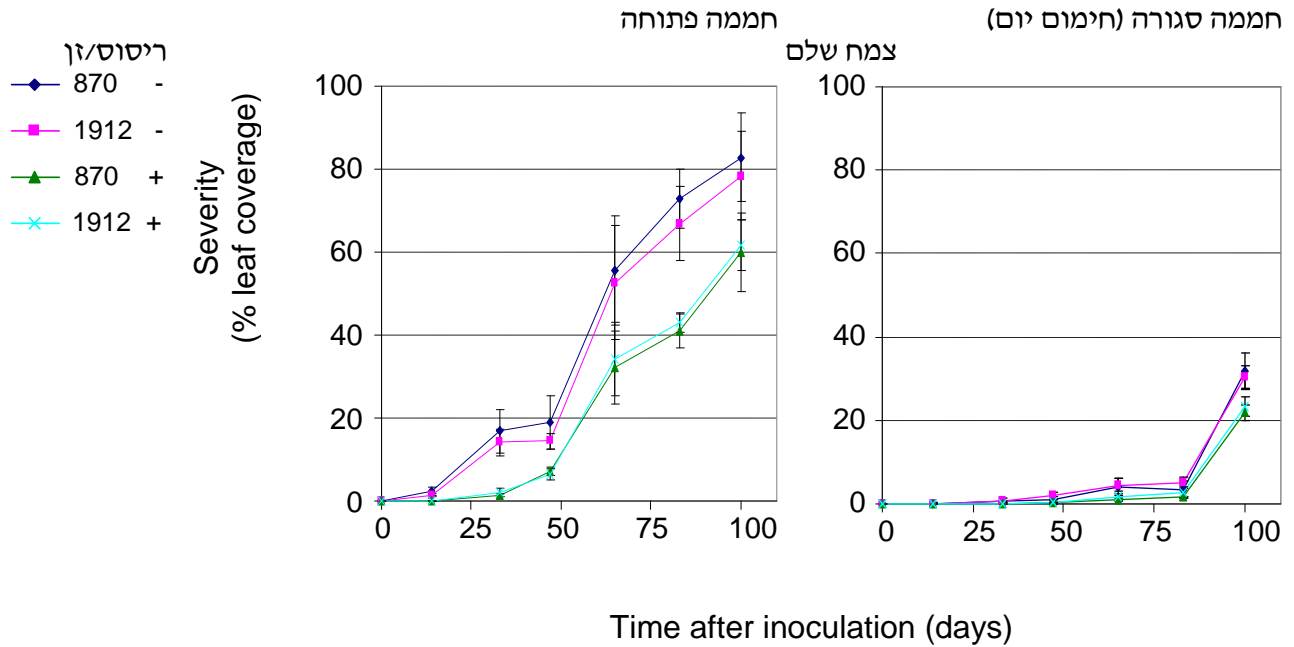
זן	ריסוס	חממה פתוחה ביום		
		כללי (טון/דונם)	משוק (טון/דונם)	משוק גי' (לפרי) בררה (%)
870	-	ל.ג.	ל.ג.	20.0±22.4
870	+	ל.ג.	ל.ג.	38.4±22.0
1912	-	ל.ג.	ל.ג.	65.4±24.2
1912	+	ל.ג.	ל.ג.	31.6±14.5

חממה סגורה ביום					
זן	ריסוס	כללי (טון/דונם)	משוק (טון/דונם)	משוק גי' (לפרי)	בררה (%)
870	-	8.154±0.375	8.111±0.375	164.2±4.5	0.8±0.6
870	+	8.000±0.564	7.896±0.588	161.8±1.6	3.4±2.4
1912	-	8.215±0.603	8.168±0.590	170.6±5.6	0.6±0.4
1912	+	8.029±0.468	7.913±0.415	167.0±3.2	1.8±1.5

ל.ג. = בגלל טעות במהלך העבודה לא ניתן להציג נתונים אלה.



ציור 14: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת לכל אחד משלושת גבהי העלים, ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, אביב 2008.



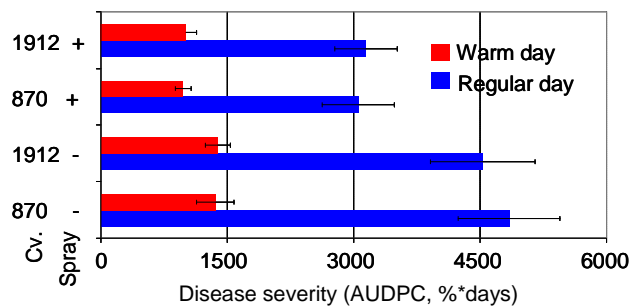
ציר 15: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת לכלל הצמח (ממוצע שלוש קומות, ציור 11), ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, אביב 2008.

טבלה 22: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). חומרת מחלה מחושבת כשטח מתחת לעקומה לשלושה גבהי עלים (ציור 10) ולכלל הצמח (ממוצע שלוש קומות, ציור 11), ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, סתיו 2007.

חממה פתוחה ביום זן	ריסוס	מיקום עלים		
		תחתון	אמצעי	עליון
870	-	5879.2±769.3	4724.1±561.4	3928.6±501.7
870	+	3563.1±617.9	3033.1±359.6	2563.6±386.7
1912	-	5470.7±841.8	4488.3±524.0	3628.2±503.3
1912	+	3460.9±384.7	3193.5±429.0	2780.3±347.5

חממה סגורה ביום				חממה פתוחה ביום זן	ריסוס
870	870	1912	1912		
1357.7±222.3	1362.8±163.2	1869.2±127.8	841.0±387.6	-	870
977.0±90.3	1092.7±161.4	1559.2±58.3	279.0±93.5	+	870
1388.2±144.0	1232.2±90.1	1852.1±133.5	1080.3±308.4	-	1912
1011.2±123.6	1024.5±92.7	1490.3±80.5	518.8±256.3	+	1912

ציר 16: הדברה משולבת של קימחון העגבנייה בניסוי אביב 2008. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים חומרת מחלה מחושבת כשטח מתחת לעקומה לכלל הצמח (טבלה 20)



טבלה 23: יבול העגבניות בניסוי הדברה משולבת של קימחון העגבנייה. בניסוי שולבו שינוי אקלים החממה ביום, רגישות הזן וריסוס בתכשירים (הליוגופרית 1%, טימורקס 0.5%, נימגרד 1% ושמן EOS 1%). ניסוי בתנאים כמו מסחריים בחוות הבשור, אביב 2008.

יוני 2008				מאי 2008				זן	ריסוס
בררה (%)	משווק ג' (לפרי)	משווק (טון/דונם)	כללי (טון/דונם)	בררה (%)	משווק ג' (לפרי)	משווק (טון/דונם)	כללי (טון/דונם)		
חממה פתוחה ביום									
4.8±1.7	185.7±7.0	11.287±0.883	11.565±0.903	0.0±0.0	193.5±2.5	4.351±0.436	4.351±0.436	-	870
1.0±1.1	196.3±2.7	12.829±0.859	12.903±0.840	0.0±0.0	196.5±7.3	4.733±0.607	4.733±0.607	+	870
2.3±1.4	211.0±2.7	10.475±0.848	10.827±0.880	5.0±4.6	176.1±5.9	4.026±0.591	4.257±0.535	-	1912
0.2±0.2	218.3±4.7	12.884±0.759	12.931±0.771	3.3±3.7	170.9±8.0	3.376±0.307	3.605±0.209	+	1912
חממה סגורה ביום									
2.8±0.9	172.5±2.4	10.458±0.993	10.615±1.003	0.0±0.0	170.1±7.8	3.465±0.279	3.465±0.279	-	870
1.7±1.2	167.5±2.5	10.742±0.441	11.044±0.399	1.1±1.2	180.3±11.2	3.693±0.123	3.740±0.098	+	870
0.0±0.0	190.2±2.5	9.197±0.161	9.197±0.161	2.2±2.5	176.1±7.5	3.095±0.288	3.158±0.276	-	1912
0.8±0.8	189.4±2.2	8.901±0.944	8.929±0.931	3.5±3.8	167.1±9.3	2.571±0.356	2.639±0.305	+	1912

המשך טבלה 23

כלי 2008				יולי 2008				זן	ריסוס
בררה (%)	משווק ג' (לפרי)	משווק (טון/דונם)	כללי (טון/דונם)	בררה (%)	משווק ג' (לפרי)	משווק (טון/דונם)	כללי (טון/דונם)		
חממה פתוחה ביום									
12.0±1.6	165.0±3.9	17.452±0.879	18.472±0.799	29.1±5.4	120.7±1.7	1.814±0.174	2.556±0.201	-	870
6.6±1.3	175.0±1.6	21.353±0.775	22.054±0.797	17.6±3.0	135.2±2.2	3.791±0.357	4.418±0.388	+	870
9.1±2.2	173.8±3.0	16.398±0.988	17.465±1.019	20.1±4.3	128.2±1.7	1.897±0.287	2.381±0.347	-	1912
4.9±1.6	178.7±3.5	19.312±0.405	19.917±0.541	12.0±2.6	135.0±4.3	3.052±0.397	3.381±0.408	+	1912
חממה סגורה ביום									
12.9±2.1	157.8±2.2	15.799±1.337	16.314±1.370	35.1±6.1	123.3±3.8	1.875±0.917	2.233±0.863	-	870
13.4±3.1	160.6±4.1	15.280±0.573	15.917±0.512	37.3±9.0	134.2±9.5	0.844±0.147	1.134±0.074	+	870
7.2±2.2	168.0±2.7	13.825±0.429	14.176±0.420	20.0±6.8	134.0±6.6	1.533±0.455	1.822±0.428	-	1912
9.9±1.9	164.1±3.3	12.509±0.542	12.761±0.512	25.3±5.1	126.2±5.0	1.036±0.252	1.193±0.267	+	1912

