

דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מספר 132-1323-09

פיתוח מערך אינטגרטיבי להתמודדות עם מחלות ומזיקים בפלפל אורגני: מיזם חוס"ן – בפלפל אורגני

Development of an integrative approach for management of pests and diseases in organic pepper

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

דני שטיינברג, יגאל אלעד, ויינטראוב פיליס, המכון להגנת צומח, מינהל המחקר החקלאי

שפירא נורית ושמעון פיבוניה, מו"פ ערבה

רודמן רפי, אירגון לחקלאות ביולוגית

אורי אדלר

שמעון שטיינברג, ביו-בי, שדה אליהו בע"מ

D. Shtienberg, Y. Elad and P. Wintraub; Institute of Plant Protection, ARO.

E-mail: danish@volcani.agri.gov.il

N. Shapira and S. Pivonia; Arava R&D

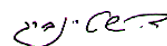
R. Rodman, Israel Bio-Organic Agricultural Association

U. Adler

S. Stienberg; Bio-Bee, Sde-Eliyahu

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים.



חתימת החוקר

תוכן העניינים

עמוד

2	א. תקציר
3	ב. מבוא
3	ג. פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו
3	ג.1. הגורמים העיקריים המשפיעים על גידול פלפל אורגני ודרכי ההתמודדות עימם
3	ג.1.1. מעקב אחר התפתחות הפגעים בחלקות מסחריות
5	ג.1.2. התמודדות עם מזיקים: תריפס הפרחים המערבי, תריפס הקיקיון ואקרית העיוותים
8	ג.1.3. התמודדות עם מחלות: קימחונית ועובש אפור
10	ג.2. השפעות הגומלין בין אמצעים המיושמים כנגד פגעים בגידול האורגני
10	ג.2.1. השפעת חומרים המיושמים כנגד מחלות על האויבים הטבעיים. ניסוי מעבדה
11	ג.2.2. השפעת חומרים המיושמים כנגד מחלות על האויבים הטבעיים. ניסוי שדה
14	ג.3. פיתוח כלים ליישום הממצאים ובחינתם
14	ג.3.1. גישה מיטבית להתמודדות עם מחלות ומזיקים תוך התמקדות במחלת הקימחונית
15	ג.3.2. השפעת מחלת הקימחונית על היבול ופיתוח מודל להערכת נזקים
18	ד. דיון
20	ה. פרוט מלא של הפרסומים המדעיים
21	ו. סיכום עם שאלות מנחות
22	ז. נספח

א. תקציר

1. הצגת הבעיה. הגישות שפותחו בעבר להתמודדות עם מחלות ומזיקים בגידול פלפל אורגני אינן אינטגרטיביות ואינן מתייחסות לגידול ולממשק ההדברה בו כמכלול.

2. מטרות המחקר. 1. להגדיר את הפגעים העיקריים המשפיעים על גידול פלפל אורגני ולבחון את דרכי ההתמודדות עימם; 2. לבחון את השפעות הגומלין בין אמצעים המיושמים כנגד פגעים בגידול האורגני; 3. לפתח את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ובחינתם.

3. שיטות ומהלך העבודה. במסגרת המחקר בצענו סקרים בחלקות פלפל (אורגני וקונבציונאלי) מסחריות בערבה ובבקעה. בניסויי מעבדה בחנו את השפעת תכשירי הדברה המיושמים כנגד מחלות על אוריוס ואקרית הסביקרסקי. בניסויי שדה בחנו את יעילות השילוב בין שני אויבים טבעיים, את השפעת תכשיר גופרית על פעילותם, ואת היעילות של אמצעי הדברה שונים כנגד מחלת הקימחונית ועובש אפור. בנוסף, בחנו את היעילות של מערכת תומכת הדברה בשם פלפלת כנגד מחלות ומזיקים ואת השפעת מחלת הקימחונית על היבול.

4. תוצאות עיקריות. במרבית המקרים אין השפעות גומלין חיוביות או שליליות בין אמצעים שונים המיושמים להדברת פגעים (מזיקים ומחלות). אבל, קיימים מצבים בהם השפעות הגומלין מתקיימות וצריך להיות מודעים להן. בגלל מגוון הפגעים המאיימים על גידול הפלפל ובגלל מאחר ולא ניתן לדעת מראש מי מהפגעים יתפתח ומה תהיה עוצמתו, כדי להגן על הגידול יש לפתח ממשק הדברה כולל המתייחס לכלל הפגעים המאיימים על הגידול. ממשק כזה פותח במהלך מחקר זה.

5. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות. ניתן ליישם את ממצאי המחקר ולהתמודד בצורה מושכלת עם הפגעים תוך הימנעות משיטת ההדברה המכונה "ממשק ביטוח". בצורה זו ניתן יהיה להתמודד עם הפגעים ביעילות תוך צמצום השימוש בתכשירי הדברה.

ב. מבוא

היקף שטחי הפלפל עולה משנה לשנה ובשנת 2009 גידלו בערבה המרכזית ובכיכר סדום כ- 13,300 דונם. הפלפל הוא גידול מרכזי בערבה ובבקעת הירדן ומרבית התוצרת מיועדת ליצוא. במקרים רבים הגורם המגביל את הגידול האורגני הוא מזיקים ומחלות, זאת בגלל שלא ניתן להשתמש בתכשירי ההדברה הכימיים היעילים (אך הרעילים) המותרים בחקלאות הקונבנציונאלית. גידול הפלפל האורגני (והקונבנציונאלי) בארץ נתקף על ידי סדרה של מחלות ומזיקים. עוצמת התקיפה וחומרת הפגיעה משתנים כמובן בין עונת גידול, בין אזורים ובין מבני הגידול השונים, כתלות בתנאי הסביבה, הזנים, שיטות הגידול ואמצעי ההדברה המיושמים. בכל אופן, גורמי המחלה החשובים הם הקימחוניות ועובש אפור והמזיקים החשובים הם תריפס קליפורני, תריפס הקיקיון, אקרית אדומה מצויה, אקרית העיוותים, כנימות עלה הדלועיים, האפרסק והאפרסק האדמדמה וכנימת עש הטבק.

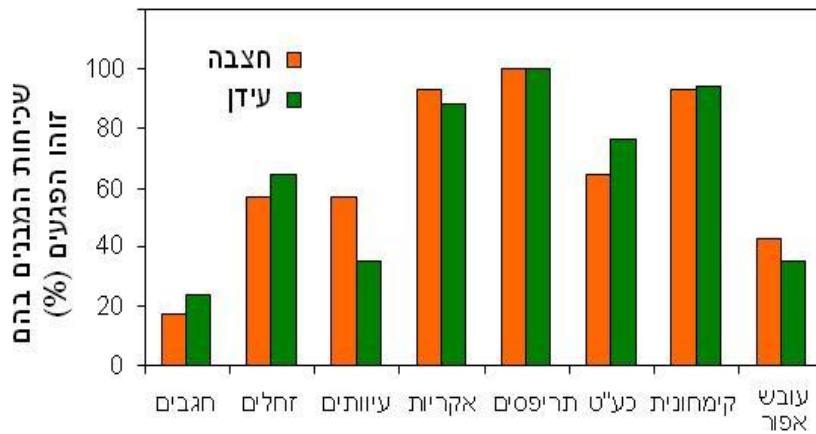
תוכנית מחקר זו היא תוכנית אינטגרטיבית ושותפיה מתמחים בתחומים שונים בהגנת הצומח. חלק ממגישי ההצעה מעורבים מזה עשר שנים במחקר וביישום של עקרונות ההדברה המשולבת כנגד מזיקי הפלפל העיקריים. שותפים אחרים בהצעה היו מעורבים בהקמתו ובביצועו של מיזם שנקרא "חוסן-פלפל" (חוס"ן) = חקלאות בריאה וסביבה נקייה). המטרה ארוכת הטווח של מיזם חוס"ן-פלפל היא לפתח עקרונות להתמודדות עם מחלות ומזיקים בפלפל תוך שימוש מזערי ומושכל בתכשירי הדברה ולבנות את הכלים שיאפשרו ליישם את הכלים שיפותחו בקנה מידה מסחרי. בשלב ראשון התרכז המיזם בגידול הקונבנציונאלי ובמחלת הקימחוניות. למרות ההצלחות המוכחות של חבילת האויבים הטבעיים וההצלחות המסתמנות של מיזם חוסן-פלפל יש עדיין בעיות. הראשונה, העקרונות שיפותחו (לפחות במיזם חוסן-פלפל) מתאימים לגידול הקונבנציונאלי ולא ניתן ליישם כמו שהן בגידול האורגני. השנייה, הגישות שפותחו עבור מיזם חוסן-פלפל מצד אחד, ועבור חבילת האויבים הטבעיים מצד שני, אינן אינטגרטיביות ואינן מתייחסות לגידול ולממשק ההדברה בו כמכלול. השפעות גומלין בין הפגעים ובין אמצעי הדברה (כמו רעילות תכשירי הגופרית לחלק מהאויבים הטבעיים) לא נלקחות בחשבון. היפותזת העבודה של מחקר זה היא שניתן יהיה להתמודד עם פגעי הפלפל תוך שימוש באמצעים ידידותיים לסביבה רק אם תהיה התייחסות לגידול בשלמותו, כמכלול. עד כה פותחו האמצעים כנגד פגע זה או אחר, במנותק מהשאר. היפותזה זו – המעמידה במרכז את הגידול – היא הבסיס של החקלאות האורגנית. המטרות הספציפיות של המחקר הן: 1. להגדיר את הפגעים העיקריים המשפיעים על גידול פלפל אורגני ולבחון את דרכי ההתמודדות עימם; 2. לבחון את השפעות הגומלין בין אצמעים המיושמים כנגד פגעים בגידול האורגני; 3. לפתח את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ובחינתם.

ג. פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו

ג.1. הגורמים העיקריים המשפיעים על גידול פלפל אורגני ודרכי ההתמודדות עימם

ג.1.1. מעקב אחר התפתחות הפגעים בחלקות מסחריות

אנשי חברת ביו-בי מבצעים פיקוח פגעים רציף במבני הגידול בהם מיושמת חבילת האויבים הטבעיים. הפקחים מבקרים בכל אחד ממבני הגידול מידי 5-8 ימים ומנטרים את הפגעים השונים על סמך פרוטוקולים שהוכנו לצורך זה על ידי חברת ביו-בי. במהלך עונת 2007/8 נאספו נתוני הפיקוח שבוצע אצל ארבעה מגדלים אורגניים ממושב חצבה וחמישה מגדלים ממושב עידן שבערבה. בסך הכל נאספו נתונים מ 31 מבני גידול פלפל (14 מחצבה ו- 17 מעידן). הפקחים רשמו את המועדים בהם זוהו הפגעים השונים לראשונה (בכל רמה שהיא) במבני הגידול. ניתוח הנתונים איפשר להגדיר את שכיחות הופעת הפגעים ולבחון – על ציר הזמן – מתי התעוררו הבעיות. חשוב לציין שהדגימות בוצעו במבנים מסחריים בהם יושמו טיפולים כנגד הפגעים, ולכן מועד ההופעה של פגע זה או אחר ועוצמת הנגיעות הושפעו מטיפול הגנת הצומח שיושמו במבנים. ב- 90% ויותר מהמבנים זוהו אקריות, תריפסים וקימחוניות, ברמה זו או אחרת. זחלים שונים (לפיגמה, פלוסיה או פרודניה), כנימת עש הטבק, סימני עיוות בחלקי הצמח העליונים נצפו ב- 40-75% מהמבנים. פגיעה מחגבים וריקבונות שנגרמו ממחלת העובש האפור נצפתה ב- 20-40% מהמבנים. לא היו הבדלים משמעותיים בשכיחות הופעת הפגעים במבני הפלפל בין חצבה לעידן (איור 1).



איור 1. שכיחות המבנים בהם זוהו פגעים (ברמה כל שהיא) בסקר שבוצע בערבה התיכונה במהלך עונת 2007/8. בחצבה נסרקו 14 מבנים של 4 מגדלים ובעידן 17 מבנים של 5 מגדלים.

המידע שנאסף גם איפשר להגדיר, על ציר הזמן, מתי נצפו הפגעים לראשונה. תריפסים זוהו בכל המבנים מיד לאחר השתילה (עד תחילת אוקטובר); ההבדל בזמן הגילוי בין המבנים השונים היה חודש עד חודש וחצי בלבד. בעידן הופיעו התריפסים מוקדם יותר מאשר בחצבה. אקריות זוהו בחצבה מסוף אוגוסט ועד אמצע אוקטובר (משרעת של חודש) ובעידן במהלך תקופה ארוכה יותר, מתחילת ספטמבר ועד סוף נובמבר (משרעת של שלושה חודשים). סימפטומים של עיוותים, הנגרמים על ידי תריפס הקיקיון ואקרית העיוותים נצפו במהלך אוגוסט-ספטמבר (משרעת של כחודש וחצי בחצבה וחודש בעידן); ב – 54% מהמקרים דווח על זיהוי של תריפסים או אקריות בלי שזוהו באותם המבנים סימני עיוות. אין בעובדה זו כדי להפתיע מפני שלא כל התריפסים והאקריות גורמים לעיוות מחד, ומפני שהמגדלים יישמו אמצעים להתמודד עם הפגעים, מאידך. אולם, ב – 7 מתוך 14 המבנים (50% מהמקרים) בהם זוהו סימני עיוות בצמחים דווח על הופעת התסמינים עוד לפני שזוהתה הנוכחות של המזיקים במבני הגידול (ממוצע $\pm$ סטיית תקן של 5.3 ± 8.7 ימים). לעובדה זו משמעות בהגדרת המועד של פיזור האויבים הטבעיים וליישום תכשירי ההדברה המיועדים להתמודדות עם המזיקים. זחלים שונים זוהו לראשונה במהלך שלושת חודשי הגידול הראשונים; משרעת הזיהוי הייתה דומה בשני המשקים (למרות שבעידן הזיהוי היה מוקדם יותר). קימחונות זוהתה ב – 92.3% מהמבנים שבחצבה במהלך נובמבר; בעידן זוהתה הקימחונות במהלך תקופה זו ב – 56.2% מהמבנים ומשרעת זמן הגילוי הייתה בשני המקומות חודש. בשאר המבנים בעידן זוהתה הקימחונות רק בחודשים ינואר-פברואר. יתכן שהסיבה לכך היא טיפולי ההדברה שיושמו במבנים אלה. לא נאספו ממצאים שיוכלו לאושש או להפריך מסקנה זו. בכל מקרה, על פי הממצאים נראה שברוב המוחלט של המקרים יש צורך ליישם ריסוסים של תכשירי גופרית כנגד המזיקים, עוד לפני שיש להשתמש בהם כנגד הקימחונות. כמובן שהריסוסים המוקדמים של תכשירי הגופרית כנגד המזיקים ימנעו את ההדבקות הראשונות של הקימחונות. הייתה שונות רבה במועד הזיהוי של כנימת עש הטבק בשני המקומות ומשרעת זמן הגילוי נעה בין תחילת ספטמבר ועד לאמצע מרץ; לא ניתן להגדיר מועדים ספציפיים בהם זוהו כנימות עש הטבק במרבית המבנים. במבנים בהם זוהו עובש אפור זה היה בחודשים פברואר ומרץ (תוצאות לא מוצגות). בראשית עונת 2007/8 נצפתה במבני גידול אורגני בבקעה פגיעה משמעותית ממזיקי תחילת העונה. הגורמים לפגיעה היו אקרית העיוותים ותריפס הקיקיון והתסמינים שנראו על הצמחים היו עיוות של העלים הצעירים שבאזור קודקודי הצמיחה, עיכוב צימוח שהגיע במקרים הקשים עד לעצירה מוחלטת של הצימוח. מידת הפגיעה היתה שונה בין מגדלים, בין מבני גידול של אותו המגדל ונראתה גם שונות במידת הפגיעה המרחבית בתוך מבני הגידול עצמם. כדי להגדיר את הגורמים המשפיעים על השונות במידת הפגיעה בצמחים בין מגדלים, בין מבנים ובתוך המבנים, בצענו סקר מקיף בשני משקים אורגניים בבקעה: משק רוץ בגלגל ומשק עייש בבית הערבה. משקים אלה נבחרו אחרי סיור שבוצע משקים אורגניים בתומר, בית הערבה, קליה ונערך. בחרנו לבצע את הסקר בגלגל ובבית הערבה בגלל ההיקף הגדול של הגידול האורגני (מספר רב של מבני גידול) ובגלל השונות שנראתה במידת הפגיעה בין המבנים. סוקרים שנשלחו מטעמנו עברו במבני הגידול בתחילת חודש נובמבר. בכל מבנה נקבעו 10-15 אזורי דגימה שבכל אחד מהם הוערכו 20 צמחים ומידת הפגיעה במזיקי תחילת העונה הוערכה ויזואלית על פי סולם של 5 דרגות. במהלך הדגימה נרשם המיקום המרחבי (בתוך המבנה) של אזור הדגימה ובנוסף נרשמו נתונים על המבנה עצמו, כלהלן: סוג המבנה (מנהרה, בית רשת,

חממה, וכו'); גודל המבנה (מספר מפתחים וכו'); מיקום הפתחים; החומר ששימש לקירוי המבנים והגג (אם זו הייתה רשת, מידת החירור שלה ביחידות מש); צוין באם נראו קרעים, חורים או פתחים בקירוי המבנה; חיפוי קרקע; סוג ההדליה; נוכחות כוורות במבנה; נוכחות מלכודות צבע ללכידת מזיקים. בשלב מאוחר יותר הועבר למגדלים שאלון שכלל 40 שאלות אודות הגידול (למשל, הזן, מועד השתילה, וכו'), המבנים (למשל, מועדי פרישת הרשתות), פעילויות הדברה (למשל, מועד פיזור האויבים הטבעיים, מועדי הריסוסים, וכו'). הנתונים שנאספו נותחו בשיטות שונות במטרה להגדיר את הגורמים שהשפיעו על מידת הפגיעה במזיקי תחילת העונה. בדו"ח זה יתוארו הממצאים שעלו מהסקר שבוצע במשך רונן בגלגל.

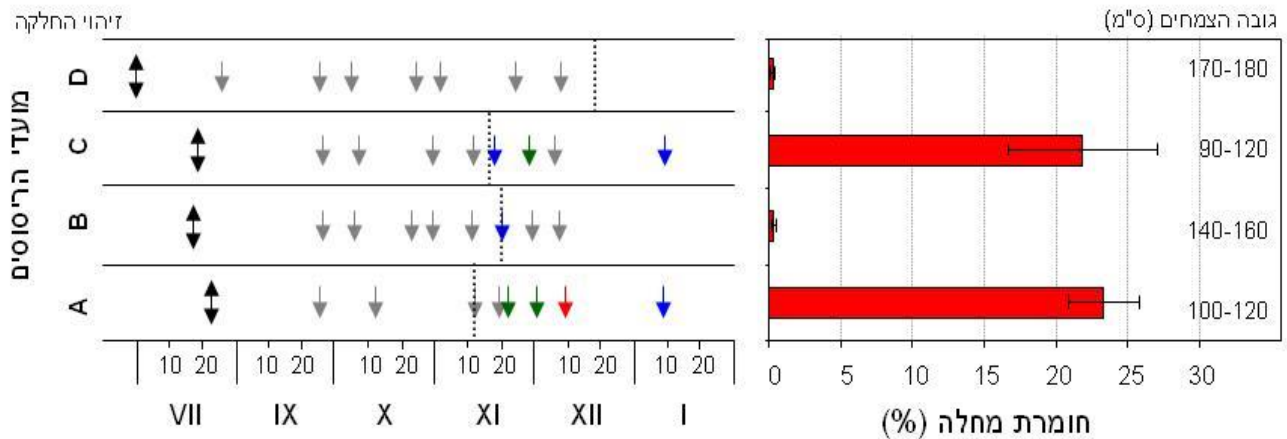
משך רונן בגלגל כולל 26 מבני גידול פלפל נפרדים; 22 מהם כוסו ברשתות נגד חרקים וארבעת הנותרים היו חממות שכוסו בפוליאאתילן. התברר, שהיו הבדלים במידת הפגיעה בצמחים בין מבנים. ניתוח הממצאים העלה שבמבנים בהם גודל הזן דבלה הייתה מידת הפגיעה בצמחים פחותה מזו שנצפתה במבנים בהם גודלו זנים אחרים. במבנים בהם גדלו זנים אחרים פיזור הצמחים הפגועים במרחב לא היה אקראי. ניתוח מרחבי של שיעור הפגיעה בצמחים הראה שהיו יותר צמחים פגועים באזורים הסמוכים לפתחי המבנים או לנקודות בהן היו קרעים/פרצות/פתחים ברשתות המבנים. זו תוצאה מעניינת מפני שהצד העליון של חלק מהמבנים היה מכוסים ברשתות צל או ברשתות של 17 מש (דרכן מסוגלים התריפסים והאקריות לעבור בלא הפרעה) ומפני שהתריפסים מסוגלים היו לעבור גם דרך רשתות צד של 50 מש, שלא חוסמות לחלוטין את דרכן. למרות זאת, הפגיעה בצמחים באזורים הלא מוגנים ברשת הייתה גבוהה יותר, והיה מידרג (גרדיאנט) בנגיעות מאזור הפתחים והלאה.

במהלך עונת 2008/9 ביקרנו בשש חלקות מסחריות בבקעת הירדן בהן דווח על קשיים בהתמודדות עם מחלת הקימחוניית. בכל החלקות בחנו את פעולות ההדברה המשקיות וניסינו להבין את הסיבות לכשלים (אם היו) בהדברה. כדוגמא, מובאים כאן ממצאי סקר שבצענו באחד המשקים בבקעה (שם המשק לא יצוין כאן מסיבות מובנות). הנגיעות הוערכו בארבעה בתי רשת סמוכים; בכל מבנה נסקרו 10 גמלונים ובכל אחד הוערכו הנגיעות ב- 20 צמחים. היו הבדלים משמעותיים בנגיעות בין בתי הרשת: במבנים שסימונם כאן B – 1 ו-D הייתה הנגיעות נמוכה מאד; לעומת זאת, במבנים שסימונם כאן A – 1 ו-C הייתה נגיעות ברמה בינונית-גבוהה והחלה נשירת עלים (איור 2). ניתן להסביר את ההדברה היעילה של הקימחוניית במבנים B – 1 ו-D, ואת הכשל בהדברה במבנה A, במועדי תזמון הריסוסים שיושמו כנגד הקימחוניית (בהשוואה למועד הופעת המחלה). אולם, במבנה C נראה לכאורה שהריסוסים יושמו בזמן ולמרות זאת המחלה לא הודברה כראוי. בנוסף להבדלים בחומרת הנגיעות בקימחוניית היו גם הבדלים משמעותיים ברמת הצימוח וההתפתחות של הצמחים בין המבנים. באיור 2 מובא להמחשה גובה הצמחים שנמדד בעת ביצוע הערכות הנגיעות. ההבדלים ברמת הצימוח לא היו קשורים לממשק ההדברה של הקימחוניית אלא (ככל הנראה) לממשק הדישון וההשקיה של הצמחים. בכל מקרה, היה מתאם בין חומרת הנגיעות בקימחוניית למצבם ההתפתחותי של הצמחים: הקימחוניית התפתחה בחומרה רבה יותר בצמחים שהתפתחותם לא הייתה תקינה. ממצאים דומים עלו גם בתצפיות האחרות שבצענו בחלקות המסחריות ובניסויים שונים שבצענו (ובצעו אחרים) במשך השנים. בהסתמך על ממצאים אלה עלתה ההיפותזה שיחסי מקור – מבלע בצמחי הפלפל משפיעים על תגובתם לפטרייה המחוללת את מחלת הקימחוניית.

1.2.1. התמודדות עם מזיקים: תריפס הפרחים המערבי, תריפס הקיקיון ואקרית העיוותים

בעונת 2007/8 ביצענו ניסוי בתחנת יאיר בשטח האורגני של התחנה. המטרה הייתה לבחון את היעילות של אקרית הסבירסקי ופשפש האוריוס, בנפרד ובמשולב, כנגד תריפס הפרחים המערבי (תפ"מ). הניסוי בוצע ב- 24 מנהרות עבירות שגודל כל אחת מהן היה 15×7 מ' וגובהן 3 מ'. המנהרות כוסו ברשת 50 מש. הניסוי כלל 6 טיפולים, כלהלן: 1. היקש (ללא יישום אויבים טבעיים כלל); 2. אוריוס במינון של 2 פרטים למ"ר; 3. אוריוס במינון של 6 פרטים למ"ר; 4. אקרית הסבירסקי במינון של 100 פרטים למ"ר; 5. שילוב של אוריוס (2 פרטים למ"ר) ואקרית הסבירסקי (100 פרטים למ"ר); 6. שילוב של אוריוס (6 פרטים למ"ר) ואקרית הסבירסקי (100 פרטים למ"ר). הניסוי הוצב במתכונת של בלוקים

באקראי וכל טיפול חזר 4 פעמים. האוריוס פוזר במינון של 2 פרטים למ"ר בכל אחד מהמועדים והטיפולים הבאים: 26 לספטמבר - בטיפולים 2, 3, 5, ו- 6; 4 לאוקטובר ו- 11 לאוקטובר בטיפולים 2 ו- 6. אקרית הסבירסקי פוזרה במינון של 50 פרטים למ"ר בכל אחד מהמועדים והטיפולים הבאים: 26 לספטמבר - בטיפולים 4, 5, ו- 6; 4 לאוקטובר בטיפול 6. הליוגופרית במינון של 1% יושם בכל המבנים בתאריך 14/10 כנגד אקרית העיוותים. בהמשך העונה יושמו ריסוסי הליוגופרית כנגד מחלת הקימחוניית על פי הנחיות מערכת פלפלת. בסך הכול יושמו (בתקופה הרלוונטית לדו"ח זה) עוד 4 ריסוסים, מידי שבועיים (בתאריכים 29/10, 15/11, 29/11 ו- 13/12).



איור 2. ממצאים שנאספו בסקר שנערך בארבעה מבנים מסחריים של פלפל באחד מיישובי הבקעה בעונת 2008/9. מועדי השתילה מצוינים בקווים עם שני חיצים; מועד זיהוי התסמינים הראשונים של מחלת הקימחוניית מסומנים בקווים מנוקדים; מועדי הריסוסים מצוינים בחיצים (אפור – תכשירי גופרית, ירוק – פולאר, אדום – EOS וכחול – עמיסטר). הנגיעות במחלת הקימחוניית במבנים השונים הוערכה בתאריך 15 לינואר, 2009. העמודות מבטאות את חומרת המחלה הממוצעת בכל אחד מהמבנים; הקווים האופקיים מייצגים את שגיאת התקן. מצד ימין מצוין גובה הצמחים שנמדד במבנים השונים.

בין התאריכים 9/9 וסוף דצמבר נדגמו מידי שבוע מכל חזרה 40 עלים (20 עלים מהחלק העליון של הצמח ו- 20 עלים מהשליש העליון של הצמח). הם נסרקו ונקבע עליהם גודל אוכלוסיית אקרית העיוותים. החל מהתאריך 24 לספטמבר נדגמו מכל חזרה גם 20 פרחים, ועליהם נקבע גודל אוכלוסיית האויבים הטבעיים ושל תפ"מ. הממצאים מסוכמים בטבלה 1. ככלל, לא התפתחו במועדי דגימה אלה אוכלוסיות גדולות של המזיקים. אוריוס, כשימוש לבדו, הפחית את גודל אוכלוסיית אקרית העיוותים ב- 42-47%; אקרית הסבירסקי הייתה יעילה יותר והפחיתה את אוכלוסיית המזיק ב- 84%; בגלל השונות בין החזרות השפעה זו לא הייתה מובהקת. שילוב של שני האויבים הטבעיים הפחית את גודל אוכלוסיית אקרית העיוותים במובהק, ב- 95-98%. כצפוי, גודל אוכלוסיות האויבים הטבעיים במבני הטיפולים השונים התאים לפיזורם: יותר פרטי אוריוס אכלסו את הפרחים שנדגמו מהמבנים בהם פוזרו פשפשי האוריוס ויותר פרטי סבירסקי אכלסו את הפרחים שנגדמו מהמבנים בהם פוזרו האקריות הטורפות. לא נראתה השפעה למינון (לא היו הבדלים באוכלוסיית האוריוס בין מבנים בהם פוזרו 2 או 6 פרטים למ"ר) ולא הייתה השפעה שלילית לפיזור משותף של שני מיני האויבים הטבעיים באותו המבנה. לגבי ההשפעה על תפ"מ, יעילות אקרית הסבירסקי הייתה בינונית ולא מובהקת (42-73%) אך האוריוס, בשני המינונים ובכל הטיפולים הפחית את אוכלוסיית המזיק במובהק (יעילות הדברה של 75-85%) (טבלה 1).

טבלה 1. אוכלוסיות האויבים הטבעיים ותריפס הפרחים המערבי על עלי ופרחי פלפל שנדגמו בין התאריכים 9 לספטמבר ו – 23 לאוקטובר בניסוי שבוצע בעונת 2007/8 בשטח הגידול האורגני של חוות יאיר

טיפול	עלים	פרחים			
		אוריוס		תריפס הפרחים המערבי	
		נימפות	בוגרים	נימפות	בוגרים
היקש	46.5 א*	0.2 ב	0 ג	64.5 א	117.3 א
אוריוס 2	24.6 אב	0.2 ב	2.3 א	12.9 אב	28.7 ב
אוריוס 6	26.9 אב	0 ג	2.6 א	10.0 ב	27.2 ב
סבירסקי 100	7.4 אב	5.2 א	0.06 ב	17.1 אב	65.9 אב
אוריוס 2 + סבירסקי 100	2.1 ב	2.3 אב	2.1 א	12.3 ב	21.0 ב
אוריוס 6 + סבירסקי 100	0.8 ב	1.6 אב	2.5 א	9.2 ב	16.7 ב

*המספרים מציינים את מספר הפרטים ל – 20 עלים או פרחים. מספרים באותו הטור שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק כנקבע על פי מבחן HSD ($P \leq 0.05$).

פרחים נדגמו ממבני הניסוי גם בין התאריכים 23/10 ו – 27/11. גם בתקופה זו הייתה אוכלוסיית האויב

הטבעי גבוהה יותר במבנים בהם הוא פוזר, בלי שיהיו הבדלים בין מבנים בהם פוזרו 2 או 6 פרטים למ"ר. גם כאן פיזור אקרית הסבירסקי לא השפיעה על אוכלוסיית האוריוס. גם בדגימות אלה הייתה לאקרית הסבירסקי השפעה חלקית על הדברת תפ"מ (יעילות הדברה של 30-68%) אך האוריוס, בכל הטיפולים בהם שולב, היה יעיל הרבה יותר – 96-99% (טבלה 2). במנהרות ההיקש נמצא מספר מועט של פרטי אוריוס שפלטו למנהרות בצורה טבעית.

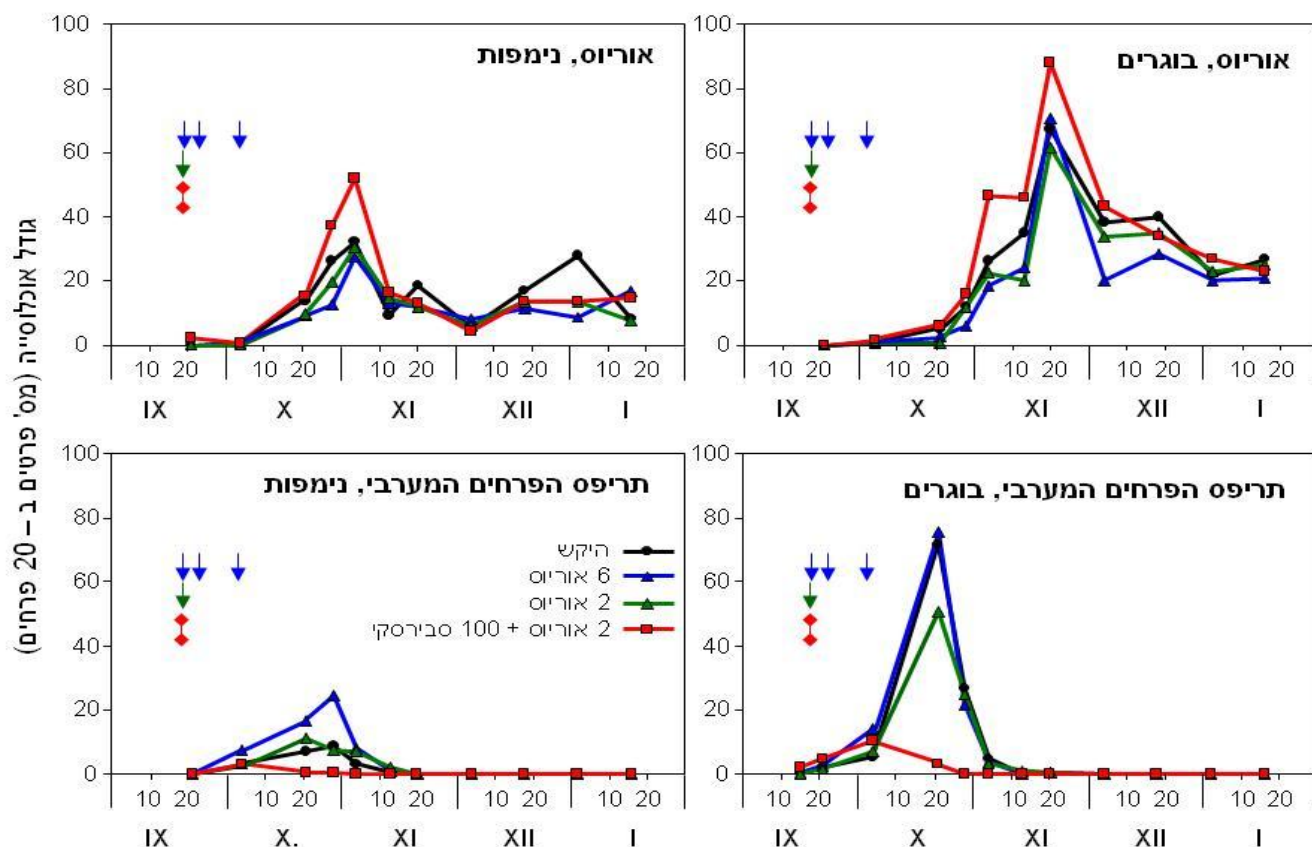
טבלה 2. אוכלוסיות האוריוס ותריפס הפרחים המערבי על פרחי פלפל שנדגמו בין התאריכים 23 לאוקטובר ו – 27 לנובמבר בניסוי שבוצע בעונת 2007/8 בשטח הגידול האורגני של חוות יאיר

טיפול	אוריוס		תריפס הפרחים המערבי	
	נימפות	בוגרים	נימפות	בוגרים
היקש	6.0 ב*	5.4 ב	32.4 א	167.1 א
אוריוס 2	40.9 א	47.9 א	0.6 ג	2.0 ג
אוריוס 6	42.8 א	53.5 א	0.4 ג	1.3 ג
סבירסקי 100	3.9 ב	4.1 ב	22.8 אב	52.4 ב
אוריוס 2 + סבירסקי 100	36.4 א	57.0 א	0.2 ג	0.6 ג
אוריוס 6 + סבירסקי 100	47.5 א	47.3 א	1.1 ג	2.7 ג

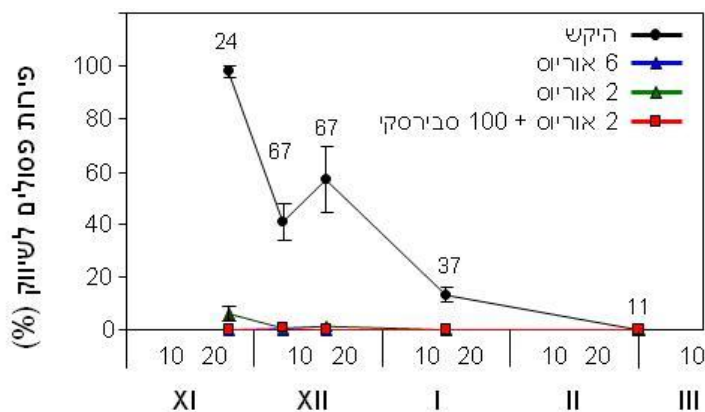
*המספרים מציינים את מספר הפרטים ל – 20 פרחים. מספרים באותו הטור שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק כנקבע על פי מבחן HSD ($P \leq 0.05$).

בעונת 2008/9 חזרנו וביצענו ניסוי דומה בשטח האורגני של תחנת יאיר. ניסוי זה בוצע ב – 16 מנהרות עבירות

שגודל כל אחת מהן היה 15×7 מ' וגובהן 3 מ'. המנהרות כוסו ברשת 50 מש. הניסוי כלל 4 טיפולים, כלהלן: 1. היקש (ללא יישום אויבים טבעיים כלל); 2. אוריוס במינון של 6 פרטים למ"ר; 3. אוריוס במינון של 2 פרטים למ"ר; 4. שילוב של אוריוס (2 פרטים למ"ר) ואקרית הסבירסקי (100 פרטים למ"ר). ממצאי הביניים של הניסוי אינם ברורים אך התוצאות הסופיות ברורות וחד משמעיות. גודל אוכלוסיית האוריוס בפרחים שנדגמו במשך הניסוי לא היה קשור לטיפולים שיושמו: לא היה הבדל בגודל אוכלוסיית הפשפש הטורף במבנים בהם הוא פוזר פעם אחת או שלוש פעמים; אוכלוסיית אוריוס גבוהה נמצאה גם במנהרות טיפול היקש, בהן הפשפש לא פוזר באופן יזום; לא היו הבדלים מובהקים במשך כל תקופת הניסוי בין הטיפולים בגודל אוכלוסיית תריפס הפרחים המערבי (איור 3). למרות זאת, היו הבדלים משמעותיים במידת הפגיעה של תפ"מ בפירות הפלפל. בעוד שבחלקות טיפול ההיקש רוב הפירות שנקטפו בחודשים נובמבר-דצמבר נפסלו לשיווק (בגלל נזקי תריפס), הרי שבחלקות בהן פוזרו האויבים הטבעיים הנזק היה מזערי. לא היה הבדל בין הטיפולים השונים (איור 4).



איור 3. השתנות גודל אוכלוסיות תרפס הפרחים המערבי והאוריוס בפרחי פלפל בארבעה טיפולים שנקללו בניסוי שבוצע בעונת 2008/9 בחוות יאיר. החיצים בכחול ובירוק מייצגים את מועדי פיזור האוריוס (בכל מועד פוזרו 2 פרטים למ"ר) והסימון האדום מייצג את מועד פיזור האוריוס ואקרית הסבירסקי (2 ו- 10 פרטים למ"ר, בהתאמה) בטיפולים הרלוונטיים. בכל מועדי הדגימה, לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

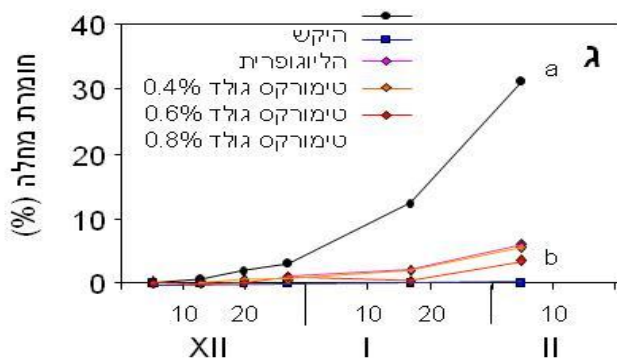
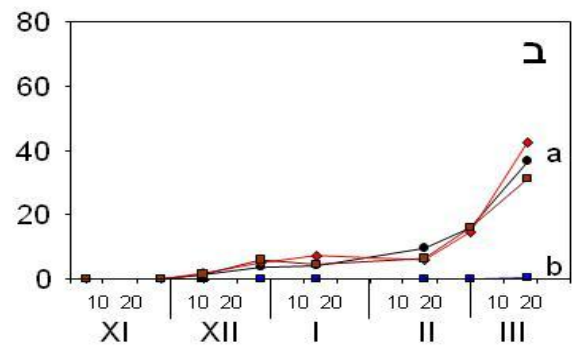
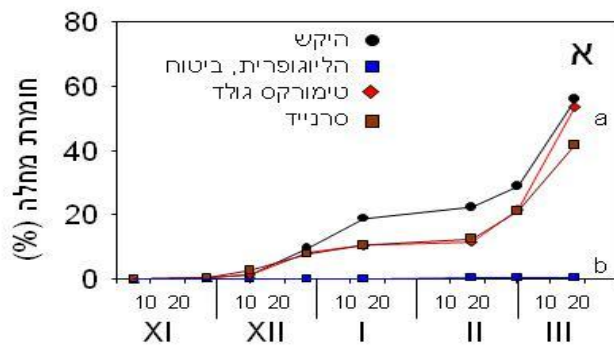


איור 4. השפעת אוריוס (לבדו) ובשילוב עם אקרית הסבירסקי על שכיחות פירות הפלפל שנפסלו לשיווק עקב נזקי תרפס בניסוי שבוצע בעונת 2008/9 בחוות יאיר. המספרים הרשומים מעל לנקודות הם מספרי הפירות הממוצעים שנדגמו מכל טיפול, בכל מועד קטיף. הקווים האנכיים מייצגים את שגיאת התקן.

ג.1.3. התמודדות עם מחלות: קימחונית ועובש אפור

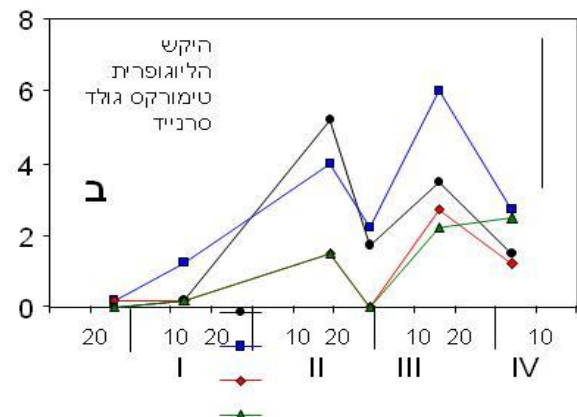
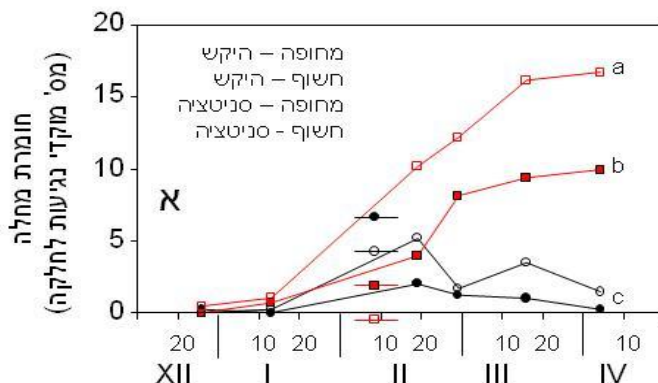
היעילות של אמצעים ידידותיים לסביבה, אותם ניתן ליישם בחקלאות אורגנית, נגד מחלות נבחנה במהלך המחקר בארבעה ניסויי שדה. בשנת 2007/8 בוצעו ניסויים בחוות גלגל ובגבע כרמל. תכשירי ההדברה יושמו מידי שבוע במהלך תקופת הניסוי; בחוות גלגל יושמו בסך הכל 23 ריסוסים ובגבע כרמל, 17 ריסוסים. בשני הניסויים היה ההליוגופרית יעיל מאד והנגיעות בחלקות המרוססות הייתה נמוכה מאד. בניסוי שבוצע בגבע כרמל כל מינוני הטימוקס גולד שנבחנו היו יעילים כנגד הקימחונית וחומרת המחלה בטיפולים אלה לא הייתה שונה מזו של החלקות שרוססו בהליוגופרית. לא נראו בניסוי זה סימני צריבה על העלים. לעומת זאת, בניסוי שבוצע בחוות גלגל הטימוקס גולד שיושם במינון של 0.6% צרב את העלים. אחרי ארבעה ריסוסים המינון הופחת ל- 0.4% וממועד זה ואילך לא נראו עוד סימני צריבה. בכל אופן, הטימוקס גולד לא היה יעיל בניסוי זה כנגד הקימחונית והנגיעות בחלקות המרוססות הייתה

דומה לנגיעות חלקות ההיקש. גם התכשיר סרנד לא הפחית את הנגיעות בקימחונית בניסוי שבוצע בחוות גלגל וגם הוא גרם לצריבות על העלים (איור 5). אחר האמצעים אותו ניסו (כנגד העובש האפור) היה לחפות את הקרקע ביריעות פוליאטילן שקוף. החיפוי לא השפיע בצורה חיובית על הקימחונית ונראה אף שחומרת המחלה הייתה גבוהה יותר בחלקות בהן הקרקע הייתה מחופת יחסית לחלקות בהן הקרקע הייתה חשופה (איור 5).



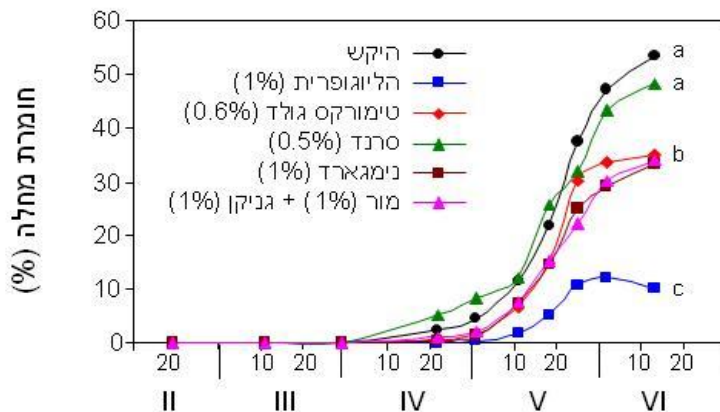
איור 5. השפעת תכשירי הדברה שונים על התפתחות מחלת הקימחונית בניסויים שנערכו בתחנת גלגל בבקעה (א – ב) ובחוף הכרמל (ג) בעונת 2007/8. בניסוי שבוצע בתחנת גלגל הייתה הקרקע מחופה ביריעת פוליאטילן שקוף (א) או שהיא נותרה חשופה (ב). סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P \geq 0.05$).

בניסוי שבצענו בחוות גלגל בחנו את היעילות של טיפולי הדברה שונים כנגד מחלת העובש האפור. סניטציה – הרחקת כל אברי הצמחים עליהם נראו סימני המחלה האופייניים – לא זו בלבד שלא הפחיתה את הנגיעות בעובש אפור, נראה שהיא אפילו הגבירה את המחלה. זאת (כנראה) עקב הפצעים שנגרמו לצמחים בעת הגיזום וההרחקה של האיברים הנגועים. לחיפוי הקרקע בפוליאטילן שקוף הייתה השפעה מסוימת על הנגיעות; בחלקות המחופות נראה היה שהנגיעות בעובש אפור הייתה נמוכה יותר. אבל, השפעת החיפוי לא הייתה מובהקת בגלל הנגיעות הנמוכה ובגלל השונות הרבה בנגיעות בין חלקות הניסוי. האמצעי האחרון שנבחן היה תכשירי ההדברה. ידוע שהליוגופרית לא יעיל כנגד מחלת העובש האפור ובניסוי בחנו את יעילות הטימורקס גולד והסרנייד, שלגביהם היו אינדיקציות לפעילות. נראה שהנגיעות בחלקות שרוססו בשני תכשירים אלה הייתה נמוכה מזו של חלקות ההיקש, אך כתוצאה מהשונות הרבה בנגיעות בין חלקות הניסוי ההבדלים לא היו מובהקים (איור 6).



איור 6. השפעת טיפולי הדברה ותכשירי הדברה שונים על התפתחות מחלת העובש האפור בניסוי שבוצע בתחנת גלגל בבקעה בעונת 2007/8. א. השפעת טיפול סניטציה (הרחקת אברי הצמח הנגועים בעובש אפור) וחיפוי הקרקע ביריעת פוליאטילן שקוף. ב. השפעת תכשירי הדברה שונים בטיפול החשוף. סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P \geq 0.05$); הקו האנכי באיור ב מסמל את הטווח הקטן ביותר המובהק (LSD).

באביב-קיץ 2008 חזרנו ובחנו בחוות הבשור בחנו את היעילות של תכשירי הדברה שונים (המותרים בחקלאות האורגנית) כנגד מחלת הקימחוניית. תכשירי ההדברה יושמו במרסס גב מהתאריך 12 לפברואר (לפני זיהוי תסמיני המחלה הראשוניים) ובהמשך מידי שבוע-שבועים עד ל- 17 ליולי; בסך הכל יושמו בניסוי 20 ריסוסים בכל אחד מתכשירי ההדברה. מבין התכשירים הנבחרים היה ההליוגופרית היעיל ביותר. הוא הפחית את חומרת המגיפה (כמחושב על פי ערכי AUDPC) ב- 77.2%; התכשירים טימורקס גולד, נימגארד ומור+גניקן לא נבדלו זה מזה; כולם הפחיתו את חומרת המחלה בסוף העונה במובהק אך יעילותם הייתה פחותה במובהק מזו של ההליוגופרית (31.6-38.3% הדברה). בחלק ממועדי הערכת הנגיעות נראו על העלים שרוססו בתכשיר טימורקס גולד סימני צריבה. ריסוס שבועי בתכשיר סרניד לא הפחית את חומרת המגיפה במובהק במהלך כל העונה (איור 7). בניסוי אחר שבצענו בחוות גלגל חזרנו ובחנו את האפשרות להתמודד עם מחלת העובש האפור על ידי חיפוי קרקע המבנה לפני השתילה ביריעות פוליאטילן שקוף; הניסוי הוצב בחלקות מפוצלות בשני גורמים. הגורם הראשון, חיפוי הקרקע, כלל שתי רמות: הקרקע חופתה או שהיא נשארה חשופה. הטיפול השני, טיפול נוף, כלל גם הוא שתי רמות: כל הפרחים הוסרו או שהם נשארו והצמחים נשאו פירות. כל הצמחים שנכללו בניסוי זה לא רוססו בתכשירי הדברה נגד מחלות. מאחר וחורף 2008/9 היה חורף שחון יחסית, לא התפתחה נגיעות משמעותית בעובש אפור ולכן לא יכולנו לאמוד מהימנה את תרומת החיפוי להפחתת הנגיעות במחלה זו. החיפוי לא השפיע על הנגיעות בקימחוניית (תוצאות לא מוצגות).

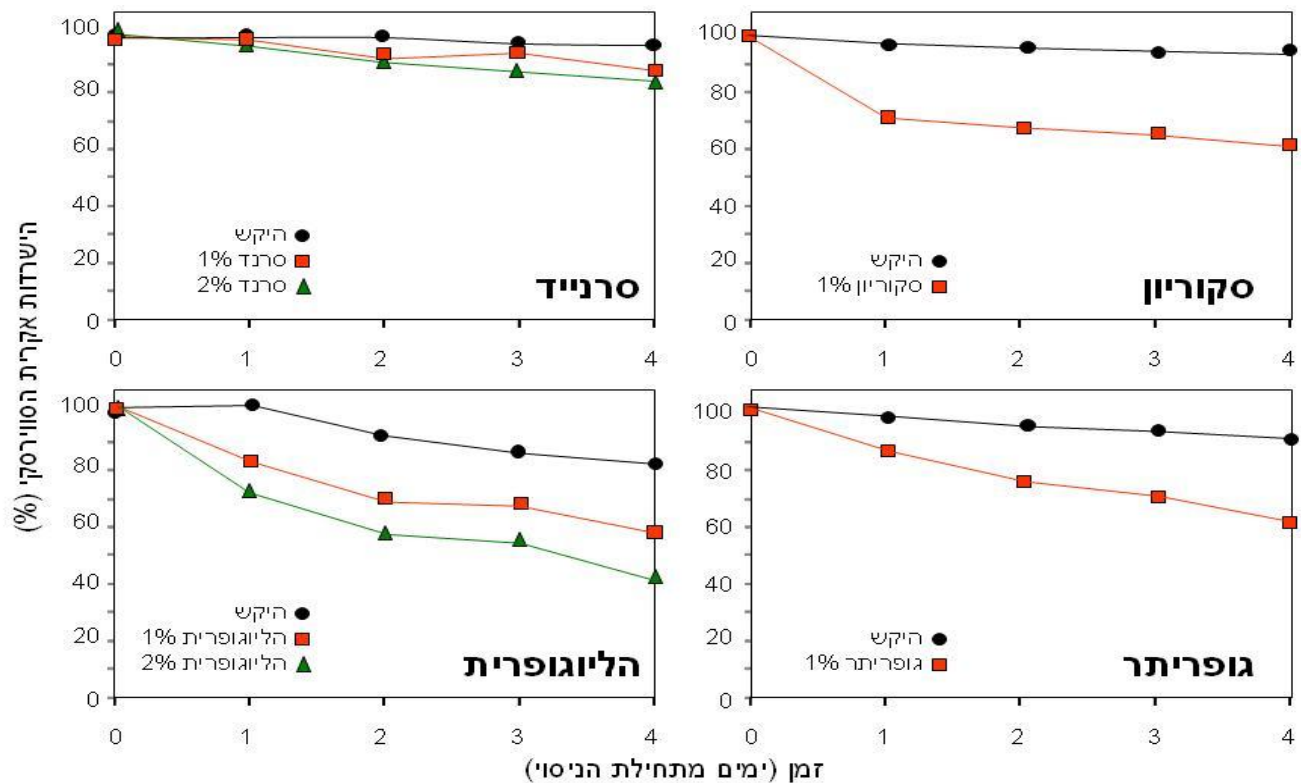


איור 7. השפעת תכשירי הדברה שונים המותרים בחקלאות אורגנית על התפתחות מחלת הקימחוניית בניסוי שבוצע בחוות הבשור באביב 2008. בסוף הניסוי, סימנים שלידם אותיות שונות, שונים זה מזה במובהק ננקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות $P \geq 0.05$).

2. השפעות הגומלין בין אמצעים המיושמים כנגד פגעים בגידול האורגני

2.1. השפעת חומרים המיושמים כנגד מחלות על האויבים הטבעיים. ניסוי מעבדה

בניסויים שבוצעו במעבדה, בתנאים מבוקרים, נבחנה ההשפעה של מספר תכשירי הדברה המתאימים לחקלאות אורגנית, והמיושמים להתמודדות עם מחוללי מחלות, כנגד אקרית הסבירסקי. עלי פלפל טופלו בתכשירים הנבחרים בטבילה; עלים שנטבלו במים שימשו כהיקש. לאחר שהעלים המטופלים התייבשו, הונחו עליהם אקריות טורפות. לעלים הוספה אבקה כמקור מזון לאקריות הטורפות. כל טיפול (ריכוז של תכשיר הדברה או היקש) כלל חמש חזרות של 10 אקריות; הניסויים בוצעו חמש פעמים. לאחר התחלת הניסוי נבחנה חיוניות האקריות הטורפות מידי יום, במשך חמישה ימים ונקבע שיעור ההישרדות, באחוזים. בעלים שטופלו במים שרדו רוב אקריות הסבירסקי במשך תקופת הניסוי (ערכי הישרדות של 82-97%, בניסויים השונים). התכשיר סרניד, בשני הריכוזים שנבחנו, לא השפיע בצורה משמעותית ומובהקת על הישרדות אקריות הסבירסקי. לעומת זאת, שלושת התכשירים האחרים שנבחנו, ההליוגופרית, גופרית וסקוריון, השפיעו על הישרדות האקריות הטורפות. ערכי ההישרדות בכל הריכוזים של התכשירים שנבחנו היו נמוכים מ- 65%. התכשיר ההליוגופרית בריכוז של 2% גרם לתמותה של 60% ויותר מהאקריות אחרי ארבעה ימים (איור 8).

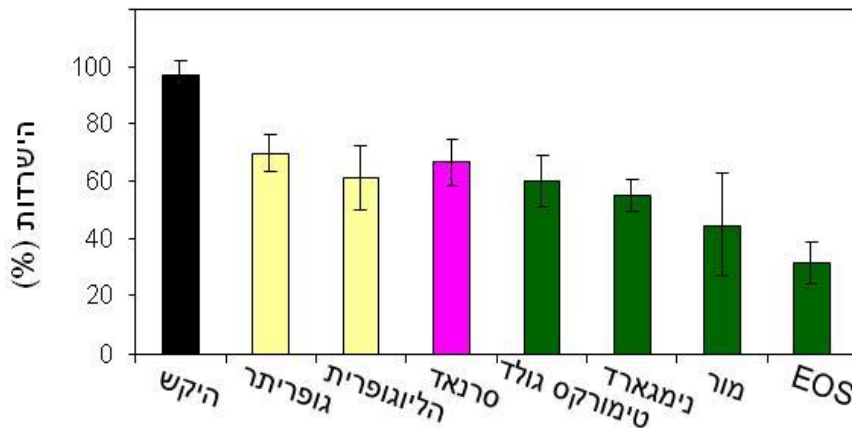


איור 8. השפעת תכשירי הדברה המיושמים בחקלאות האורגנית כנגד מחולי מחלה על כושר ההשרדות האקרית הטורפת *A. Swirskii* בניסויים שבוצעו בתנאים מבוקרים.

בסדרת ניסויים שנייה נבחנה ההשפעה של מספר פונגיצידים על הישרדות הפשפש הטורף אוריוס. עלי פלפל טופלו בתכשירים בריכוזים המומלצים; עלים שטופלו במים שימשו כהיקש. לאחר שהעלים המטופלים התייבשו, הונחו עליהם פרטי האוריוס והוספה אבקה כמקור מזון. לאחר התחלת הניסוי נבחנה חיוניות הפשפשים מידי יום, במשך ארבעה ימים, ונקבע שיעור ההישרדות באחוזים. בעלים שטופלו במים שרדו רוב פשפשי האוריוס במשך תקופת הניסוי (ערכי הישרדות של 97%). בעלים שטופלו בתכשירי גופרית ובסרנייד היה אחוז ההשרדות נמוך יותר (61-70%); אחוז ההשרדות נמוך עוד יותר (32-60%) נמצא בעלים שטופלו בשמנים שנבחנו (איור 9).

2.2.2. השפעת חומרים המיושמים כנגד מחלות על האויבים הטבעיים. ניסוי שדה

לניסוי שבוצע בחוות יאיר בעונת 2007/8 שתואר בסעיף 1.2.1. לעיל הייתה מטרה נוספת, לבחון את השפעת ריסוסי הליוגופרית על ההישרדות, הפעילות והיעילות של האויבים הטבעיים. לאחר הריסוס הראשון שיושם על פני כל שטח המיבנים בתאריך 14/10, חולקו המבנים של טיפולים מספר 3 (אוריוס במינון של 6 פרטים למ"ר) ו-4 (סבירסקי במינון של 100 פרטים למ"ר) לשני חלקים. החלק הראשון שהשתרע על שטח של שני-שליש המבנה טופל בהליוגופרית מידי שבועיים, כנגד מחלת הקימחוניות. החלק השני שהשתרע על השליש הנותר (שלוש ערוגות לאורך של 5 מ') חולק לשלושה חלקים שגודל כל אחד מהם היה ערוגה לאורך 5 מ'. בחלק הראשון המשיכו לרסס כנגד הקימחוניות כמו בשאר שטח המבנה, וכמו במבנים של הטיפולים האחרים (טיפול זה יקרא להלן "קימחוניות פלפלת"). בחלק השני יושמו ריסוסים כנגד הקימחוניות בשיטת הביטוח (טיפול זה יכונה להלן "קימחוניות-ביטוח"). בחלק השלישי (שיקרא להלן "קימחוניות-היקש") לא יושמו ריסוסי הליוגופרית נוספים עד לסוף העונה. בתקופה הרלוונטית לדו"ח זה יושמו ארבעה ריסוסים בטיפול הראשון והשני ("קימחוניות פלפלת" ו"קימחוניות-ביטוח"), באותם המועדים, ולכן כלל חלק זה של הניסוי בסופו של דבר רק שני טיפולים: מרוסס ולא מרוסס. מהתוצאות המפורטות בטבלה 3 עולה שריסוסי ההליוגופרית כנגד הקימחוניות לא השפיעו על גודל אוכלוסיית האוריוס בפרחים ועל גודל אוכלוסיית אקרית הסבירסקי על העלים. הריסוס בגופרית גם לא השפיע על הפעילות של האוריוס כנגד תפ"מ (טבלה 3).



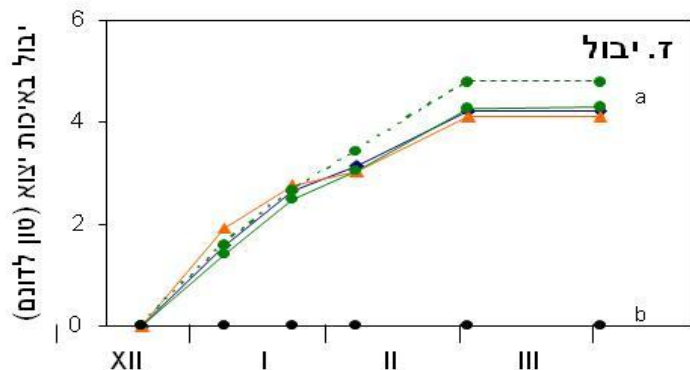
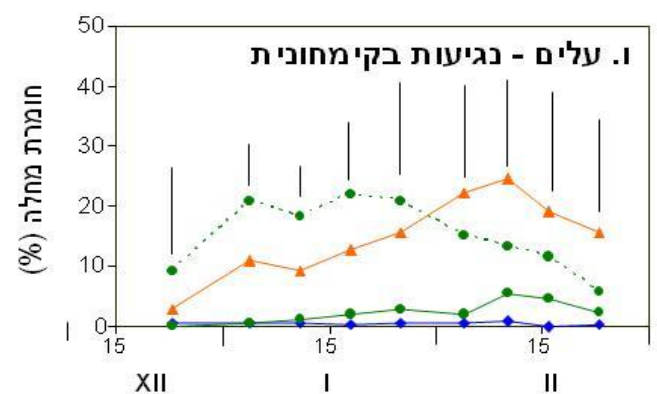
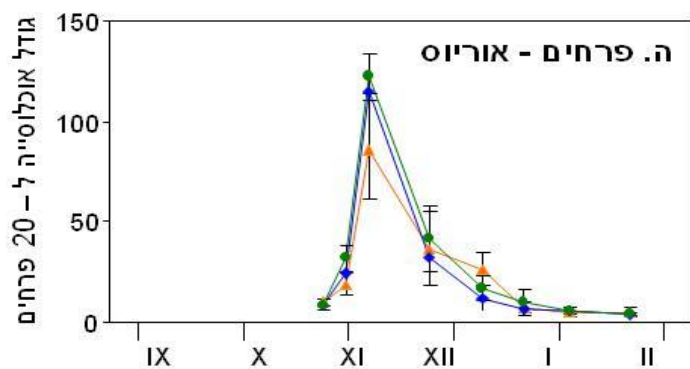
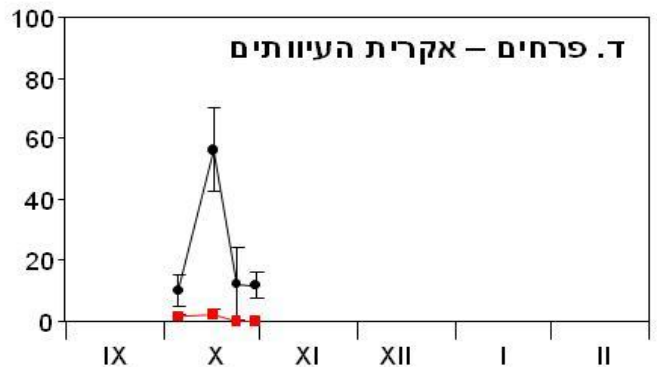
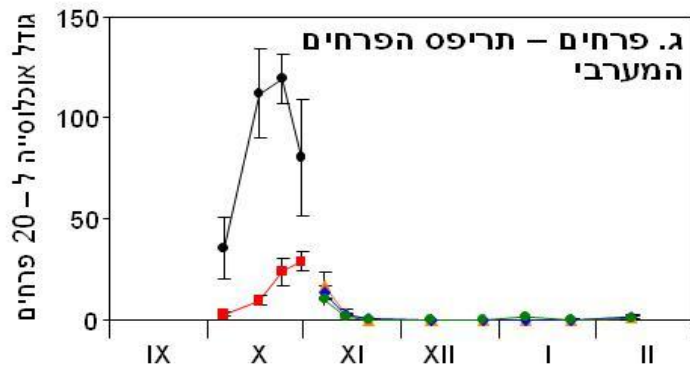
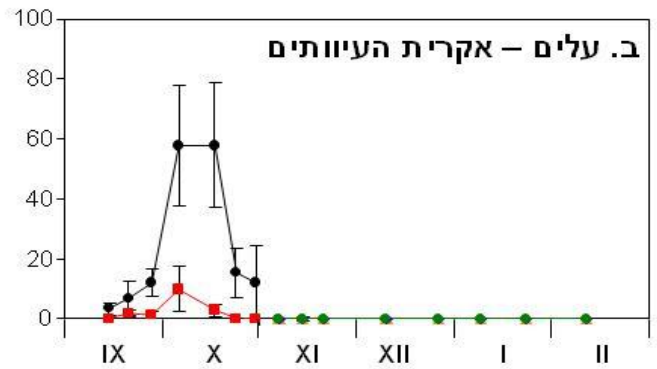
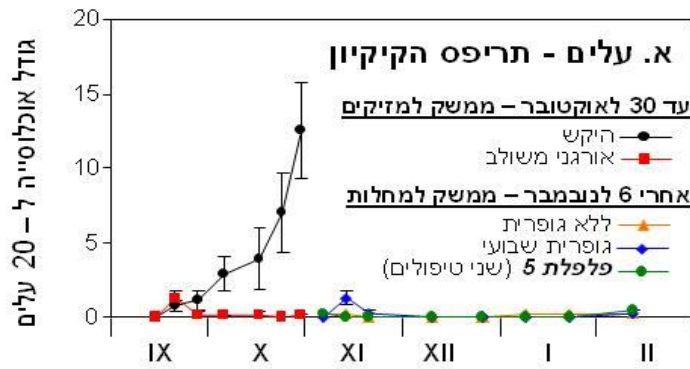
איור 9. השפעת פונגיצידים המותרים בחקלאות אורגנית על הישרדות הפשפש הטורף *Orius laevigatus* בניסוי שנערך בתנאים מבוקרים. הערכים מבטאים את אחוז הפרטים (N=60-80) ששרדו על עלים שטופלו בתכשירי ההדברה במינון המקובל אחרי 4 ימים. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית התקן.

טבלה 3. השפעת ריסוסי הליוגופרית (שימושם כנגד קימחוניות) על אוכלוסיות האוריוס ותרופס הפרחים המערבי על פרחי פלפל שנדגמו בין התאריכים 23 לאוקטובר ו- 27 לנובמבר בניסוי שבוצע בעונת 2007/8 בשטח האורגני של חוות יאיר

טיפול האויבים הטבעיים	טיפול נגד קימחונית	פרחים				
		תריפס הפרחים המערבי		אוריוס		
		בוגרים	נימפות	בוגרים	נימפות	
היקש	קימחונית פלפלת	6.0 ב*	5.4 ב	32.4 א	167.1 א	0.3 ב
אוריוס 6	קימחונית פלפלת	42.8 א	53.5 א	0.4 ג	1.3 ג	0.2 ב
	קימחונית-ביטוח	41.5 א	41.5 א	0.3 ג	0.6 ג	0.4 ב
	קימחונית-היקש	35.4 א	37.3 א	0.2 ג	1.0 ג	0.9 ב
סבירסקי 100	קימחונית פלפלת	3.9 ב	4.1 ב	22.8 אב	52.5 ב	24.2 א
	קימחונית-ביטוח	2.5 ב	2.1 ב	14.2 ב	31.3 ב	17.3 א
	קימחונית-היקש	2.6 ב	2.9 ב	13.8 ב	27.3 ב	16.4 א

*המספרים מציינים את מספר הפרטים ל- 20 עלים או פרחים. מספרים באותו הטור שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק כנקבע על פי מבחן HSD ($P \leq 0.05$).

השפעת הגופרית, המיושמת כנגד מחלת הקימחוניות, על פעילות האויבים הטבעיים נבחנה גם בניסוי שבצענו בעונת 2008/9 בתחנת יאיר בערבה. הניסוי כלל חמישה טיפולים והוא הוצב במבנים הדומים לאלה שפורטו למעלה, בארבע חזרות לכל טיפול. עד לתאריך 30 באוקטובר יושומו שני ממשקי בקרת מזיקים. בשמונה מבנים לא יושומו אויבים טבעיים כלל (היקש) וב- 12 המבנים הנותרים יושומו אויבים טבעיים כמקובל בממשק האורגני-משולב (ממשק הנמצא בבסיס מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת**). בחלקות ההיקש התפתחו אוכלוסיות גבוהות מאד של תרופס הקיקיון, אקרית העיותים ותפ"מ. המזיקים השמידו למעשה את הצמחים במבני טיפול ההיקש. לעומת זאת, במבנים בהם יושם הממשק האורגני-משולב התפתחה אוכלוסיית מזיקים נמוכה ולא הייתה פגיעה בהתפתחות התקינה של הצמחים (אוריוס 10א-10ד). לאחר 30 באוקטובר, החלה ההתמודדות עם מחלת הקימחוניות והמבנים שנותרו (אלה בהם יושם בשלב הראשון הממשק האורגני-משולב) חולקו לשלושה טיפולים. בטיפול אחד יושומו תכשירים שאינם תכשירי גופרית כנגד הקימחוניות (בסך הכל חמישה ריסוסים); בטיפול השני יושם התכשיר הליוגופרית מידי שבוע, ובסך הכל 16 ריסוסים כנגד הקימחוניות; בטיפול השלישי יושם התכשיר הליוגופרית על פי הנחיות מערכת **פלפלת**. פרטים על כך ימסרו בסעיף ג.3 להלן. מניתוח ממצאי הניסוי התברר שהריסוסים התכופים בגופרית לא השפיעו על ההישרדות ועל הפעילות של פשפשי האוריוס (איור 10ה) וגם לא היה הבדל מובהק בצבירת היבול בין הטיפולים השונים (איור 10ז).



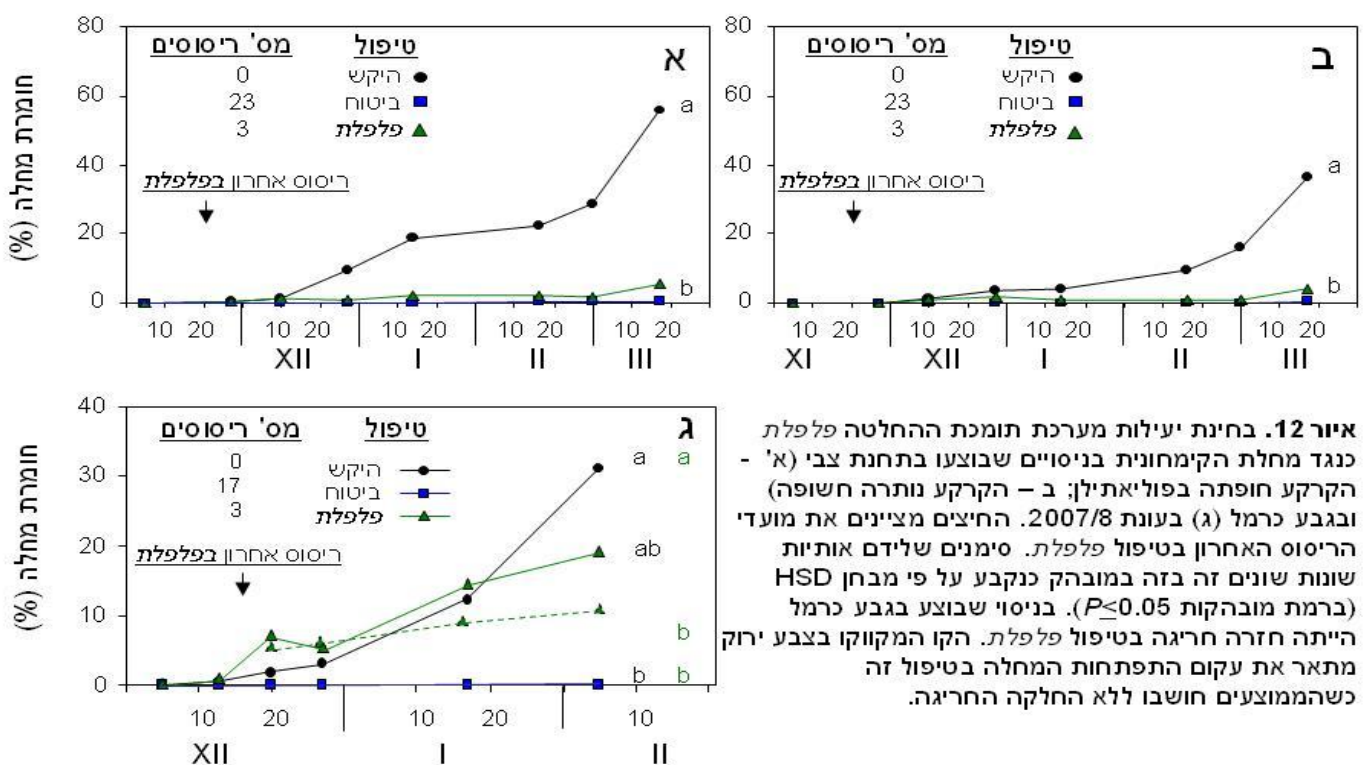
איור 10. השפעת ממשק טיפולי ההדברה על: גודל אוכלוסיות תריפס הקיקיון (א) ואקרית העיוותים (ב) בעלים; תריפס הפרחים המערבי (ג), אקרית העיוותים (ד) ואוריוס (ה) בפרחים; חומרת הנגיעות בקימחונית (ו) והיבול באיכות יצוא (ז) בניסוי שבוצע בעונת 2008/9 בחוות יאיר. בתחילת העונה (עד ל-30 לאוקטובר) היו שני ממשקי טיפול כנגד מזיקים. ממועד זה ואילך נותר רק הטיפול בו יושם הממשק האורגני משולב כנגד המזיקים; בחלקות אלה יושמו בהמשך ארבעה ממשקי ריסוס כנגד מחלת הקימחונית (מהם שניים של מערכת פלפלת). באיורים א-ה הקווים האנכיים מייצגים את שגיאת התקן; באיור ו הקווים האנכיים מייצגים את התחום הקטן ביותר המובהק (LSD); באיור ז סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק.

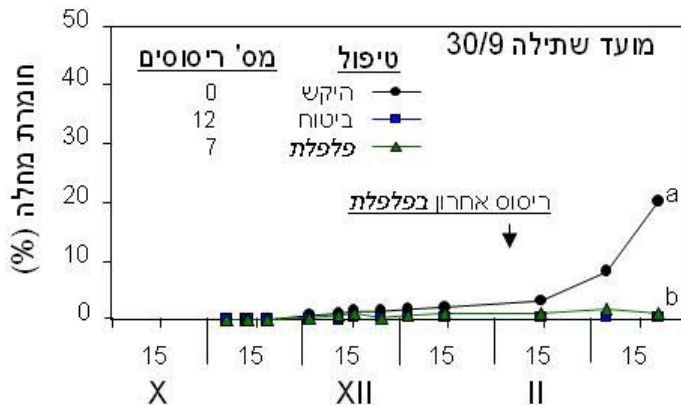
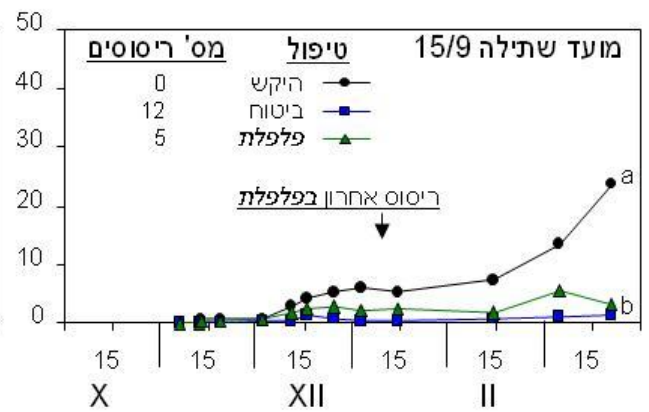
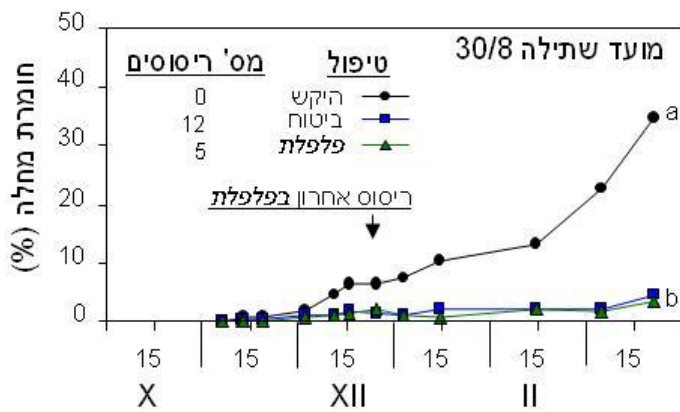
ג.3. פיתוח כלים ליישום הממצאים ובחינתם

ג.3.1. גישה מיטבית להתמודדות עם מחלות ומזיקים תוך התמקדות במחלת הקימחוניית

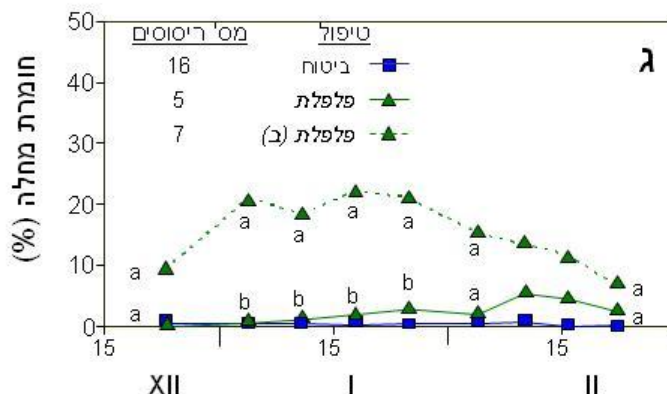
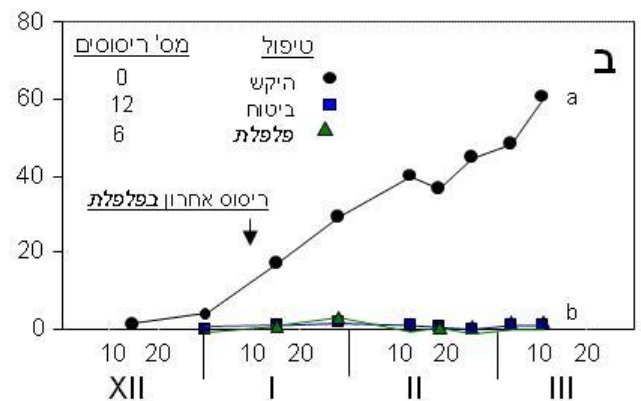
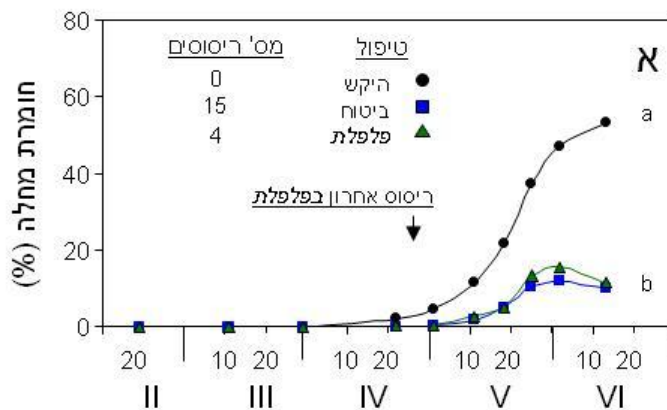
במחקרים קודמים פיתחנו עקרונות להתמודדות עם מחלת הקימחוניית. העקרונות סוכמו בתהליך קבלת החלטות שנקרא **פלפלת**. במסגרת המחקר הנוכחי הכנו יחד עם אנשי ביו-בי תרשימי זרימה המתארים בצורה גראפית את התהליכים ושלבי הפעולה, כולל תרחישים שונים, בהם יש לנקוט כדי להתמודד עם מזיקי הפלפל הבאים: אקרית העיוותים, אקריות קורים, תריפס הקיקיון, תריפס קליפורני, כנימות עלה, כנימת עש הטבק, זחלי עשים, רכנף חיור, קימחית הסולניים וצרצרים. תרשימי הזרימה מתארים בצורה גראפית את עקרונות ההדברה הביולוגית-משולבת שפותחו על ידי חברת ביו-בי ואחרים. תרשים זרימה של מחלת הקימחוניית מתואר באיור מספר 11 (בנספח). המערכת הכוללת, שבשלב זה היא בצורה של אוסף תרשימי זרימה נקראת מערכת **פלפלת-5**. במהלך עונת 2008/9 נבחנה המערכת הלכה למעשה על ידי ארבעה פקחים של חברת ביו-בי בחלקות מסחריות אורגניות. בדו"ח זה יפורטו הניסויים שבצענו במשך השנים בהתייחס למחלת הקימחוניית, המחלה החשובה ביותר בגידול הפלפל.

על פי מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת** יש להפעיל את ההדברה הכימית עם זיהוי תסמיני המחלה הראשונים בחלקה. הריסוסים העוקבים מיושמים מידי שבועיים עד תחילת הקטיף. במועד זה, אם חומרת המחלה נמוכה אין צורך בריסוסים נוספים עד לסוף העונה; אם חומרת המחלה בינונית או גבוהה יש להמשיך ולרסס במרווחים של בין שבועיים לשלושה שבועות עד חודשיים לפני תום הקטיף. גירסה זו של מערכת **פלפלת** נבחנה בעונות 2007/8 ו-2008/9 בתשעה ניסויים שבוצעו בארבעה אזורים בארץ: בחוף הכרמל, בבשור, בבקעה ובערבה הצפונית. בכל הניסויים נכללו שלושה טיפולים: **1. היקש**; **2. ביטוח**: טיפול בו יושם הריסוס הראשון לפני זיהוי המחלה, כריסוס הגנתי, והריסוסים העוקבים יושמו מידי שבוע-שבועיים עד לאמצע ינואר, אז הוגדל המרווח לפעם בשבועיים-שלושה; **3. פלפלת**: טיפול בו יושמו הריסוסים על פי הנחיות מערכת תומכת ההחלטה. בכל הניסויים והטיפולים יושם תכשיר ההדברה הליוגופרית בריכוז 1% ממרסס גב. בחלקות היקש של כל הניסויים התפתחו מגיפות בחומרה בינונית (נגיעות סופית של 20-35%) עד קשה (נגיעות סופית >50%). בטיפול הביטוח יושמו 12-23 ריסוסים (ובממוצע 15.8 ± 1.5). בכל הניסויים הייתה חומרת המחלה בטיפול הביטוח נמוכה מאד במהלך כל העונה (איורים 12-14). בטיפול **פלפלת** יושמו 3-7 ריסוסים (ובממוצע 4.7 ± 0.5). בעיקרון, יעילות ההדברה בטיפול הפלפלת לא נפלה מיעילות חלקות הביטוח והיא הייתה נמוכה מזו שהתפתחה בחלקות ההיקש (איורים 12-14). חשוב להדגיש שמרבית הניסויים שבוצעו במסגרת מחקר זה, כולל אלה בהם נבחנה מערכת **פלפלת**, בוצעו בעונת הגידול החורפית ולכן הממצאים תקפים רק לגבי עונת גידול זו.





איור 13. בחינת יעילות מערכת תומכת ההחלטה פלפלת כנגד מחלת הקימחנית בניסויים שבוצעו בתחנת זוהר בעונת 2007/8. הניסוי כלל שלושה מועדי שתילה. החיצים מציינים את מועד הריסוס האחרון בטיפול פלפלת. סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה בזה במובהק ננקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות $P \leq 0.05$).

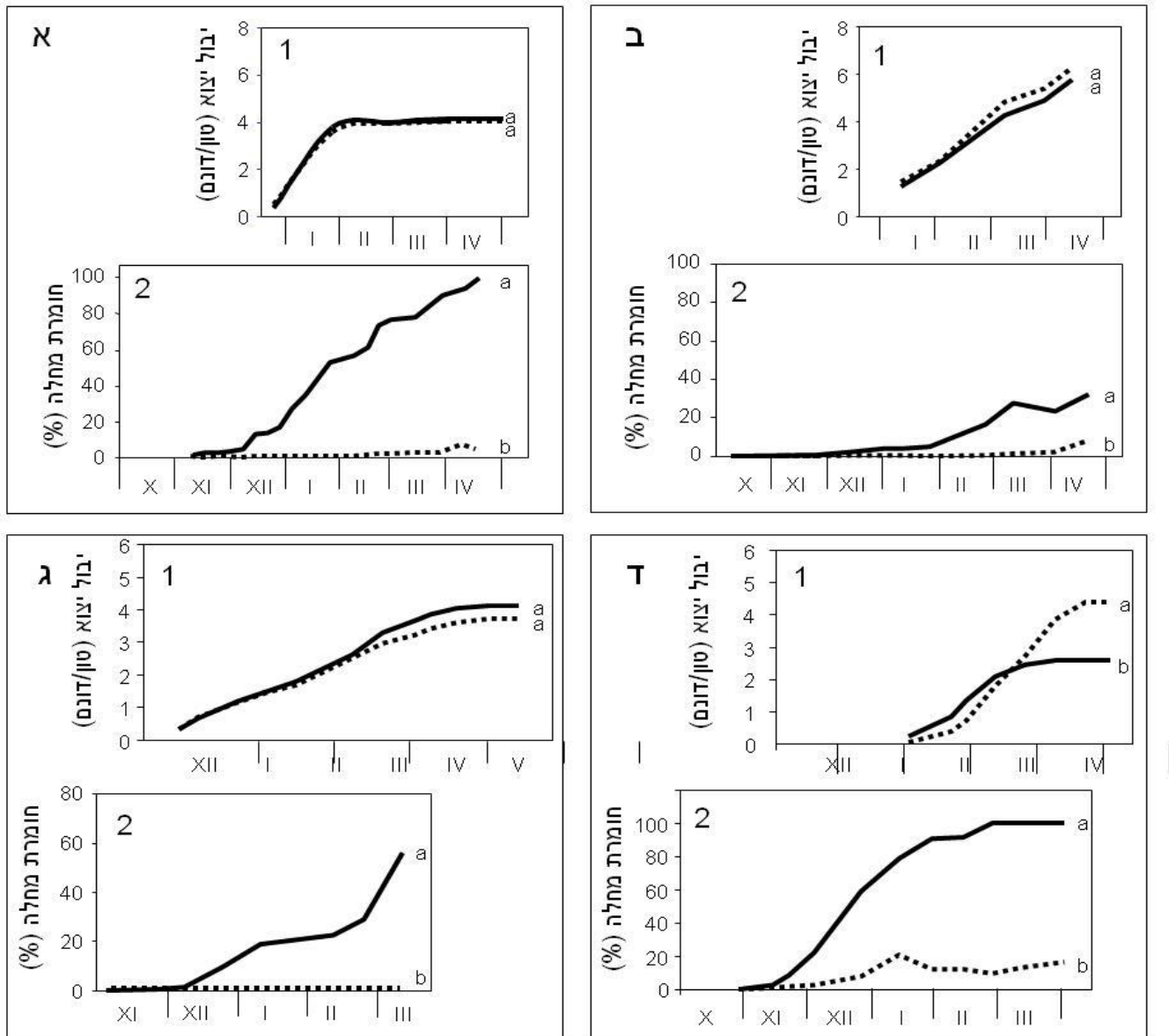


איור 14. בחינת יעילות מערכת תומכת ההחלטה פלפלת כנגד מחלת הקימחנית בניסויים שבוצעו בחוות הבשור (א), בתחנת צבי (ב) ובחנות יאיר (ג) בעונת 2008/9. החיצים מציינים את מועד הריסוס האחרון בטיפול פלפלת. סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה בזה במובהק ננקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות $P \leq 0.05$). בניסוי שבוצע בתחנת יאיר הייתה חומרת המחלה בטיפול פלפלת בתחילת הקטיפה גבוהה בשתי חלקות ניסוי. בחלקות אלה יושמו עוד שני ריסוסים נוספים וחומרת המחלה בהן מסומנת כטיפול פלפלת (ב).

3.2.ג. השפעת מחלת הקימחנית על היבול ופיתוח מודל להערכת נזקים

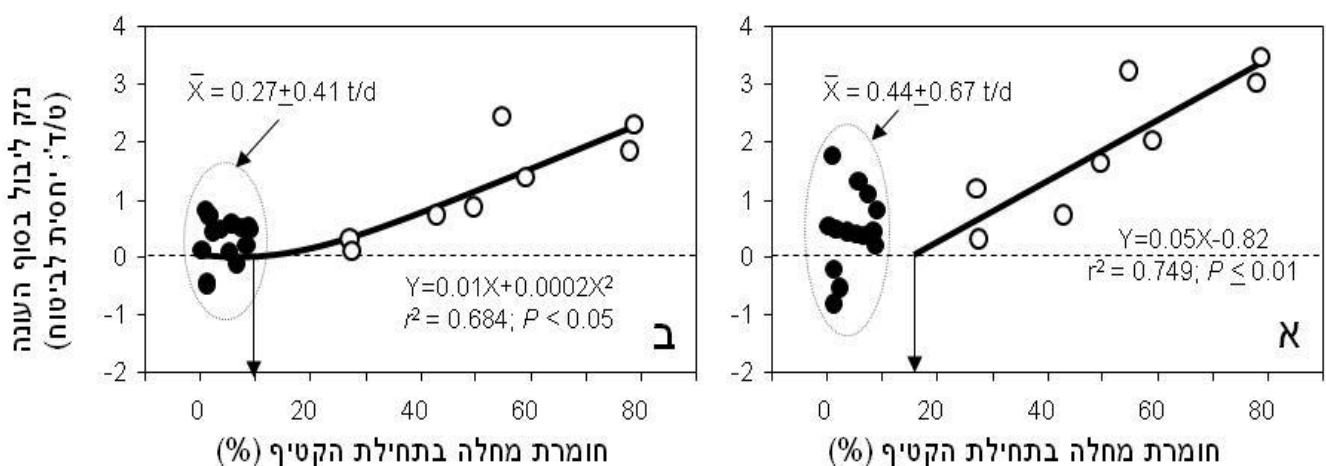
במהלך חמש השנים האחרונות (ובכלל זה – שלוש שנות המחקר הנוכחי) בצענו ניסויים רבים לבחינת נושאים שונים הקשורים להתמודדות עם מחלת הקימחנית. בכל הניסויים היו חלקות היקש, בהן לא יושמו כלל ריסוסים כנגד המחלה, וחלקות בהן יושמו הריסוסים על פי שיטת הביטוח; בחלקות אלה ההדברה הייתה יעילה מאוד והמחלה לא

התפתחה כלל או שהיא התפתחה בעוצמה נמוכה מאד עד לסוף העונה. ב- 26 ניסויים נאסף היבול ונשקל. ניתוח הנתונים העלה שב- 20 מתוך 26 הניסויים ההבדלים ביבול באיכות יצוא בין חלקות ההיקש לחלקות טיפול הביטוח לא היו מובהקים. תוצאות דומות התקבלו בעת בחינת השפעת המחלה על היבול הכללי (ולא רק היבול באיכות יצוא). הממצאים היוו הפתעה מפני שבכל הניסויים היו הבדלים משמעותיים בעוצמת המגיפה בין שני הטיפולים ומפני שמקובל להניח שמחלת הקימחונית משפיעה בצורה משמעותית על היבול. כדי להסביר את הממצאים מוצגים כאן עקומי התפתחות המחלה ועקומי צבירת היבול בשני הטיפולים כפי שהוערכו ונמדדו בארבעה ניסויים מייצגים (איור 15). מתברר, שהשפעת המחלה על היבול תלויה ביחסי הגומלין המתקיימים בין שני התהליכים הדינאמיים הללו: במקרים בהם מועד הופעת המחלה והתפרצותה היו מאוחרים (יחסית למועד צבירת היבול) לא נגרם ליבול נזק כלל; כשמועד התפרצות המחלה התרחש במקביל למועד צבירת היבול נגרם ליבול נזק בינוני וכשמועד התפרצות המחלה היה בשלבים מוקדמים של צבירת היבול נגרם מהמחלה נזק משמעותי (איור 15). מאחר ושכיחות המקרים בהם המחלה מתפרצת מוקדם נמוכה, ברוב המקרים המחלה לא גרמה כלל נזק ליבול.



איור 15. השפעת טיפול הביטוח על התפתחות מחלת הקימחונית (איורים המסומנים בספרה 1) ועל היבול (איורים המסומנים בספרה 2) בארבעה ניסויים מייצגים: א. ניסוי שבוצע בעונת 2004/5 במינהרה עבירה בחוות יאיר; ב. ניסוי שבוצע בחממה בעונת 2005/6 בחוות יאיר; ג. ניסוי שבוצע בבית רשת בעונת 2007/8 בתחנת צבי; ד. ניסוי שבוצע בחממה בעונת 2007/8 בחוות יאיר. קו מלא: היקש; קו מקווקו: טיפול הביטוח. תכשיר ההדברה הליוגופרית יושם מידי שבוע בריכוז של 1%. בשני האיורים המייצגים כל ניסוי ציר הזמן מיושר כדי לאפשר השוואה בין הדינאמיקה של התפתחות המחלה לדינאמיקה של צבירת היבול. בסוף העונה, עקומים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על ידי מבחן LSD.

השתמשנו בנתונים שנאספו בניסויים אלה כדי לפתח מודל להערכת נזקים מהמחלה. כדי שניתן יהיה להשתמש במודל שיפותח לקבלת החלטות, השתמשנו במודל הנקרא מודל השלב הקריטי. במודל השלב הקריטי מתואר הקשר הכמותי בין עוצמת המחלה בשלב מוגדר כלשהוא במהלך העונה (= השלב הקריטי) ליבול, או לנזק הנגרם ליבול, בסוף העונה. אם השלב הקריטי מוקדם מספיק, ניתן לחזות את הנזק שיגרם ליבול בסוף העונה במידה ולא יופעלו אמצעים להתמודדות עם המחלה. המודל לכן יכול לשמש לקביעת הצורך ביישום אמצעים להתמודדות עם המחלה בהמשך העונה. מועד השלב הקריטי יכול להקבע שרירותית, ובלבד שהוא יהיה שלב מוגדר וברור במהלך הגידול. באיור 16 מתואר הקשר בין חומרת המחלה (באחוזים) בתחילת הקטיף (השלב הקריטי) לנזק שנגרם ליבול בסוף העונה בכל אחד מהניסויים שבצענו. הגדרנו את הנזק כהפרש (בטון לדונם) בין יבול חלקות טיפול הביטוח לחלקות טיפול ההיקש. החישוב בוצע עבור היבול באיכות יצוא ועבור היבול המשווק הכללי (יצוא+שוק מקומי). בשני המקרים התקבלו ממצאים דומים: כשחומרת המחלה בתחילת הקטיף הייתה 10% או פחות, התקבל "ענף" של 20 נקודות בו לא היה קשר ברור בין חומרת המחלה לנזק (נקודות שחורות באיור 16). בענף זה נכללו מצבים בהם היבול בחלקות טיפול הביטוח היה גבוה מיבול חלקות ההיקש ומצבים הפוכים, בהם היבול החלקות ההיקש היה גבוה מיבול חלקות הביטוח. בכל מקרה, הערך הממוצע של הנזק ליבול במצבים אלה 0.27 ± 0.44 טון לדונם, ליבול באיכות יצוא וביבול הכללי, בהתאמה) לא היה שונה במובהק מ-0. לעומת זאת, התקבל קשר מובהק מאוד בין עוצמת המחלה בתחילת הקטיף לנזק שנגרם ליבול בניסויים הנותרים (סימנים ריקים באיור 16). הקשר היה חיובי ומשמעותו היא שככל שחומרת המחלה בתחילת הקטיף הייתה גבוהה יותר, כך היה הנזק ליבול בסוף העונה גבוה יותר. המקום בו נפגשים קווי הרגרסיה עם קו האפס יכול לשמש כסף להגדרת הצורך בהמשך ההתמודדות עם המחלה; קו זה מסומן באיור 16 בחיצים אנכיים. המשמעות היא שבתחילת הקטיף ניתן להעריך את חומרת המחלה ולהשתמש במידע לחיזוי הנזק שיגרם ליבול במידה ולא יבוצעו פעולות הדברה ממועד זה והלאה. על פי המודל עולה שבמידה וחומרת המחלה בתחילת הקטיף נמוכה מ-10%, לא צפוי שיגרם נזק ליבול (גם אם המחלה תמשיך ותתפתח) ולכן אין צורך ליישם ריסוסים כלל עד לסוף העונה. המודל פותח על סמך נתונים שנאספו בניסויים בהם החנטה נפסקת בחורף והקטיף נמשך עד חודש אפריל. באזורים בהם החנטה נמשכת במהלך החורף ו/או במקומות בהם הקטיף נמשך בחודש מאי ולאחר מכן, המודל אינו תקף.



איור 16. מודל השלב הקריטי לחיזוי הנזק שיגרם ליבול הפלפל מהתפתחות מחלת הקימחוני. א. השפעה על היבול הכולל (יצוא+שוק מקומי); ב. השפעה על היבול באיכות יצוא. השלב הקריטי (מועד הערכת הנגיעות) היה תחילת הקטיף. הנתונים נאספו ב-26 ניסויי שדה שבוצעו במהלך עונות הגידול 2004/5-2008/9 במקומות שונים בארץ. הסברים נמצאים בטקסט.

תוכנית מחקר זו לא הייתה תוכנית רגילה מאחר והיא עסקה במספר רב של פגעים (ולא רק בפגע אחד, כמרבית המחקרים), מפני שהפגעים שנחקרו בה היו מממלכות שונות (פטירות ומזיקים) ומפני שהיא התרכזת בהשפעות הגומלין שבין הפגעים ובין האמצעים המיושמים כנגדם. הפגעים הנפוצים ביותר במבני הגידול של פלפל בערבה ובבקעה הם אקריות, תריפסים וקימחוניות. זחלים שונים (לפיגמה, פלוסיה או פרודניה), כנימות עש הטבק, פגיעות מחגבים וריקבונות שנגרמו ממחלת העובש האפור נצפו בחלק מהמבנים. דרגות החומרה ומידת הנזק שנגרמו מהפגעים היו שונים בין מבנים באותו אזור, בין אזורים ובין שנים. מאחר ולא ניתן לדעת מראש מי מהפגעים יתפתח ומה תהיה עוצמתו, כדי להגן על הגידול יש לפתח ממשק הדברה כולל המתייחס לכלל הפגעים המאיימים על הגידול. גישה זו, המתייחסת לגידול בשלמותו, כמכלול, היא הבסיס של החקלאות האורגנית הייתה הבסיס למחקר זה. ממצאי המחקר יועדו אמנם למגדלים האורגניים אבל ניתן יהיה ליישם גם בחלקות המגודלות על שיטות הגידול הקונבנצנאליות. בסקרים שבצענו בשתי שנות המחקר הראשונות בחלקות מסחריות מצאנו שבמרבית המקרים בהם היו התפרצויות של פגעים הם נגרמו כתוצאה מכשלים בהדברה. כך למשל הראנו שהיו יותר צמחים עם קודקוד צימוח מעוות ומעוכב (נזק שנגרם מהתפתחות תריפסים ואקריות) באזורים הסמוכים לפתחי המבנים או לנקודות בהן היו קרעים/פרצות/פתחים ברשתות המבנים. באותו האופן, נראה שכשלונות בהדברת הקימחוניות נבעו מתזמון שגוי של הריסוסים. אבל, היו גם מקרים בהם נראה היה לכאורה שממשק ההדברה יושם כראוי, ובכל זאת הייתה התפרצות של מזיקים ומחלות. אחת האפשרויות לכישלון ההדברה הוא יחסי גומלין שליליים (אנטגוניזם) בין אמצעי ההדברה. השפעות הגומלין (לשלילה ולחיוב) בין אמצעי הדברה נבחנו בהרחבה במחקר זה. בנוסף, בחנו את היעילות של אמצעים ידידותיים לסביבה כמו אויבים טבעיים להתמודדות עם מזיקים ואמצעים שאינם תכשירי הדברה כימיים רעילים כנגד מחוללי המחלות.

בשני ניסויים שבצענו בחוות יאיר ובהם נבחנו ההשפעה המשולבת של אוריום ואקריות הסבירסקי על תמ"פ ואקריות העיוותים לא נמצאה השפעת גומלין שלילית בין שני המדבירים. היו הבדלים ביעילות של המדבירים כנגד המזיקים, אבל כששניהם יושמו במשולב הייתה הדברה טובה של המזיקים בשני הניסויים. יותר מכך, בניסוי השני בחלקות בהן פוזרו האויבים הטבעיים הנזק ליבול היה מזערי בעוד שבחלקות ההיקש רוב הפירות שנקטפו בחודשים נובמבר-דצמבר נפסלו לשיווק (בגלל נזקי תריפס). ממצאים אלה מחזקים ממצאים של ניסויים רבים אחרים שבוצעו בנושא על ידי חלק מהשותפים במחקר זה.

בחקלאות האורגנית מקובל ליישם כנגד מחלת הקימחוניות תכשירי גופרית שונים. התכשירים יעילים גם נגד חלק מהמזיקים, אך יש הבדל במועדים בהם יש צורך ליישם את הגופרית כנגד הפגעים השונים; במרבית המקרים מיושם הריסוס כנגד המזיקים בתחילת העונה, עוד לפני שיש צורך לרסס כנגד הקימחוניות. בתקופה בה מרססים את תכשירי הגופרית כנגד הקימחוניות מפזרים גם את האויבים הטבעיים כנגד המזיקים. בניסויים שבצענו במעבדה בחנו אם תכשירי הדברה המתאימים לחקלאות האורגנית משפיעים בצורה שלילית על האויבים הטבעיים. מצאנו שחלק מהתכשירים השפיעו בצורה שלילית על הישרדות אקריות הסבירסקי ועל הישרדות פששי האוריום. אבל, בניסוי שבוצע בחוות יאיר בעונת 2007/8 במבני גידול לא הייתה השפעה לריסוס הגופרית על ההישרדות של האויבים הטבעיים ועל פעילותם כנגד תפ"מ. מאחר וממצאים דומים התקבלו גם בניסויים אחרים ומפני שהאויבים הטבעיים היו יעילים בניסויי השדה שבצענו, נראה שממצאי ניסויי המעבדה לא מייצגים במקרה זה את המערכת הטבעית.

בסידרת ניסויים שבצענו במקומות שונים (ערבה, בשור וחוף כרמל) בחנו את היעילות של אמצעי הדברה שונים, המתאימים לחקלאות האורגנית, כנגד מחלת הקימחוניות ומחלת העובש האפור. הליוגופרית היה יעיל (מאד) כנגד קימחוניות בכל הניסויים אך לא כנגד עובש אפור טימורקס גולד צרב את העלים בריכוזים גבוהים והפחית את הנגיעות בקימחוניות בשניים מתוך שלושת הניסויים והשמנים נימגארד ומור+גניקן היו יעילים במידת מה כנגד הקימחוניות. סרנייד לא היה יעיל כנגד הקימחוניות בשני הניסויים בהם נבחן והוא אף גרם לצריבות על העלים. חיפוי קרקע ביריעות פוליאאתילן הפחית במידת מה את הנגיעות בעובש אפור אך הגביר את הנגיעות בקימחוניות. זו דוגמא טובה להשפעת גומלין שלילית של אמצעי הדברה מסויים. תוצאה שלילית התקבלה גם בטיפול בו הורחקו אברי

הצמחים שהתפתחו עליהם תסמיני מחלת העובש האפור (טיפול הסניטציה). הנגיעות במחלה בטיפול זה הייתה גבוהה יותר מאשר בחלקות ההיקש בהן לא בוצעה הסניטציה. יתכ שהסיבה לכך הייתה התפתחות המחלה בפצעים שנגרמו במהלך ביצוע פעולות הסניטציה. בכל מקרה, יש לחזור ולאושש ממצאים אלה.

במסגרת המחקר הקדשמו מאמצים רבים לפתח גישה מיטבית להתמודדות עם מחלת הקימחוניית. התמקדנו

במחלת הקימחוניית מפני שהיא המחלה החשובה ביותר של הגידול בישראל ומפני שלפגעים החשובים האחרים של הגידול, מזיקים יש פתרונות יעילים. פתרונות אלה פותחו במשך השנים (על ידי חלק מהשותפים במחקר זה, ואחרים), הם מיושמים בקנה מידה רחב ומאפשרים להתמודד עם המזיקים תוך יישום מזערי של תכשירי הדברה כימיים. פלפל הוא גידול אינטנסיבי. היבולים גבוהים ושווי התוצרת המשווקת לשוק המקומי והמיוצאת לחו"ל מגיע לעשרות אלפי שקלים לדונם, לעונה. עלות ההדברה של מחלת הקימחוניית, באופן יחסי לערך היבול, שולית. לכן המגדלים עושים כל מאמץ להדביר את המחלה ביעילות המירבית האפשרית. ריסוסים מיושמים גם אם אין בהם צורך בהם (מפני שהתנאים לא מתאימים להתפתחות המחלה) וגם אם התפתחות המחלה לא גורמת נזק ליבול. מטרת ממשק זה (הנקרא ממשק ביטוח) הוא להדביר את המחלה, לא לבקר אותה. על פי אסטרטגיה זו מיושמים ריסוסים רבים למרות שברור שחלקם (אם לא רובם) מיותרים. ממשק ההדברה זה הגיוני ב"כללי המשחק" הנוכחיים. ברור לגמרי שמבחינה פסיכולוגית יהיה קשה לשכנע את המגדלים, שבמשך שנים השקיעו מאמצים למנוע את התפתחות הקימחוניית בכל רמה שהיא, לשנות את אסטרטגיית הפעולה שלהם. הם לא יעשו זאת אלא אם יכריחו אותם. עובדות אלה היו ידועות כשהתחלנו את מיזם חוס"ן-פלפל. המיזם הוקם כדי להקדים תרופה למכה ומטרתו היא להכין את האמצעים שיאפשרו להתמודד עם המחלה במצב בו כללי המשחק ישתנו, ולא ניתן יהיה עוד להתמודד עם המחלה באסטרטגיה של ביטוח. בתשעת הניסויים בהם בחנו את היעילות של מערכת **פלפלת** המחלה הודברה ביעילות, בדומה לזו שהתקבלה בחלקות בהן יושמו ריסוסים על פי ממשק הביטוח. זאת למרות העובדה שבחלקות **פלפלת** יושמו 4.7 ריסוסים בממוצע בהשוואה ל - 15.8 ריסוסים שיושמו בממוצע בחלקות טיפל הביטוח. הממצאים החשובים ביותר שעלו מהניסויים (מבחינת ההתמודדות עם המחלה) הם שהריסוסים המשפיעים ביותר על המחלה הם אלה המיושמים בתחילת המגיפה ושבמצבים בהם חומרת המחלה נמוכה, ניתן להפסיק את ההדברה הכימית של המחלה כבר במועד תחילת הקטיפה בלי לפגוע ביעילות ההדברה עד לסוף העונה. במקביל למחקר זה ביצעו פיבוניה וחוב' סידרת ניסויים בהם נמצא שניתן להתמודד עם המחלה ביעילות באמצעות יישום של תכשירי הדברה סיסטמיים (כמו עמיסטר) בהגמעה דרך מערכת ההשקיה. התברר, ששני יישומים של טיפול הגמעה, עם הופעת המחלה ואו מעט לפני מועד ההופעה המקובל באזור, מאפשר להתמודד עם המחלה ביעילות במשך חלק ניכר מהעונה ולעיתים גם כולה. ממצאים אלה מחזקים את הממצאים שעלו מהמחקר הנוכחי לגבי הצורך למקד את עיקר המאמץ להתמודדות עם המחלה בתחילת המגיפה ולגבי החשיבות הפחותה של ההתמודדות עימה בהמשך. חשוב להדגיש שבמחקר הנוכחי התמקדנו בעונת הגידול החורפית (שתילות אוגוסט-ספטמבר ; סיום גידול אפריל מאי) ולכן הממצאים תקפים רק לגבי עונת גידול זו.

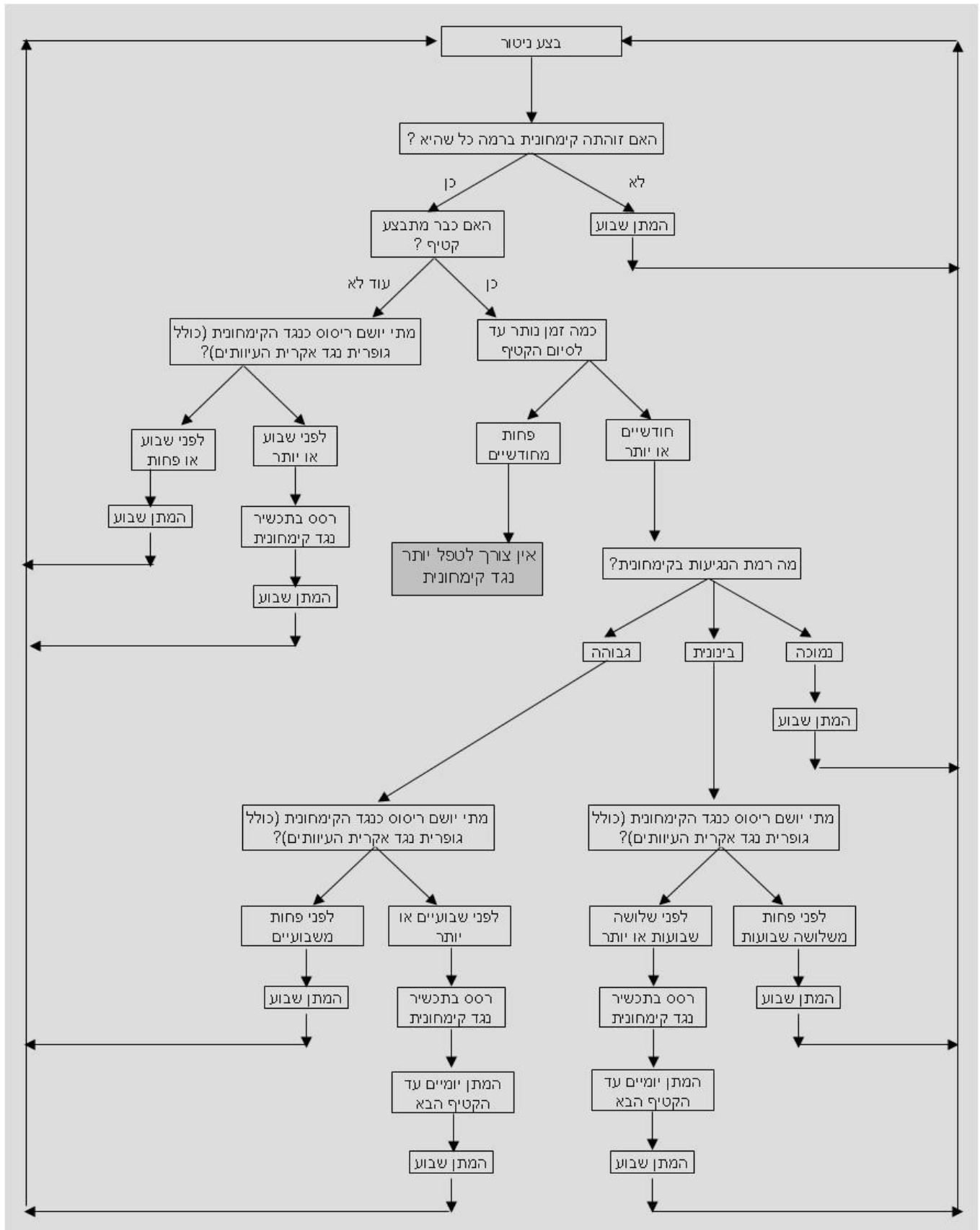
ממצא מעניין נוסף שעלה מהניסויים שבצענו במסגרת המחקר קשור להשפעת המחלה על היבול. מקובל להניח שמחלת הקימחוניית גורמת לנזקים חמורים ליבול, ובמיוחד ליבול באיכות יצוא. זאת בגלל הפגיעה בקצב הפוטוסינתזה הנגרמת עקב הפחיתת בשטח הירוק, המטמיע, של העלים ומפני שנשירת העלים הנגועים חושפת את הפירות לשמש וכתוצאה מכך נוצרים על הפירות "כתמי שמש" הפוסלים את היבול ליצוא. מניתוח הממצאים של 26 ניסויים התברר שהמחלה אכן גורמת לנזק ליבול (הכללי ובאיכות יצוא), אך עוצמת הנזק פחותה בהרבה מזו המקובלת. רק בשישה ניסויים מתוך ה - 26 שבוצעו נגרם נזק ליבול. הנזק נגרם במקרים בהם המחלה הופיעה מוקדם והמגיפה התפרצה עוד לפני תחילת צבירת היבול. לא ניתן להסיק ממצאים אלה שאין צורך להתמודד עם המחלה; אבל ניתן להסיק מהם שאפשר ליעל את דרך ההתמודדות איתה תוך התחשבות בנזק הצפוי. ניתן לחזות את הנזק, עוד בשלב תחילת הקטיפה, על פי המודל להערכת הנזקים שפיתחנו. על פי המודל, אם קיימת בתחילת הקטיפה נגיעות שחומרתה פחותה מ - 10% לא יגרם נזק ליבול (הכללי, או באיכות יצוא) עד לסוף העונה. חומרת נגיעות זו הוגדרה כחומרה "גבוהה" על פי מערכת **פלפלת** והיא מחייבת המשך ההתמודדות עם המחלה. תקפות המודל צריכה עדיין להיבדק באזורים בהם נמשכת החנטה במהלך החורף ועל כן הקטיפה נמשך עד סוף מאי.

ה. פרוט מלא של הפרסומים המדעיים

1. שטיינברג ד, אלעד י, פיבוניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2006) פתוח מערך אינטגרטיבי להתמודדות עם מחלות ומזיקים בפלפל בערבה: מיזם חוסן-פלפל. חקלאי ישראל 29 : 24,26.
2. שטיינברג ד, אלעד י, פיבוניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אורן ש, גדיאל א, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2007) מיזם חוסן-פלפל, תוצאות הניסויים שבוצעו בעונת 2005/6 (חלק ראשון). גן, שדה ומשק 2007 (1) : 24-30.
3. שטיינברג ד, אלעד י, פיבוניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אורן ש, גדיאל א, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2007) מיזם חוסן-פלפל, תוצאות הניסויים שבוצעו בעונת 2005/6 (חלק שני). גן, שדה ומשק 2007 (2) : 66-77.
4. שטיינברג ד, אלעד י, בורנשטיין מ, כהן ב, שולחני ר, פיבוניה ש, בר לבן י, לויטה ר, צברי י, אלון ת, ודוברינין ס. (2008) התמודדות מושכלת עם מחלת הקימחווית בפלפל באמצעות מערכת תומכת ההחלטה פלפלת. גן, שדה ומשק 2007 (2) :
5. כהן ב (2010) השפעת יחסי מקור-מבלע בצמח הפלפל על התפתחות מחלת הקימחווית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica*. עבודת גמר המוגשת לפקולטה לחקלאות ברחובות. 56 עמודים.
6. Shtienberg, D., Borenstein, M., Cohen, B., Pivonia, S., and Elad, Y. (2009). Epidemiological studies improve disease management: a case study of powdery mildew of pepper. Proceedings of the 10th International Epidemiology Workshop, Geneva, NY, USA. Pages 150-152.
7. Cohen, B., Borenstein, M., Shulhani, R., Yermiyahu, U. and Shtienberg, D. (2010). Source-sink interactions affect the development of *Leveillula taurica*, the causal agent of powdery mildew of pepper. *Phytoparasitica* 38:-267.

1. סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
1. להגדיר את הפגעים העיקריים המשפיעים על גידול פלפל אורגני ולבחון את דרכי ההתמודדות עימם; 2. לבחון את השפעות הגומלין בין אצמעים המיושמים כנגד פגעים בגידול האורגני; 3. לפתח את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ובחינתם.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
במסגרת המחקר בצענו סקרים בחלקות פלפל (אורגני וקונבציונאלי) מסחריות בערבה ובבקעה. בניסויי מעבדה בחנו את השפעת תכשירי הדברה המיושמים כנגד מחלות על אוריוס ואקרית הסביקרקסי. בניסויי שדה בחנו את יעילות השילוב בין שני אויבים טבעיים, את השפעת תכשיר גופרית על פעילותם, ואת היעילות של אמצעי הדברה שונים כנגד מחלת הקימחונית ועובש אפור. בנוסף, בחנו את היעילות של מערכת תומכת הדברה בשם פלפלת כנגד מחלות ומזיקים ואת השפעת מחלת הקימחונית על היבול.
מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
במרבית המקרים אין השפעות גומלין חיוביות או שליליות בין אמצעים שונים המיושמים להדברת פגעים (מזיקים ומחלות). אבל, קיימים מצבים בהם השפעות הגומלין מתקיימות וצריך להיות מודעים להן. בגלל מגוון הפגעים המאיימים על גידול הפלפל ובגלל מאחר ולא ניתן לדעת מראש מי מהפגעים יתפתח ומה תהיה עוצמתו, כדי להגן על הגידול יש לפתח ממשק הדברה כולל המתייחס לכלל הפגעים המאיימים על הגידול. ממשק מתאים פותח במהלך מחקר זה.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתה לביצוע תוכנית המחקר?
עתה יש לשכנע את המגדלים בנכונות הממצאים וליישם אותם בחלקות הגידול המסחריות. מטרות המחקר הושגו במלואן.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:
מידי שנה דווח על תוצאות המחקר בכנסי סיכום עונה באזורים השונים. - שטיינברג ד, אלעד י, פיבניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2006) פתוח מערך אינטגרטיבי להתמודדות עם מחלות ומזיקים בפלפל בערבה: מיום חוסן-פלפל. חקלאי ישראל 29: 24,26. - שטיינברג ד, אלעד י, פיבניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אורן ש, גדיאל א, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2007) מיום חוסן-פלפל, תוצאות הניסויים שבוצעו בעונת 2005/6 (חלק ראשון). גן, שדה ומשק 2007 (1): 24-30. - שטיינברג ד, אלעד י, פיבניה ש, בר לבן י, לויטה ר, ברדוגו א, חשמונאי ד, דוברינין ס, אורן ש, גדיאל א, אלקיים ד, מדואל ע, ואוקו א (2007) מיום חוסן-פלפל, תוצאות הניסויים שבוצעו בעונת 2005/6 (חלק שני). גן, שדה ומשק 2007 (2): 66-77. - שטיינברג ד, אלעד י, בורנשטיין מ, כהן ב, שולחני ר, פיבניה ש, בר לבן י, לויטה ר, צברי י, אלון ת, דוברינין ס. (2008) התמודדות מושכלת עם מחלת הקימחונית בפלפל באמצעות מערכת תומכת ההחלטה פלפלת. גן, שדה ומשק 2007 (2): - כהן ב (2010) השפעת יחסי מקור-מבלע בצמח הפלפל על התפתחות מחלת הקימחונית הנגרמת על ידי הפטרייה <i>Leveillula taurica</i>. עבודת גמר המוגשת לפקולטה לחקלאות ברחובות. 56 עמודים. - Shtienberg, D., Borenstein, M., Cohen, B., Pivonia, S., and Elad, Y. (2009). Epidemiological studies improve disease management: a case study of powdery mildew of pepper. Proceedings of the 10th International Epidemiology Workshop, Geneva, NY, USA. Pages 150-152. - Cohen, B., Borenstein, M., Shulhani, R., Yermiyahu, U. and Shtienberg, D. (2010). Source-sink interactions affect the development of <i>Leveillula taurica</i>, the causal agent of powdery mildew of pepper. <i>Phytoparasitica</i> 38:-267.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)



איור 11. תרשים זרימה של מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת**