השפעת זנים, אקלים וטיפולים בתכשירים על מחלת הקימחונית בפלפל

ניסוי חממת קדילק חוות הבשור עונת 1999-2000

חוקרים שותפים:

יגאל אלעד, יהודה ניצני, דליה רב דוד - המחלקה לפתולוגיה של צמחים , מרכז וולקני, בית דגן.
יואל מסיקה - שה״מ לשכת הדרכה נגב.
אברהם שטיינברג -המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה הפקולטה לחקלאות ,רחובות.
מיכל ברנד - פקולטה לחקלאות ומרכז וולקני
חנה יחזקאל, דוד שמואל, מירי טרגרמן, יפת אהרון - מו״פ דרום.
אלק סלפוי, אהוד דיין, מרסל פוקס - המחלקה לפיזיקה סביבתית, מרכז וולקני

הקדמה:

קימחונית מהווה בעיה קשה בפלפל. המחלה עשויה להופיע כבר במועד הופעת הפרחים הראשונים כלומר החל מ- 50 יום לאחר השתילה או החל מ- 25 ימים לאחר השתילה בקיץ. קימת הקפדה על איכותו של הפלפל הגדל בחממות ובגלל ההשקעה בחימום ובאמצעים יקרים אחרים יש צורך גם בהיקף מתאים של יבול איכותי. קימחונית עשויה להשפיע על כמות היבול ועל איכותו. ההשפעה השלילית של הקימחונית על איכות הפרי הנה ישירה בעקבות הדבקת עלי הצמח ונשירתם וגם בגלל הצורך בשימוש בתכשירי הדברה העשויים להותיר שאריות לא רצויות בתוצרת הנקטפת. גידול זנים המתאימים לייצור פרי איכותי כרוך כיום בהדבקה מסיבית בקימחונית ובמלחמה מתמדת במחלה. בשנים האחרונות חלה החמרה במחלה והיא מקדימה בעונה יחסית למה שהיה ידוע בעבר. כל זני הפלפל נתקפים על ידי קימחונית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica* (Lev.) Arn (צורה אל מינית - *Oidiopsis taurica* (Lev.)). על פני עלי הפלפל נראים כתמים כלורוטים צהבהבים אשר נושאים פטרייה (תפטיר, נושאי נבגים ונבגים) בצבע לבן על צדו התחתון של העלה. מושבה מזדקנת של הפטרייה מאפירה. כתמים כלורוטים הופכים להיות חומים בחלקם. בעלי פלפל נצפה גם תפטיר לבן על גבי חלקו העליון. במקרה של התקפה מתקדמת יתכסה כל העלה בקימחון לבן ובמקרים חמורים נושרים עלי הפלפל. עלי הפלפל עשויים לנשור אף בהעדר סימפטומים. לפיכך גורמת המחלה נזקים רבים ביותר. בניגוד לקימחונות אחרים המתפתחים על פני העלה, פטריית הלבילולה חודרת עמוק אל בין תאי עלה הפלפל ולכן הדברתה קשה. כיום נהוג לרסס בתכשירים כימיים לעתים תכופות ביותר, לעתים עם הצלחת הדברה מוגבלת.

Reuveni and Rotem (1973) למדו את השפעת הטמפרטורה והלחות על הופעת המחלה בפלפל ובעגבנייה שגדלו בעציצים והודגרו בתאי צמיחה. תנאי הגידול היו טמפרטורות 20-10 או 25-15 מ״צ ביום -ובלילה, בהתאמה והלחות היחסית הייתה בלילה 95% וביום הופחתה לכדי 50% בטיפול ה׳יבש׳ או לכדי 80% בטיפול הלח. בעגבנייה התפתחה קימחונית במידה רבה יותר בתנאי יובש יחסי בעוד בפלפל התפתחה יותר מחלה בטיפול הלח. השפעת הטמפרטורה לא נבדקה בפלפל. למרות ההדבקה הרבה יותר בתנאי לחות גבוהה, נשירת העלים הייתה רבה יותר בתנאי יובש. השהית צמחים מודבקים לזמן ממושך יותר ב - 20 מ״צ הביאה לנשירת עלים רבה יותר כאשר הועברו הצמחים לטמפרטורה גבוהה (30 מ״צ) (Reuveni et al., 1974).

המטרה הכללית של מחקרנו הנה אפיון הפרמטרים המעודדים התפתחות קימחונית בפלפל בחממות והשפעת המחלה על הגידול על מנת לאפיין תנאים מגבילים להתפתחות המחלה ופיתוח המלצות לשילוב תכשירי הדברה עם משטר גידול אשר יפחיתו באופן מרבי את המחלה. בשנות המחקר הקודמות בדקנו גורמים שונים המשפיעים על מחלת הקימחונית בפלפל. נימצא שטמפרטורת הגידול השפיעה באופן משמעותי על חומרת המחלה. טמפרטורה נמוכה יותר הייתה קשורה בחומרת מחלה גבוהה יותר. נימצא הבדל ברגישות זנים לקימחונית ואובחנו תכשירים יעילים להדברת המחלה.

מטרת ניסוי 1999-2000 הייתה לבדוק, לאמת ולשלב תכשירים שונים עם משטר אקלים מתאים וזן בעל רגישות נמוכה לאופטימיזציה שלל הדברת הקימחונית.

שיטות וחומרים:

ניסוי 1: השפעת אקלים, זן וריסוס תכשירים על קימחונית

זני הפלפל מזורקה וטורקל נשתלו ב- 1.9.99 בקרקע קלה – חול. כל אחד מהזנים נשתלו בכל גמלון ובסה"כ ב- 10 גמלונים.

טיפולי אקלים: הצמחים גדלו בשני אזורי אקלים ראשיים. בצד החממה המזרחי (חמישה גמלונים) הופעל החימום החל מ- 10.12.9 כך שיתקבל מינימום 20 מ"צ בלילה. במקביל חוממו חמשת הגמלונים המערביים למינימום 13 מ"צ בלילה. במהלך העונה נמצא שקיים הבדל בין חלקי החממה הצפוני והדרומי בטמפרטורות היום כפי שגם נמצא ותועד בשתי שנות המחקר הקודמות. לכן ניתוח התוצאות התחשב גם באזורי משנה של אקלים אלה. כך נוצרו ארבעה תת אזורי אקלים:

א' מינימום 13 מ"צ - יום טמפ' גבוהה, ב' מינימום 13 מ"צ - יום טמפ' נמוכה,
ג' מינימום 20 מ"צ - יום טמפ' גבוהה, ד' מינימום 20 מ"צ - יום טמפ' נמוכה.

תאריכי ריסוס: אחת לשבוע החל מ- 13.10.99 ועד ל- 2.2.2000; עוצמת נגיעות בקימחונית בעת תחילת הריסוסים - כתמים בודדים על מספר עלים בוגרים (0.01% כסוי); כל הריסוסים בוצעו במפוח גב לנגירה. הטיפולים היו:

1 היקש; 2 הליו-גופרית 1.0%; 3 AQ10 0.03% + ADDQ 0.3%;
4 טריכודקס 0.4% + שמן JMS 0.5%; 5 נימגרד 1.0%;
6 ריסוס לחילופין בתכשירים 'ידידותיים' בהליו-גופרית \ טריכודקס \ נימגרד \ AQ 10;
7 ריסוס לחילופין בתכשירים הכימיים המקובלים סיסטאן 0.1% \ אמיסטאר 0.05% \ פולאר 0.025% \ הליו-גופרית 1.0% \ נימגרד 1% \ דוראדו 0.025%.

לא נתנו טפולים נוספים בחממה נגד מחלות צמחים מאחר ולא הופיעו מחלות נוספות.

תבנית ניסוי: בלוקים באקראי – בכל זן היו 8 חזרות לכל אחד מטיפולי הריסוס - ארבע חזרות בכל אקלים. כל חזרה כללה 18 צמחים בשורה אחת אשר מתוכם הוערכו 10 צמחים מרכזיים.

טיפולים אחרים: כנגד מזיקים נתנו טיפולים להדברת אקרית אדומה מצויה ואקרית העיוותים. התכשיר שיושם – ורטימק בשני יישומים. נגד תריפסים – יישום טרייסר פעם אחת.

הערכת מחלה בוצעה אחת לשלושה שבועות. מדדי הערכה היו מידת כיסוי העלים בסימפטומים של קימחונית (% כסוי) על גבי כל אחד מעשרת צמחי המדגם שבכל חלקה, נשירת עלים בחלקה וחישוב משוקלל של המחלה הכולל כסוי עלים בקימחונית ונשירת עלים לפי הנוסחא שתוארה לראשונה על ידי דני שטיינברג: A/B*100+(1-A/B)*C בה A=מס' העלים הנושרים, B=מס' העלים בצמח ו-C =% כסוי על פני העלים שנותרו על פני הצמח. כדי להשוות בין הטיפולים בזנים ובאקלימים השונים צוירו עקומי התפתחות המחלה וחושבו השטחים שמתחת לעקומות (AUDPC) בכל טיפול כפי שהיו בתקופות שעד לארבעה תאריכים מחודש ינואר והילך. ערכי חישובים אלה נותחו בתכנת JMP של SAS לבדיקת מובהקות ההבדלים ביניהם. נבדקה מובהקות הפרמטרים השונים והאינטראקציה ביניהם.

ניסוי 2: השפעת ריסוס על התפתחות המחלה בחלק העונה השני - נחיצות ריסוסים

בניסוי זה התחלנו לאחר סיום הניסוי הראשון. חלקות הפלפל המטופלות בניסוי הראשון חולקו לשלוש רמות מחלה בכל אחד מאזורי האקלים ובכל קבוצת מחלה חלק מהחלקות רוססו כנגד קימחונית וחלק לא טופלו כלל. בוצעו שלושה ריסוסים בחודשים מרץ עד מאי. מניין החלקות בניסוי מתואר בטבלה. מאחר ולא היה הבדל בין הזנים הוכפל מספר חלקות הניסוי. חלקות ההיקש מתחילת העונה נשמרו לא מטופלות גם במהלך הניסוי השני.

אזור:	מערבי							מזרחי						
חומרת מחלה:	גבוהה		בינונית		נמוכה		היקש	גבוהה		בינונית		נמוכה		היקש
ריסוס:	לא	כן	לא	כן	לא	כן		לא	כן	לא	כן	לא	כן	
מספר חלקות:	5	9	8	6	8	12	8	4	5	8	4	10	18	8

בחודשים מרץ עד יוני הוערכה המחלה ארבע פעמים כפי שתואר בניסוי 1.

תוצאות:

ניסוי 1 : השפעת אקלים, זן וריסוס תכשירים על קימחונית

מחלת הקימחונית מתוארת בציורים 1-4. בהערכת המחלה הראשונה ב- 27.10.99 היה כיסוי הצמחים בקימחונית נמוך ביותר אך בהערכה השנייה הייתה חומרת המחלה בחלקות ההיקש עד כ- 9% כסוי. המחלה על פני העלים עלתה עד כדי 41%-40 כיסוי ב- 29.12 ו- 11.1.2000 ולאחר מכן לא הוחמרה ואף פחתה בסוף פברואר. הפחיתה נצפתה בגלל התפתחות עלים חדשים רבים אשר לא היו נגועים כלל. נשירת עלים החלה באמצע חודש דצמבר 1999 והצטברה לכדי 34 עלים לצמח בחלקות ההיקש הנגועות ביותר. כלל המחלה הגיע לכדי חומרה של 50% בחלקות ההיקש הנגועות (ציורים 4-2).

בתאריך 29.12.99, כאשר היה כיסוי העלים בשיאו, נידגמו עלים בגובה מפרקים 12-10 מכל חלקות הניסוי. העלים הוערכו למידת הכיסוי בסימפטומים של קימחונית, ומידת חיות הקימחונית. כמו כן חושב כיסוי העלים בקימחונית פעילה (ציור 1).

השטחים שמתחת לעקומות של מדדי כיסוי העלים, הנשירה של העלים והערך המשוקלל של כלל המחלה מובאים בטבלאות 3-2 ביחד עם ערכי ה P של ניתוח השונות. השפעות גומלין לא התקבלו בשילובים הבאים : טיפול ריסוס X זן, טיפול ריסוס X טמפרטורת מינימום בלילה (פרט לנשירת עלים ב- 13.3.2000), זן X טמפרטורת מינימום בלילה וזן X תת אקלים. לפיכך ניתן לנתח את תוצאות הטיפולים הראשיים.

לגורם הזן לא הייתה השפעה על המחלה פרט למועד הבחינה הראשון בו נמצא שכיסוי העלים בקימחונית היה גבוה יותר בזן מזורקה.

טמפרטורת מינימום בלילה השפיעה באופן מובהק על חומרת הקימחונית (פרט לנשירה במועד הבדיקה האחרון). חומרת המחלה בחלקות מינימום לילה של 13 מ״צ הייתה גבוהה ב- 59%-24 יותר מאשר בחלקות מינימום הטמפרטורה של 20 מ״צ. טמפרטורות היום בחממה השפיעו באופן מובהק על חומרת הקימחונית (פרט לנשירה במועד הבדיקה האחרון). בחלקות טמפרטורות היום הנמוכות יותר (חלקות צפוניות) הייתה הקימחונית חמורה ב- 67%-23 מאשר בחלקות החמות יותר. ככלל בהשוואת ארבעת תת האקלים נראה שהמחלה החמורה ביותר נצפתה בחלקות הקרות ביותר והנמוכה ביותר בחלקות החמות ביותר.

כל טיפולי הריסוס הפחיתו את המחלה באופן מובהק. כפי שניזכר לעיל , גורמי הזן וטמפרטורת המינימום בלילה לא היו באינטראקציה עם גורם טיפול הריסוס. לעומת זאת החלוקה לתת אקלימים הייתה באינטראקציה עם כיסוי העלים בקימחונית בכל המועדים. אינטראקציה זו לא נמצאה במדד נשירת העלים. פרוט כל התוצאות מובא בטבלאות 2-1. המחלה החמורה ביותר נצפתה בחלקות ההיקש הקרות ביותר והנמוכה ביותר בחלקות ההיקש החמות ביותר. כל התכשירים הפחיתו את חומרת המחלה בכל תנאי האקלים אך מידת יעילותם הייתה שונה במידה מסוימת בתנאי האקלים השונים. הליו-גופרית היה הטיפול היעיל ביותר והסטנדרט הכימי דמה לו. טיפול AQ10 היה יעיל באותה מידה בתנאי הטמפרטורה הגבוהה ופחות בטמפרטורה הנמוכה. נימגרד וטריכודקס היו יעילים פחות מהטיפולים הנזכרים לעיל אך הביאו להפחתת מחלה מובהקת בכל תנאי האקלים. הטיפול המשולב של תכשירים ידידותיים (גופרית, טריכודקס, נימגרד ו-AQ10 היה יעיל אך במידה פחותה בתנאי הטמפרטורה הנמוכה יותר.

טבלת נתוני היבול מסכמת את מספר ומשקל הפירות בחלקות הטיפולים השונים באקלים הלילה החם וחלקות ההיקש באקלים הלילה הקר. בטיפול ההיקש שבלילה הקר היה פחות יבול מאשר בלילה החם. באקלים הלילה הקר היה יבול רב יותר בטמפרטורת היום הנמוכה יותר. כל הטיפולים הביאו ליבול רב יותר ליצוא. יבול לשוק מקומי היה נמוך יותר בטיפול AQ10 מאשר בהיקש בעוד שאר הטיפולים נתנו יבול שוק המקומי דומה להיקש. בטיפולים השונים נתקבל יבול ליצוא גבוה יותר בחלקות טמפרטורת היום הנמוכה יותר (הצפוניות) מאשר בחלקות החמות יותר ביום.

ניסוי 2 : השפעת ריסוס על התפתחות המחלה בחלק העונה השני - נחיצות ריסוסים

המחלה בחממת הקדילק דעכה עד אמצע מאי בכל החלקות ובכלל זה גם בחלקות ההיקש שנגיעותן ההתחלית הייתה גבוהה. הקימחונית עלתה מחדש רק בהערכה האחרונה שנערכה ביוני. ברוב המקרים לא הייתה מחלה חמורה יותר בחלקות שרוססו כנגד קימחונית בהשוואה לחלקות שלא רוססו, פרט למועד ההערכה האחרון ביוני (ציור 5).

סיכום:

בדומה לתוצאות ניסויים קודמים נמצא שמחלת הקימחונית הייתה נמוכה ביותר במשטר אקלים של טמפרטורת לילה ויום גבוהות יותר. בניגוד לתוצאות העבר לא נמצא הבדל משמעותי ברגישות הזנים. תכשירים להדברת קימחונית היו יעילים במידה שונה. יעילות חלק מהם הושפעה במידה מסוימת על ידי משטר האקלים. המחלה הופחתה במידה הרבה ביותר על ידי ההליו-גופרית וטיפול הסטנדרט הכימי לחילופין דמה לו. טיפול AQ10 היה יעיל בדומה לטיפולים אלה בתנאי הטמפרטורה הגבוהה ופחות בטמפרטורה הנמוכה. נימגרד וטריכודקס היו יעילים פחות מהטיפולים הנזכרים לעיל אך הביאו להפחתת מחלה מובהקת בכל תנאי האקלים. הטיפול המשולב של תכשירים ידידותיים (גופרית, טריכודקס, נימגרד ו-AQ10) היה יעיל אך במידה פחותה בתנאי הטמפרטורה הנמוכה יותר.

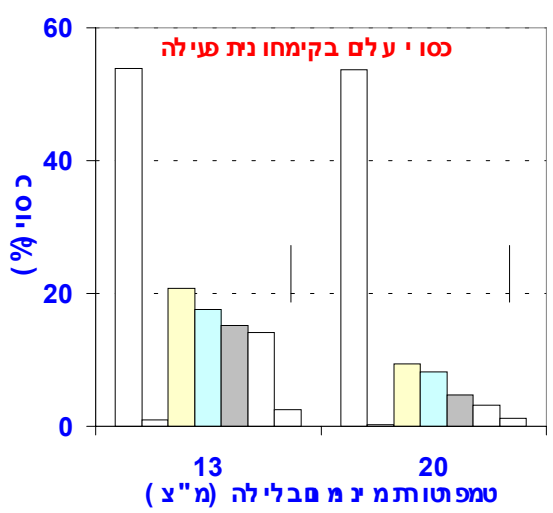
שילוב כל אחד מהטיפולים עם משטר אקלים חם ביום ובלילה הביא לבקרת קימחונית נאותה ביותר ללא יתרון לטיפול הסטנדרט הכימי.

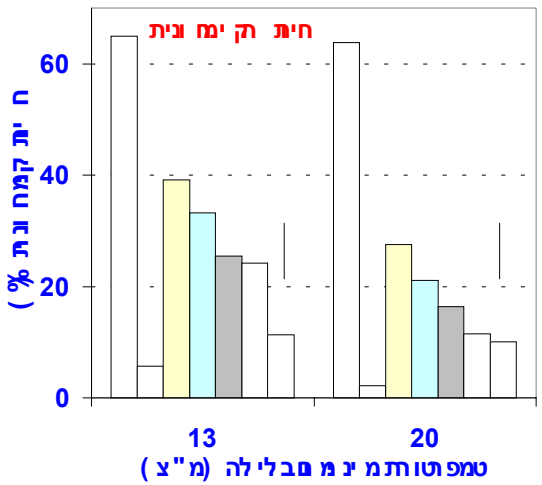
הפסקת הריסוסים בחודש פברואר לא הייתה כרוכה בהחמרת המחלה. המחלה דעכה עד חודש מאי ורק בחודש יוני עלתה מחדש. נראה שאין צורך לרסס כנגד קימחונית בתקופה שבה מתאפיינת המחלה בדעיכה מתמדת - במחצית העונה השני.
הדברת המחלה על ידי הטיפולים השונים הביאה להגברת יבול ליצוא גם באקלים היום החם וגם באקלים היום הפחות חם אך התוספת הייתה רבה יותר ביום הפחות חם.

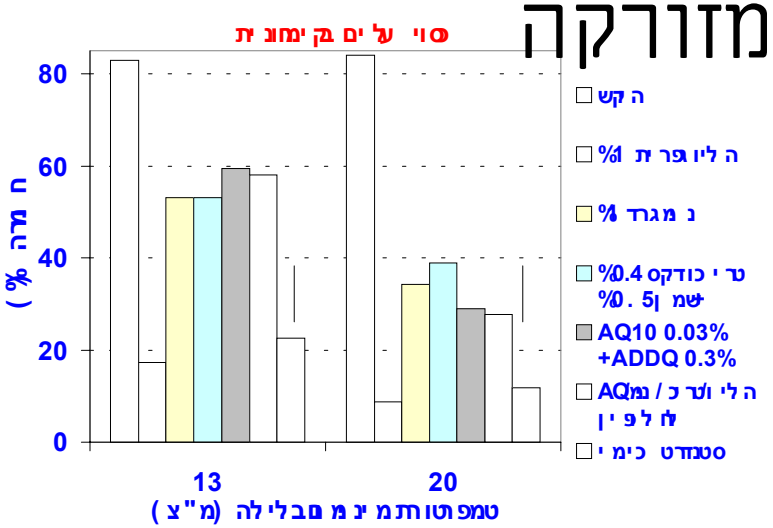
הניסוי נערך בשיתוף עם חיים קפלן – לוכסמבורג, צור אליהו – אגרון, שלומי נחום – מכתשים ורוני בישריצר – פזכים.

ציור 1: דגימת עלים בקומות 10-12 (29.12.99)

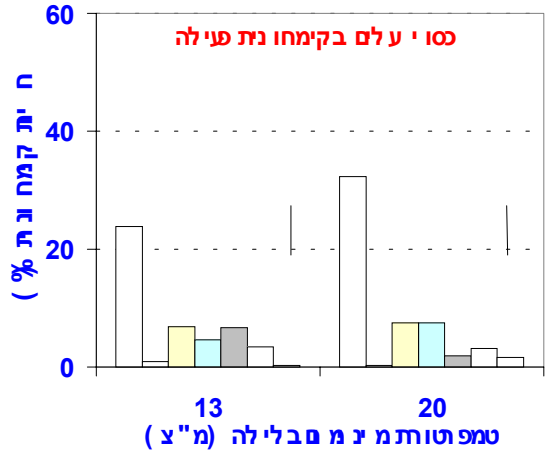
מזורקה

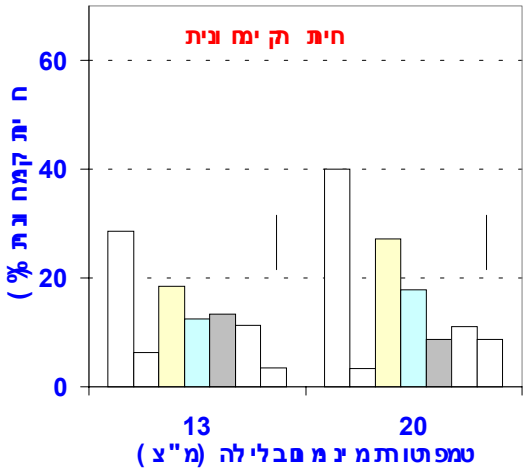


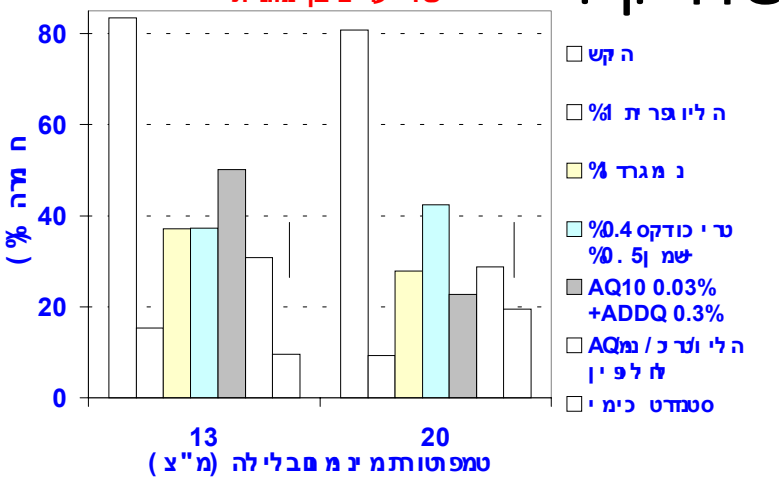




טורקל







מחלת הקימחונית בפילפל

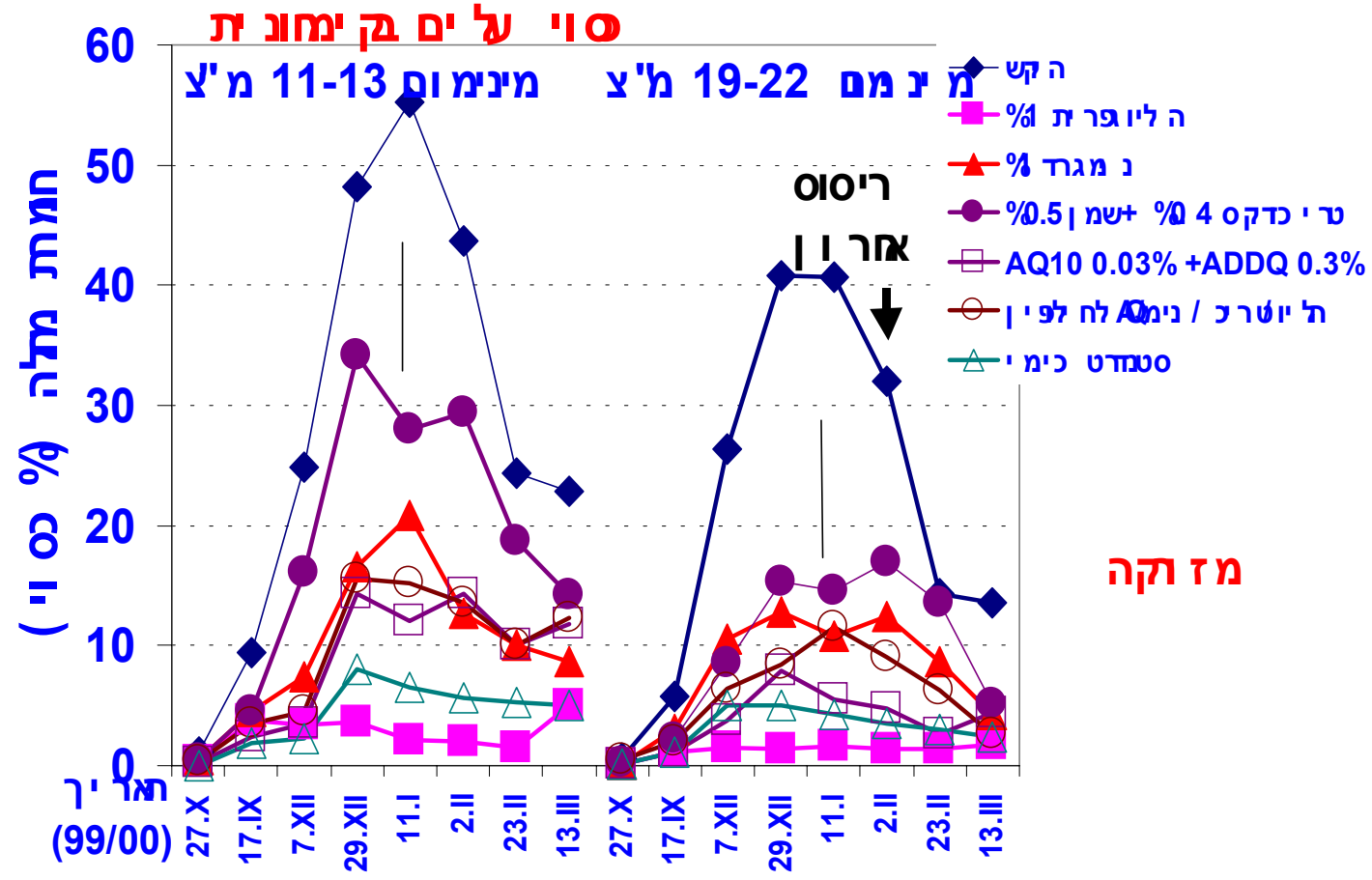
גורמים נבדקים: אקלים, רגישות זן, תכשירי הדברה 'ידידותיים'

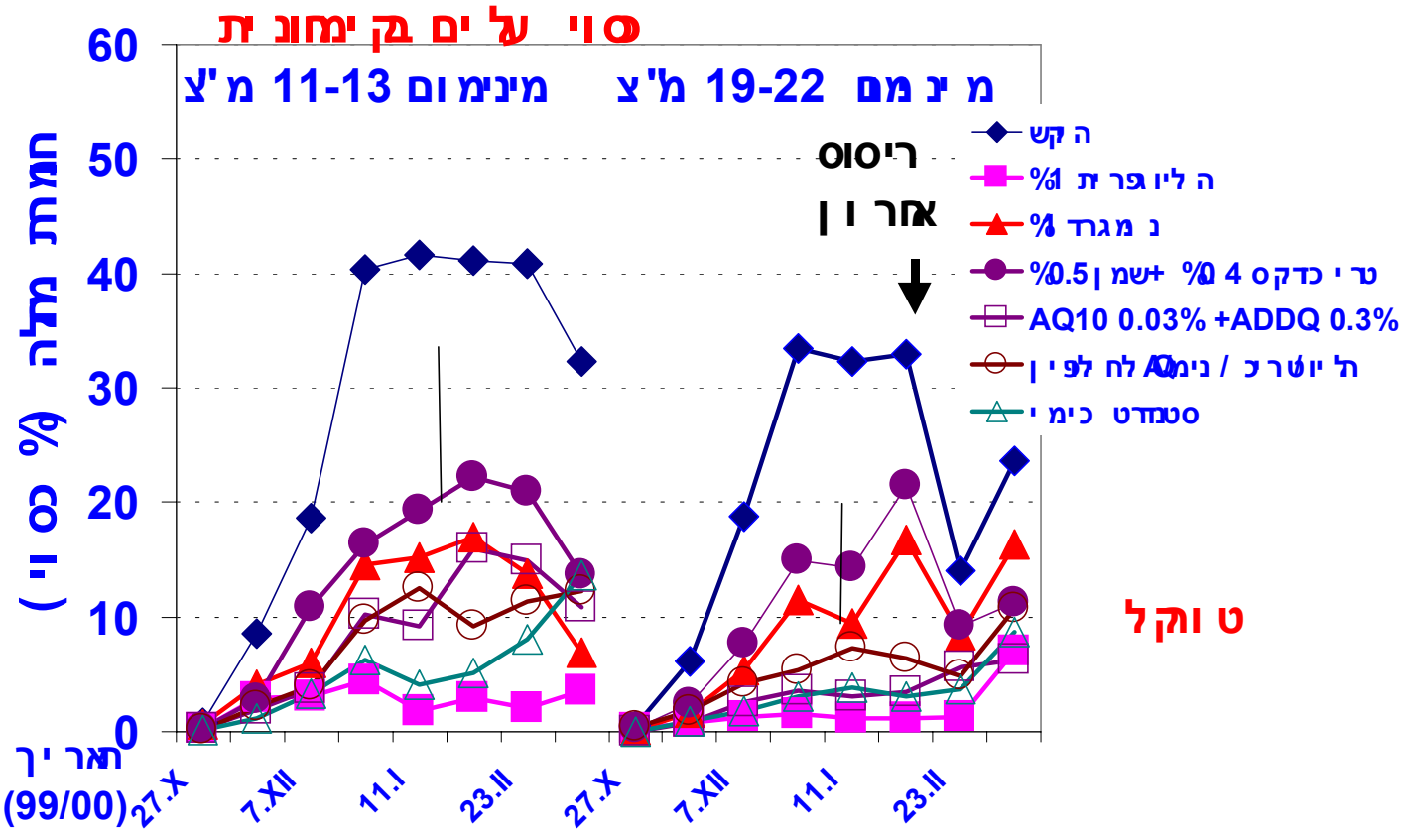
אקלים: החל מתחילת החימום (10.12.99) נקבעה טמפרטורת לילה מינימלית:
מזרח החממה - טמפ' לילה גבוהה (מינימום 2±20 מ"צ)
מערב החממה - טמפ' לילה נמוכה (מינימום 1±13 מ"צ)

זנים: מזורקה, טורקל

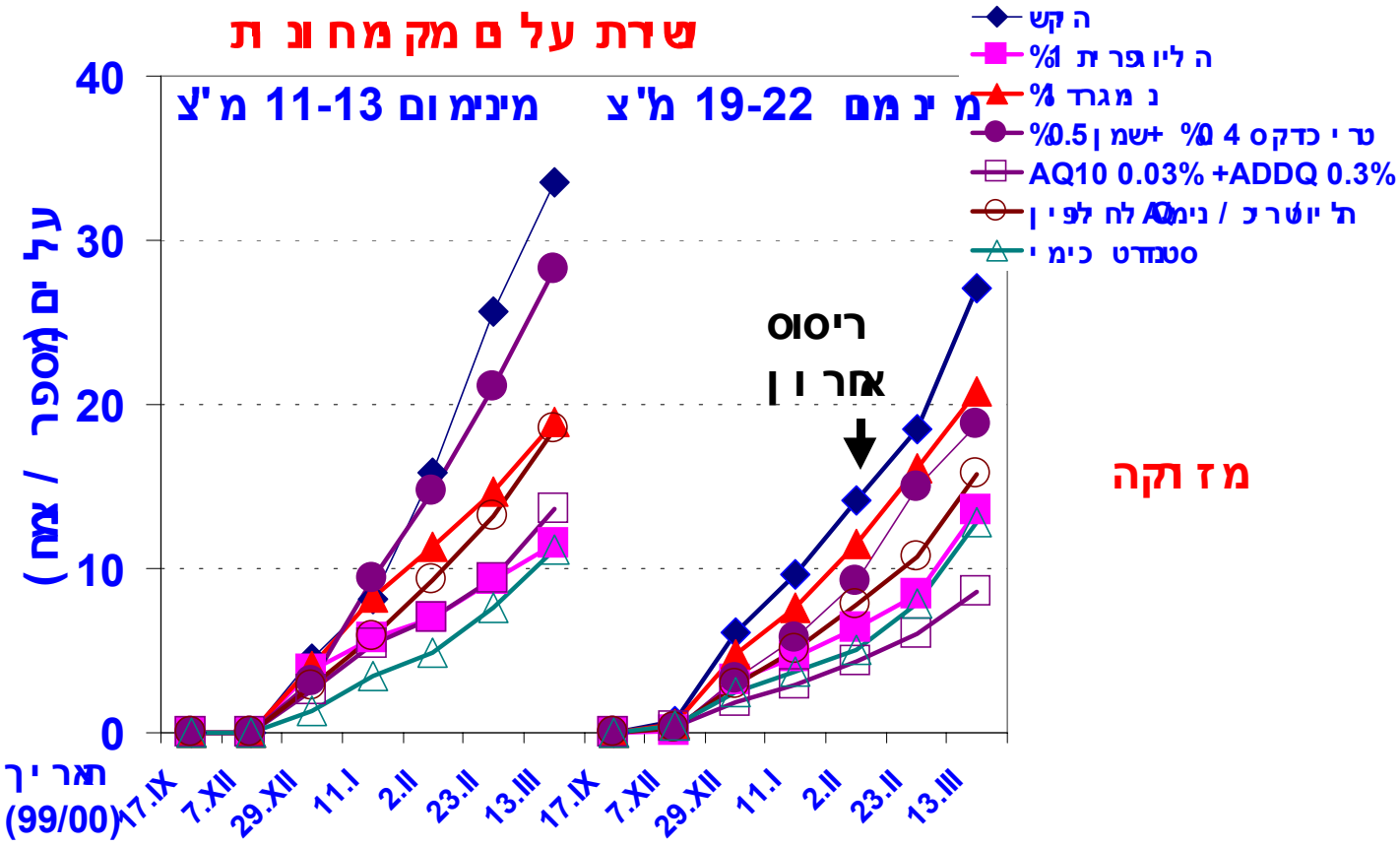
תכשירים (ריכוז ב-%): 1 היקש, 2 הליוגפרית 1.0,
3 נימגרד 1.0, 4 טריכודקס 0.4+ שמן 0.5
5 AQ10-0.03 + ADDQ-0.3
6 הנ"ל לחילופין (הליוגפרית, טריכודקס, נימגרד, AQ10)
7 סטנדרט כימי (סיסטאן 0.1 / אמיסטאר 0.05 / פולאר 0.025/
הליוגפרית 1.0 / נימגרד 1.0 / דוראדו 0.025)

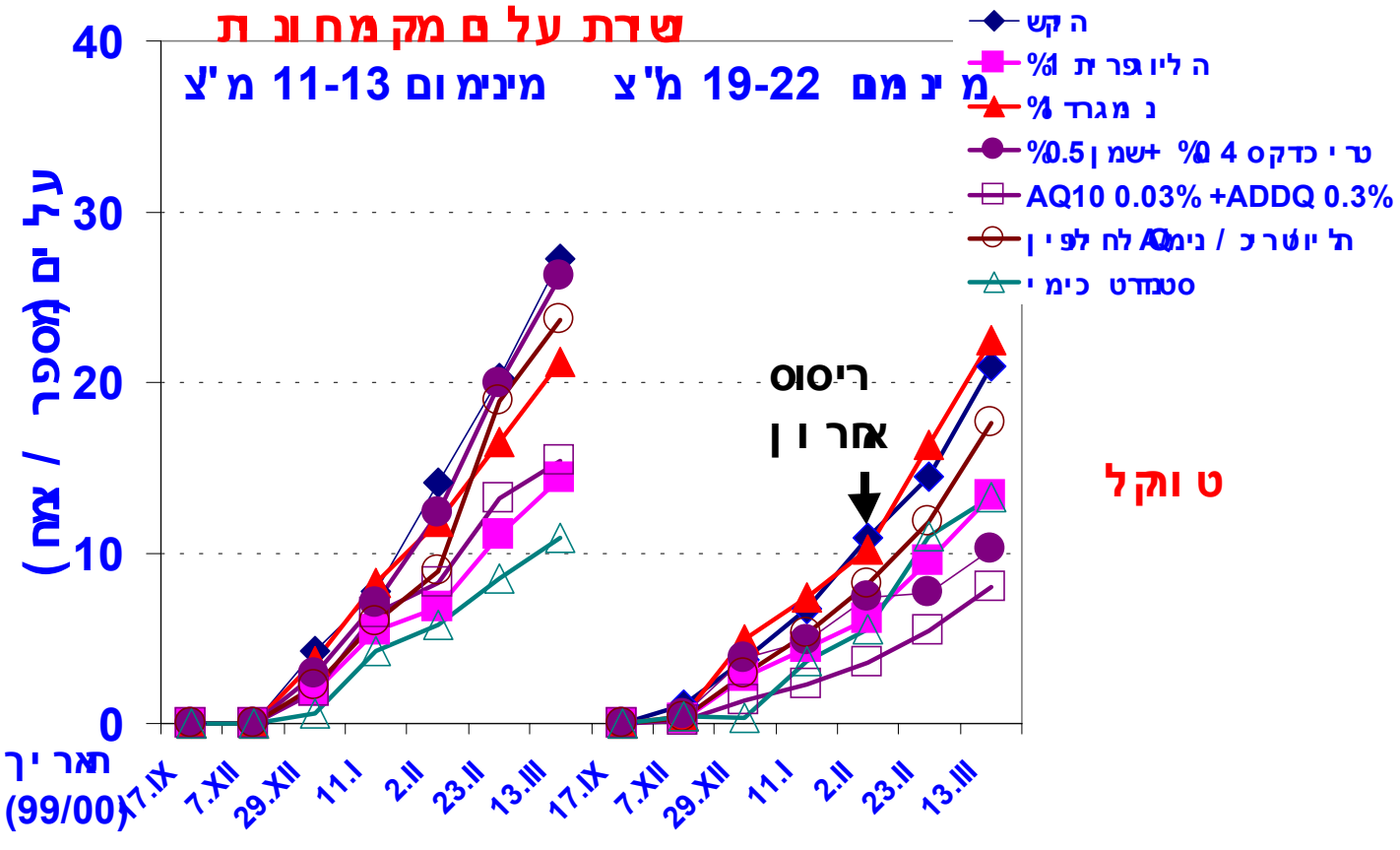
ציור 2: כסוי עלים בקימחונית במהלך העונה



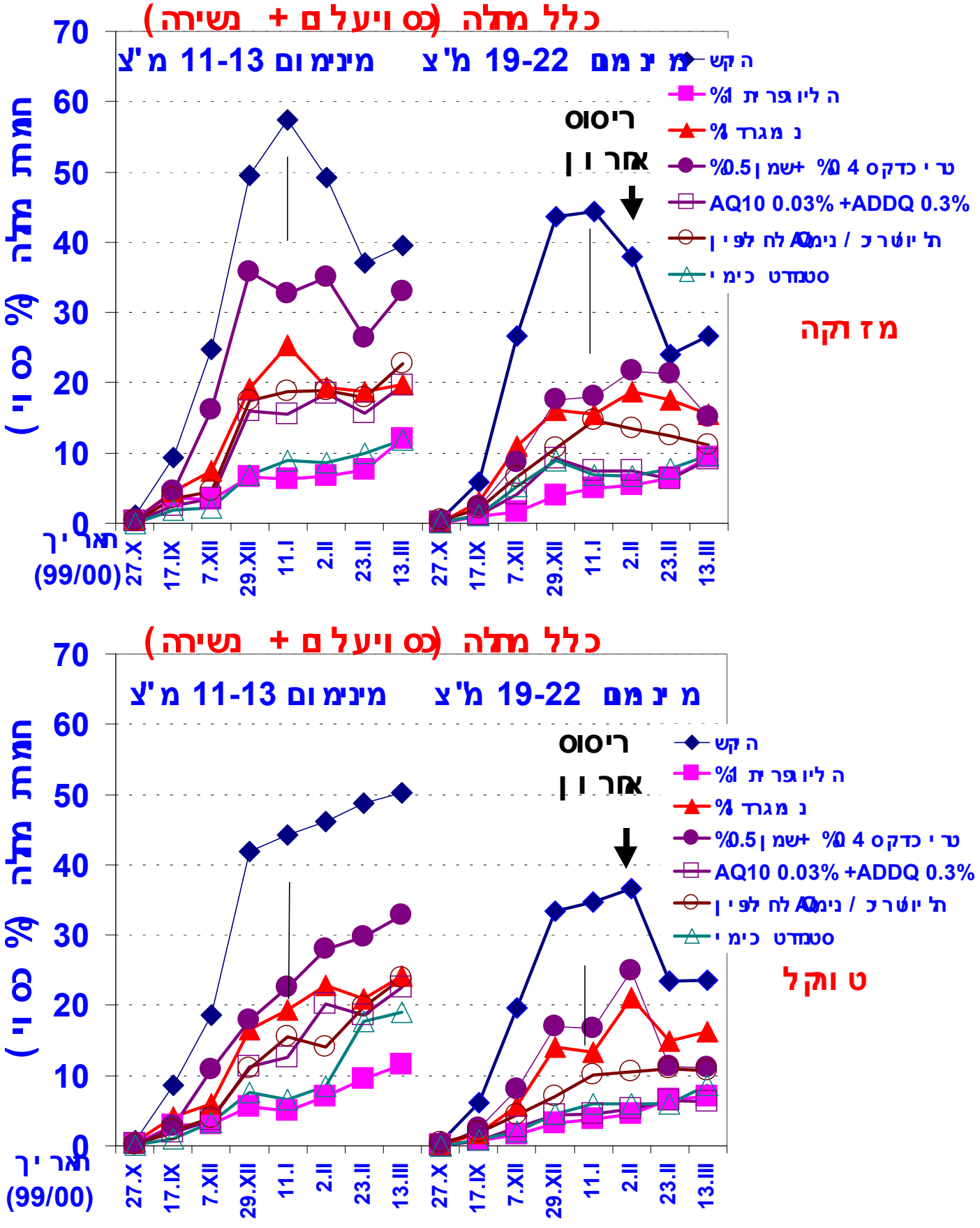
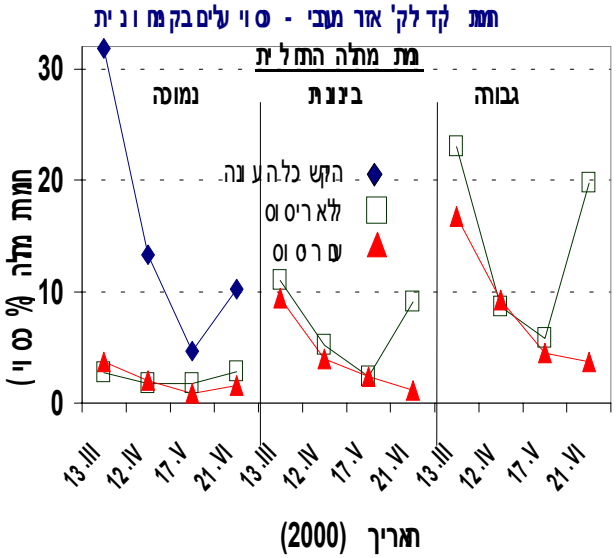
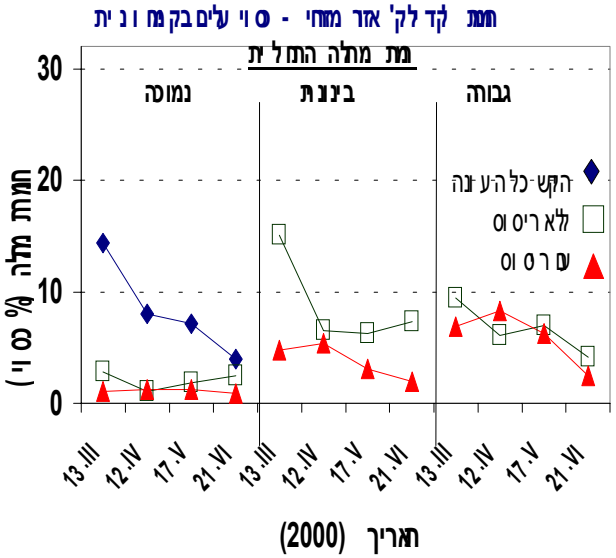
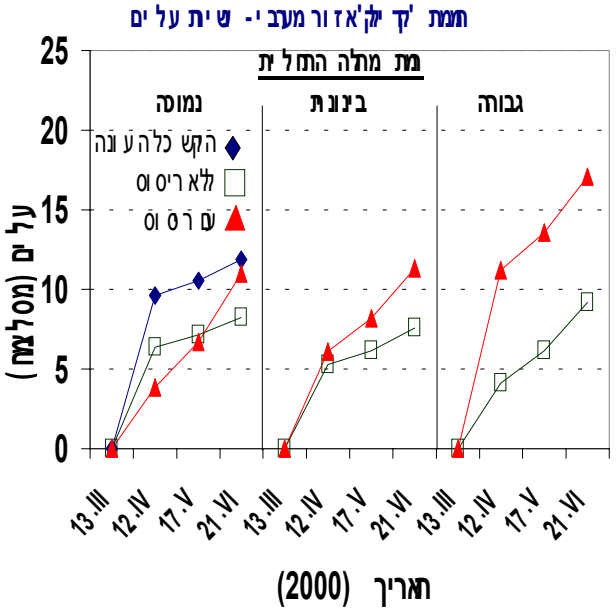
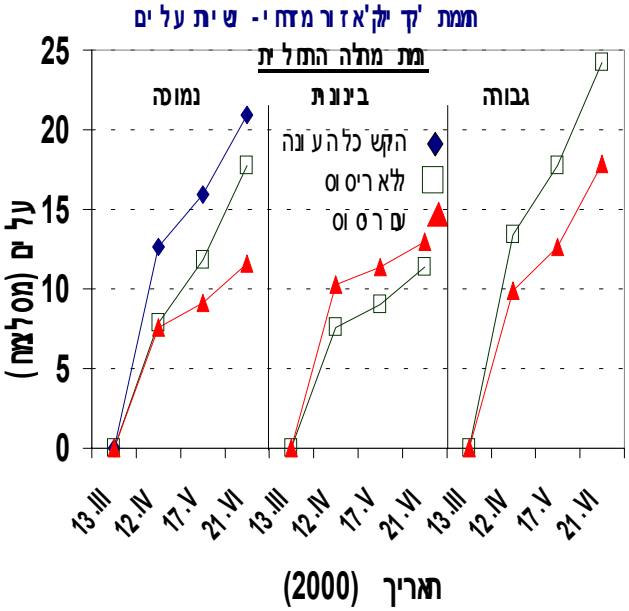
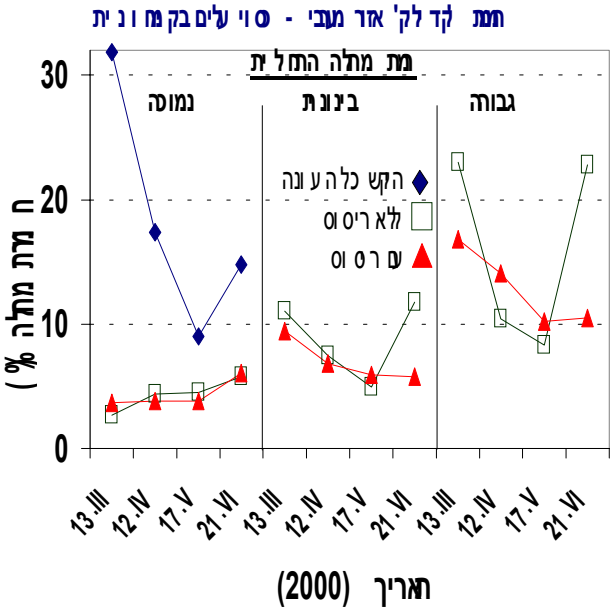
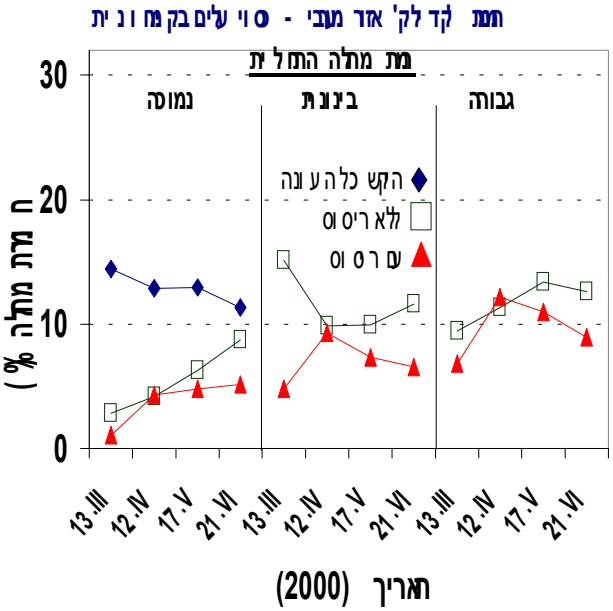


ציור 3: נשירת עלים נגועים בקימחונית





ציור 4: קימחונית - כלל המחלה בצמחי פלפל



ציור 5: נחיצות ריסוסים בחלק העונה השני