

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 תיכונה וצפונית

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, Central and North 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

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 הגורמים העיקריים המשפיעים על פגעי גידול הפלפל ולכמת את השפעתם; 2. לפתח גישה כוללת להתמודדות עם הפגעים תוך התמקדות בהשפעות הגומלין שביניהם ובין אמצעי ההדברה המיושמים כנגדם; 3. לבנות את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ולבחון אותם.
3. **שיטות ומהלך העבודה.** בשנת המחקר השנייה בצענו סקרים בחלקות פלפל מסחריות, ניסויים במעבדה ובשדה. בנוסף, הערכנו את חומרת הנגיעות בקימחונית בניסויים בהם נבחנו נושאים שונים הקשורים לממשק הגידול של פלפל.
4. **תוצאות עיקריות.** א. יחסי מקור-מבלע בצמחים משפיעים על רגישותם למחלת הקימחונית. נמצא קשר בין תכולת הזרחן בעלים לחומרת המחלה. ב. היעילות של טימורקס גולד, סרניד, נימגארד ומור+גניקן כנגד מחלת הקימחונית אינה מספקת; ג. במעבדה: תכשירי ההדברה המיושמים נגד מחלות משפיעים על הישרדות הפשפש הטורף אוריוס. הממצאים לא אומתו בניסויי שדה; ד. פותחה ונבחנה באופן ראשוני מערכת תומכת החלטה כוללת בשם **פלפלת-5** להתמודדות עם כל פגעי הפלפל.
5. **מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות.** להגדיר את השפעת הדישון הזרחני על תגובת צמחי פלפל לקימחונית; להמשיך ולבחון את מערכת **פלפלת-5** בניסויים ובחלקות מסחריות.

ב. מבוא

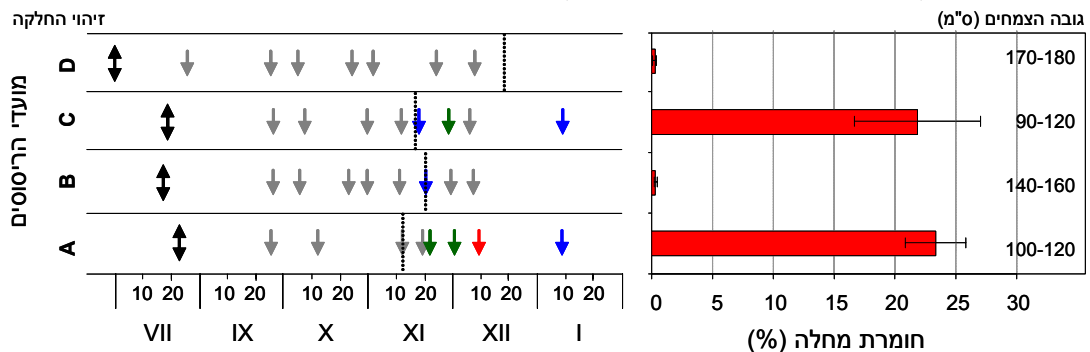
גידול הפלפל האורגני (והקונבנציונאלי) בארץ נתקף על ידי סדרה של מחלות ומזיקים. עוצמת התקיפה וחומרת הפגיעה משתנים כמובן בין עונת גידול, בין אזורים ובין מבני הגידול השונים, כתלות בתנאי הסביבה, הזנים, שיטות הגידול ואמצעי ההדברה המיושמים. בכל אופן, גורמי המחלה החשובים הם הקימחונית ועובש אפור והמזיקים החשובים הם תריפס קליפורני, תריפס הקיקיון, אקרית אדומה מצויה, אקרית העיוותים, כנימות עלה הדלועיים, האפרסק והאפרסק האדמדמה וכנימת עש הטבק. למרות ההצלחות המוכחות בהתמודדות עם פגעי הפלפל יש עדיין בעיות הנובעות מכך שהעקרונות שפותחו אינם (בכל המקרים) אינטגרטיביים ואינם מתייחסים לגידול ולממשק ההדברה בו כמכלול. השפעות גומלין בין הפגעים ובין אמצעי הדברה (כמו רעילות אפשרית של תכשירי גופרית לחלק מהאויבים הטבעיים) לא נלקחות בחשבון. היפותזת העבודה של מחקר זה היא שניתן להתמודד ביעילות עם פגעי הפלפל האורגני תוך שימוש באמצעים ידידותיים לסביבה רק אם תהיה התייחסות לגידול בשלמותו, כמכלול. היפותזה זו – המעמידה במרכז את הגידול – עומדת בבסיס החקלאות האורגנית. המטרה ארוכת הטווח של המחקר היא לפתח גישה אינטגרטיבית כוללת להתמודדות עם כל הפגעים החשובים (מחלות ומזיקים) המאיימים על גידול הפלפל האורגני ולפתח את הכלים שיאפשרו ליישמה בקנה מידה רחב. המטרות הספציפיות של המחקר הן: 1. להגדיר את הגורמים העיקריים המשפיעים על פגעי גידול הפלפל ולכמת את השפעתם; 2. לפתח גישה כוללת להתמודדות עם הפגעים תוך התמקדות בהשפעות הגומלין שביניהם ובין אמצעי ההדברה המיושמים כנגדם; 3. לבנות את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ולבחון אותם כדי שניתן יהיה ליישםם בחלקות מסחריות. שנת 2008 היא שנת המחקר השנייה. במהלכה, עסקנו בשלוש מטרות המחקר: בצענו סקרים בחלקות פלפל מסחריות (אורגניות וקונבנציונאליות), ניסוי מעבדה בתנאים מבוקרים וניסויי שדה בתחנות מחקר (תחנת יאיר בערבה, תחנת צבי בבקעה וחוות הבשור שבחבל הבשור). בנוסף לכל אלה הערכנו את חומרת הנגיעות בקימחונית בניסויים שבוצעו על ידי אחרים (ברשותם) בחוות הבשור, בתחנת יאיר, בתחנת זוהר ובתחנת צבי. בניסויים נבחנו נושאים שונים הקשורים לממשק הגידול של פלפל. בגלל מגבלת האורך של דו"ח זה יוצגו כאן עיקרי הממצאים וימסר רק פירוט חלקי של דרך ביצוע הניסויים. חלק מהתוצאות יוצגו בפרק הנספחים.

ג. פירוט עיקרי הניסויים שבוצעו

ג.1. הגדרת הגורמים המשפיעים על פגעי גידול הפלפל

ג.1.1. הגורמים המשפיעים על התפתחות הפגעים בחלקות מסחריות

מדריכי הגידול והגנת הצומח בערבה ובבקעה הונחו להודיענו על חלקות גידול מסחריות בהן נראה שהיו כשלים בהתמודדות עם פגעי הפלפל. במסגרת זו ביקרנו במהלך עונת 2008/9 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 הוערכה בארבעה בתי רשת סמוכים, כשבכל אחד מהם נסקרו 20 צמחים בכל אחד מ-10 גמלונים מייצגים. היו הבדלים משמעותיים בנגיעות בין בתי הרשת: במבנים שסימונם כאן B ו- D הייתה הנגיעות נמוכה מאד; לעומת זאת, במבנים שסימונם כאן A ו- C הייתה נגיעות ברמה בינונית-גבוהה והחלה נשירת עלים (איור 1). ניתן להסביר את ההדברה היעילה של הקימחוניית במבנים B 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 כיאות. בנוסף להבדלים בחומרת הנגיעות בקימחוניית היו גם הבדלים משמעותיים ברמת הצימוח והתפתחות של הצמחים בין המבנים. באיור 1 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. נושא זה נבחן בסדרת ניסויים שיתוארו להלן.

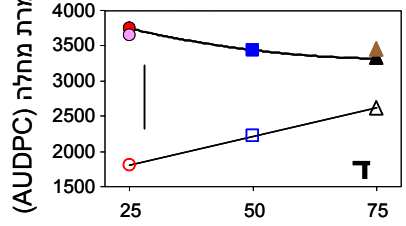
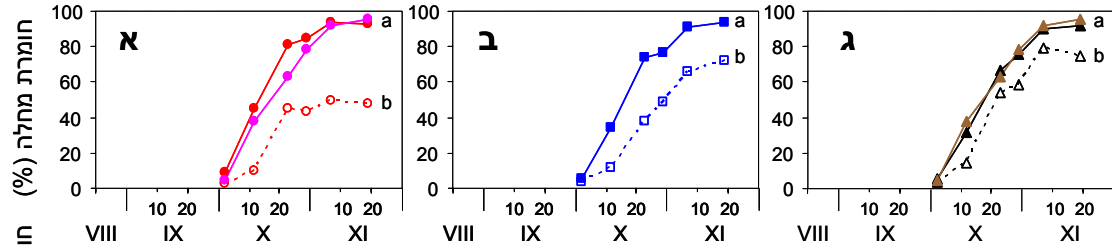


איור מספר 1. ממצאים שנאספו בסקר שנערך בארבעה מבנים מסחריים של פלפל באחד מיישובי הבקעה בעונת 2008/9. מועדי השתילה מצוינים בקווים עם שני חיצים; מועד זיהוי התסמינים הראשונים של מחלת הקימחוניית מסומנים בקווים מנוקדים; מועדי הריסוסים מצוינים בחיצים (אפור – תכשירי גופרית, ירוק – פולאר, אדום – EOS וכחול – עמיסטר). 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.

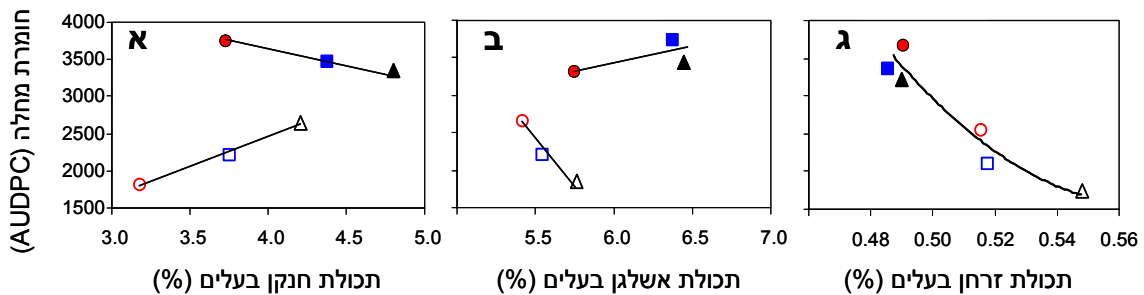
ג.1.2. השפעת יחסי מקור-מבלע על תגובת צמחי הפלפל למחלת הקימחוניית

[נושא זה הוא חלק מעבודת הגמר של ברק כהן המבוצעת בהדרכה משותפת של דר' אורי ירמיהו ופרופ' ד. שטיינברג] בקיץ 2008 בצענו בחוות הבשור ניסוי שבמסגרתו בחנו את השפעת יחסי מקור – מבלע של צמחי הפלפל על תגובתם למחלת הקימחוניית. הצמחים גדלו במצע אינרטי (פרלייט), הושקו בתמיסות דשן מבוקרות ולא רוססו בתכשירי הדברה נגד מחלת הקימחוניית. הניסוי כלל 8 טיפולים, ב-5 חזרות כל אחד. מניפולציה של המקור הושגה של ידי יישום רמות שונות של דשן חנקני (25, 50 או 75 חלקי מליון) בתמיסת מי ההשקיה. ריכוזי האשלגן והזרחן בתמיסת מי ההשקיה (120 ו-25 ח"מ, בהתאמה) היו קבועים. מניפולציה של המבלע הושגה על ידי הסרה רצופה של כל הפרחים שנוצרו במהלך העונה, והצמחים בטיפולים אלה לא נשאו כלל פירות. חומרת הנגיעות בקימחוניית הוערכה ממועד זיהוי תסמיני

הראשונים, ומאז מידי שבוע עד שבועים עד לסיום העונה. הערכות הנגיעות בוצעו בעלים בשני גבהים בצמח והערכים שימשו לחישוב השטח שמתחת לעקום התפתחות המחלה (AUDPC). ריכוז הדשן החנקני שיושם, ויותר מכך, הסרת הפרחים, השפיעו משמעותית על רגישות הצמחים למחלה והייתה השפעת גומלין בין שני הטיפולים (איור 2). במהלך העונה נדגמו עלים ונקבעה תכולת המינרלים בהם. נמצא מתאם ברור בין תכולת הזרחן בעלים לחומרת הנגיעות בקימחונית: ככל שתכולת הזרחן הייתה גבוהה יותר, כך הייתה חומרת המחלה נמוכה יותר (איור 3).



איור מספר 2. השפעת ריכוז הדשן החנקני בתמיסת מי ההשקיה והסרת פרחי הפלפל על התפתחות מחלת הקימחונית בעלים בגובה 100-110 סמ' בניסוי שבוצע בחוות הבשור בקיץ 2008. סימנים מלאים: הפרחים נשארו והצמחים נשאו פירות; סימנים ריקים: הפרחים הוסרו והצמחים לא נשאו פירות. סימנים אדומים: הצמחים דושנו בדשן חנקני במינון של 25 ח"מ; כחולים: הצמחים דושנו בדשן חנקני במינון של 50 ח"מ; שחורים: הצמחים דושנו בדשן חנקני במינון של 75 ח"מ; ורודים: הצמחים דושנו בדשן חנקני במינון של 25 ח"מ עד ל-2.10. וב-75 ח"מ לאחר מכן; חומים: הצמחים דושנו בדשן חנקני ב-75 ח"מ עד ל-2.10. וב-25 ח"מ לאחר מכן. ריכוז האשלגן בתמיסת מי ההשקיה של כל הטיפולים היה 120 חלקי מיליון וריכוז הזרחן – 25 חלקי מיליון. סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על ידי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P \leq 0.05$). הקווים האנכיים באיור ד' מייצגים את התחום הקטן ביותר המובהק (LSD).



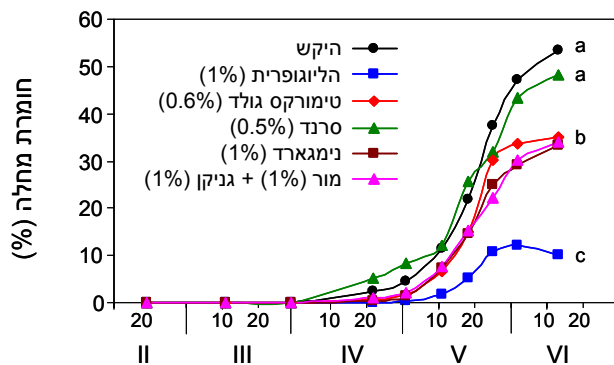
איור מספר 3. הקשר בין תכולת מינרלים בעלים לחומרת הנגיעות בקימחונית בעלים בגובה 100-100 ס"מ בניסוי שבוצע בחוות הבשור בקיץ 2008. ריכוז הדשן החנקני בתמיסת מי ההשקיה היה 25, 50 או 75 ח"מ (סימנים אדומים, כחולים ושחורים, בהתאמה). ריכוז האשלגן במי ההשקיה היה 120 ח"מ וריכוז הזרחן – 25 ח"מ. פרחי הפלפל הוסרו (סימנים ריקים) או שנשארו ובצמחים נשאו פירות (סימנים מלאים). עקומי התפתחות המחלה בטיפולים השונים מתוארים באיור מספר 2.

בשעת כתיבת דו"ח זה אנו נמצאים במהלכו של ניסוי נוסף בו נבחנת השפעת יחסי מקור - מבלע על תגובת צמחי הפלפל למחלת הקימחונית. הניסוי הוצב במתכונת של ניסוי דו גורמי בחלקות מפורצלות. **הגורם הראשון בחלקות הראשיות**, ממשק הדישון, כולל שלושה טיפולים הנבדלים זה מזה בכמות הדשן (שפר 1) המיושם ביחידת נפח של מי השקיה במהלך העונה. עונת הגידול חולקה לשלוש תקופות. בתקופה הראשונה (משתילה ב-25 לאוגוסט) ועד לקליטת הצמחים (ב-18 לספטמבר) דושנו כל הצמחים בניסוי בצורה אחידה (0.75 ליטר דשן למ"ק מים). בתקופה השנייה (מ-18 לספטמבר ועד לתחילת הקטיף ב-29 לדצמבר) יושמו בשלושת הטיפולים רמות דשן של 1, 2.5 ו-2.5 ליטר דשן למ"ק מים, בהתאמה. בתקופה השלישית (מ-29 לדצמבר ועד אמצע הקטיף ב-17 לפברואר) יושמו בשלושת הטיפולים רמות דשן של 2.5, 2.5 ו-1 ליטר דשן למ"ק מים, בהתאמה. בתקופה הרביעית (מ-17 לפברואר ועד לסוף הניסוי – בחודש מאי) יושמו בשלושת הטיפולים רמות דשן של 1, 2.5 ו-2.5 ליטר דשן למ"ק מים, בהתאמה. **הגורם השני בחלקות המשנה**, טיפולי נוף, כולל ארבע רמות: 1. היקש; 2. הסרת פרחים; 3. ריסוס כנגד הקימחונית בממשק של ביטוח: התכשיר הליוגופרית (1%) יושם מידי שבועיים החל מהתאריך 5 לנובמבר עד לכתיבת דו"ח זה יושמו בטיפול זה 10 ריסוסים. 4. ריסוס כנגד הקימחונית על פי הנחיית מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת-5**. תוצאות טיפול זה יפורטו בסעיף ג. 3 להלן. ממשק ההתמודדות עם המזיקים בכל בית הרשת בו הוצב הניסוי היה על פי מערכת **פלפלת-5**. ניתוח הממצאים מלמד שגם בניסוי זה התפתחות המחלה הושפעה מטיפולי הדישון והסרת הפרחים, אך עוצמת ההשפעה

הייתה פחותה מזו שנראתה בניסוי שבוצע בבשור. בכל מקרה, הניסוי נמצא עדיין בעיצומו ולא ניתן להסיק מסקנות סופיות. ריסוס הנוף בטיפול הביטוח מנע כמעט לחלוטין את התפתחות המחלה בחלקות המרוססות (איור 4 - נספח)

1.3.ג. התמודדות עם מחלות: קימחונית ועובש אפור

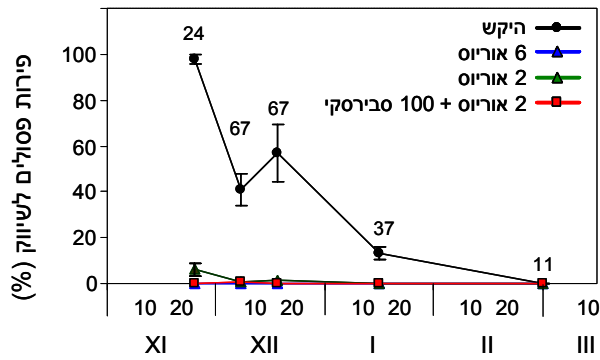
בשני ניסויים בחנו את היעילות של אמצעים אותם ניתן ליישם בחקלאות אורגנית נגד מחלות. בניסוי שבצענו בחוות הבשור באביב-קיץ 2008 בחנו את היעילות של חמישה תכשירי הדברה כנגד מחלת הקימחונית. תכשירי ההדברה יושמו במרסס גב מהתאריך 12 לפברואר (לפני זיהוי תסמיני המחלה הראשונים) ובהמשך מידי שבוע-שבועים עד ל- 17 ליולי; בסך הכל יושמו בניסוי 20 ריסוסים בכל אחד מתכשירי ההדברה. מבין התכשירים הנבחנים 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 סרנד ולא הפחית את חומרת המגיפה במובהק במהלך כל העונה (איור 5). בניסוי המובצע בימים אלה בתחנת זוהר בחנו את האפשרות להתמודד עם מחלת העובש האפור על ידי חיפוי קרקע המבנה לפני השתילה ביריעות פוליאאתילן שקוף; במחקרים קודמים מצאנו שהחיפוי מפחית את רמת הרטיבות של הנוף ומשפיע בכך על מחלות הדורשות רטיבות לשם התפתחותן. הניסוי הוצב בחלקות מפוצלות בשני גורמים. הגורם הראשון, חיפוי הקרקע כלל שתי רמות: קרקע מחופה או קרקע חשופה. הטיפול השני, טיפול נוף כלל גם הוא שתי רמות: הסרת פרחים או שהם צמחים שנשאו פירות. כל הצמחים הנכללים בניסוי זה לא רוססו בתכשירים נגד מחלות. מאחר וחורף 2008/9 הוא חורף שחון יחסית, לא התפתחה עדיין נגיעות משמעותית בעובש אפור שתאפשר לאמוד מהימנה את תרומת החיפוי להפחתת הנגיעות בעובש אפור. החיפוי לא השפיע על הנגיעות בקימחונית (תוצאות לא מוצגות).



איור מספר 5. השפעת תכשירי הדברה שונים המותרים בחקלאות אורגנית על התפתחות מחלת הקימחונית בניסוי שבוצע בחוות הבשור באביב 2008. בסוף הניסוי, סימנים שלידם אותיות שונות, שונים זה מזה במובהק נקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות $P \geq 0.05$).

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

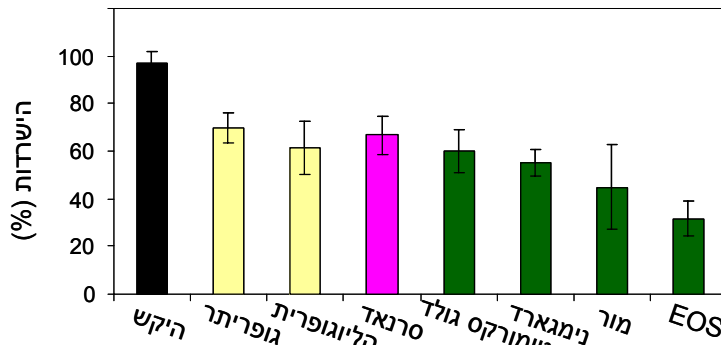
בעונת 2008/9 ביצענו ניסוי בתחנת יאיר בשטח האורגני של התחנה. המטרה הייתה לבחון את היעילות של האויבים הטבעיים אקרית הסבירסקי ופפוש האוריוס, בנפרד ובמשולב, כנגד תריפס הפרחים המערבי. הניסוי בוצע ב- 16 מנהרות עבירות שגודלן כל אחת מהן היה 15×7 מ' וגובהן 3 מ'. המנהרות כוסו ברשת 50 מ"ש. הניסוי כלל 4 טיפולים, 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 הפפוש הטורף במבנים בהם הוא פוזר פעם אחת או שלוש פעמים; אוכלוסיית אוריוס גבוהה נמצאה בחלקות ההיקש בהם הפפוש לא פוזר באופן יזום; לא היו הבדלים מובהקים במשך כל תקופת הניסוי בין הטיפולים בגודל אוכלוסיית תריפס הפרחים המערבי (איור 6 - נספח). למרות זאת, היו הבדלים משמעותיים במידת הפגיעה בפירות הפלפל בנזקי תריפס. בעוד שבחלקות טיפול ההיקש רוב הפירות שנקטפו בחודשים נובמבר-דצמבר נפסלו לשיווק (בגלל נזקי תריפס), הרי שבחלקות בהן פוזרו האויבים הטבעיים הנוק היה מזערי. לא היה הבדל בין הטיפולים השונים (איור 7).



איור מספר 7. השפעת אוריוס (לבדו) ובשילוב עם אקרית הסבירסקי על שכיחות פירות הפלפל שנפסלו לשיווק עקב נזקי תריפס 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.2. התמודדות עם פגעי הגידול האורגני תוך התמקדות בהשפעות הגומלין שבניהם

בניסויים שבוצעו במעבדה, בתנאים מבוקרים, נבחנה ההשפעה של מספר פונגיצידיים המתאימים לחקלאות אורגנית, 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 ובסרניד היה אחוז ההשרדות נמוך יותר (61-70%); אחוז ההשרדות נמוך עוד יותר (32-60%) נמצא בעלים שטופלו בשמנים שנבחנו (איור 8).



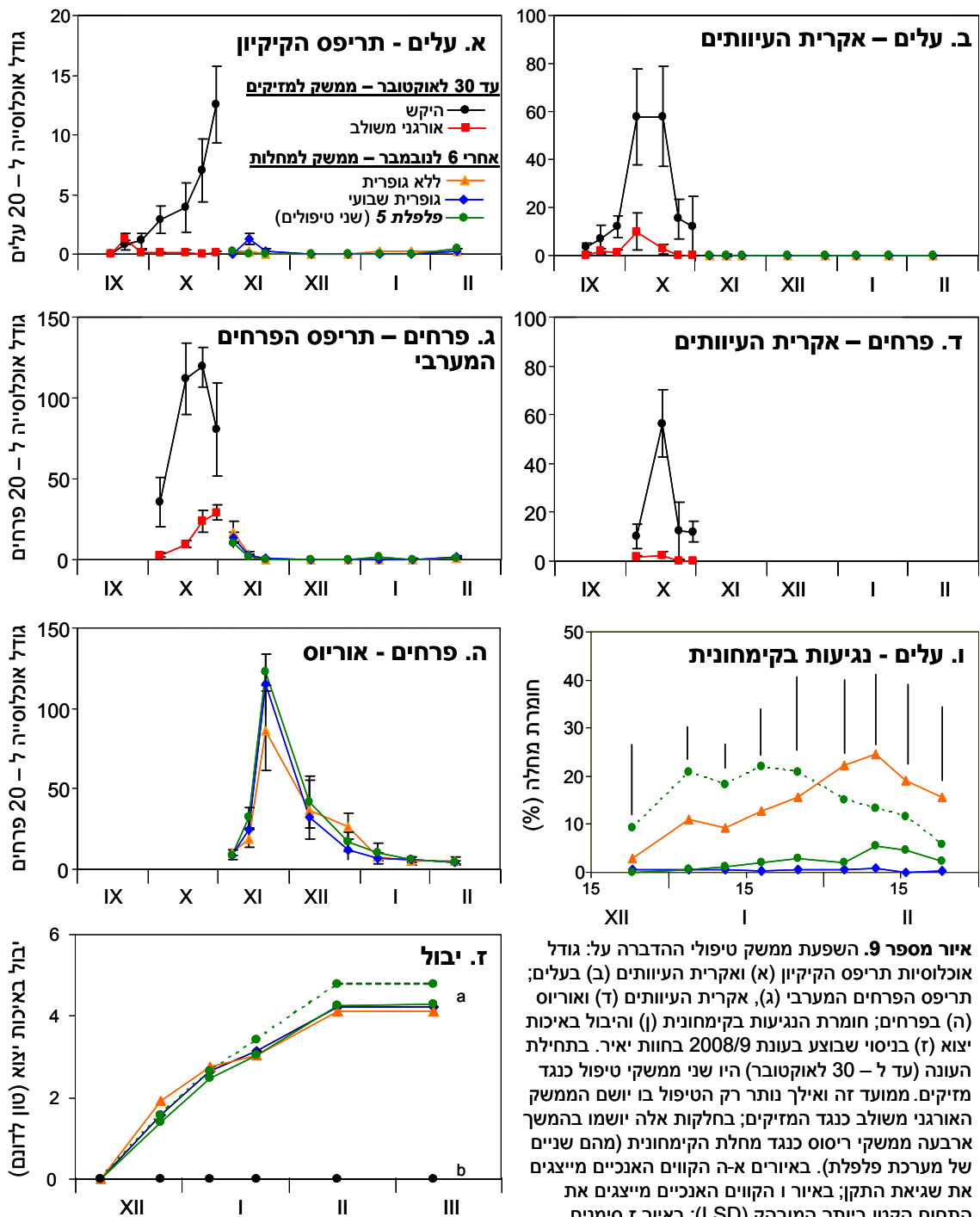
איור מספר 8. השפעת פונגיצידיים המותרים בחקלאות אורגנית על הישרדות הפשפש הטורף *Orius laevigatus* בניסוי שנערך בתנאים מבוקרים. הערכים מבטאים את אחוז הפרטים ששרדו על עלים שטופלו בתכשירי ההדברה במינון המקובל אחרי 4 ימים. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית התקן.

השפעת הגופרית, המיושמת כנגד מחלת הקימחוננית, על פעילות האויבים הטבעיים נבחנה בניסוי נוסף שבצענו בתחנת יאיר בערבה. הניסוי כלל חמישה טיפולים והוא הוצב במבנים הדומים לאלה שפורטו למעלה, בארבע חזרות לכל טיפול. עד לתאריך 30 לאוקטובר יושמו שני ממשקי בקרת מזיקים. בשמונה מבנים לא יושמו אויבים טבעיים כלל (היקש) וב-12 המבנים הנותרים יושמו אויבים טבעיים כמקובל בממשק האורגני-משולב (ממשק הנמצא בבסיס מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת-5**). בחלקות ההיקש התפתחו אוכלוסיות גבוהות מאד של תריפס הקיקיון, אקרית העיות ותריפס הפרחים המערבי. 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 (איורים 9א-9ד). לאחר 30 לאוקטובר, החלה ההתמודדות עם מחלת הקימחוננית והמבנים שנתרו (אלה בהם יושם בשלב הראשון הממשק האורגני-משולב) חולקו לשלושה טיפולים. בטיפול אחד יושמו תכשירים שאינם תכשירי גופרית כנגד הקימחוננית (בסך הכל חמישה ריסוסים); בטיפול השני יושם התכשיר הליוגופרית מידי שבוע, ובסך הכל 16 ריסוסים כנגד הקימחוננית; בטיפול השלישי יושם התכשיר הליוגופרית על פי הנחיות מערכת **פלפלת-5**. פרטים על כך ימסרו בסעיף ג.3 להלן. מניתוח ממצאי הניסוי התברר שהריסוסים התכופים בגופרית לא השפיעו על הישרדות ופעילות פשפש האוריוס (איור 9ה) וגם לא היה הבדל מובהק בצבירת היבול בין הטיפולים השונים (איור 9ז).

ג.3. פיתוח כלים ליישום הממצאים ובחינתם

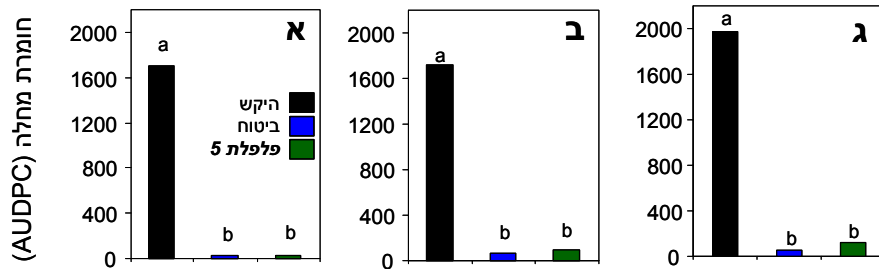
במחקרים קודמים פיתחנו עקרונות להתמודדות עם מחלת הקימחוננית. העקרונות שוכמו בתהליך קבלת החלטות שנקרא **פלפלת-4**. בתום שנת המחקר הראשונה הכנו יחד עם אנשי ביו-בי תרשימי זרימה המתארים בצורה גראפית את התהליכים ושלבי הפעולה, כולל תרחישים שונים, בהם יש לנקוט כדי להתמודד עם מזיקי

הפלפל הבאים: אקרית העיוותים, אקריות קורים, תריפס הקיקיון, תריפס קליפורני, כנימות עלה, כנימת עש הטבק, זחלי עשים, רכנף חיוור, קימחית הסולניים וצרצרים. תרשימי הזרימה מתארים בצורה גראפית את עקרונות ההדברה הביולוגית-משולבת שפותחו על ידי חברת ביו-בי ואחרים. למכלול תרשימי הזרימה המיועדים כנגד מזיקים הוספו העקרונות להתמודדות כנגד הקימחוניות ותרשים זרימה זה מופיע בנספח מספר 1. המערכת הכוללת, שבשלב זה היא בצורה של אוסף תרשימי זרימה נקראת מערכת **פלפלת-5**. במהלך עונת 2008/9 נבחנה המערכת הלכה למעשה על ידי 4 פקחים של חברת ביו-בי בחלקות מסחריות אורגניות. המערכת גם נבחנה בניסויים שבצענו בחוות יאיר ובתחנת צבי. הניסוי שבוצע בחוות יאיר תואר בסעיף ג.2 לעיל. בשניים מהמבנים שנכללו בטיפול **פלפלת-5** הודברה הקימחוניות כיאות והריסוס האחרון כנגד הקימחוניות יושם בסמוך לתחילת הקטיף. במבנים אלה יושמו בסך הכל 5 ריסוסים. בשני המבנים הנותרים של טיפול זה הייתה בתחילת הקטיף נגיעות גבוהה, ולכן – על פי הנחיית מערכת **פלפלת-5** – יושמו בהמשך העונה עוד שני ריסוסים. במהלך העונה היו הבדלים מובהקים בחומרת הנגיעות בקימחוניות בין הטיפולים השונים, אך חומרניה לא עלתה על 25% (איור 19). בכל מקרה, לא היו הבדלים מובהקים ביבול בין הטיפולים השונים והמשמעות היא שהפחתת מספר הריסוסים בטיפול **פלפלת-5** יחסית לטיפול הגופרית השבועי בו לא התפתחה המחלה כמעט כלל – לא השפיעה על היבול.



איור מספר 19. 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 בקימחוניות (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 הקימחוניות (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.

בתחנת צבי טופל כל מבנה הגידול בו בוצע הניסוי כנגד מזיקים על פי ממשק **פלפלת-5**. יעילות עקרונית הבקרה של מחלת הקימחוניית המהווים חלק מהמערכת נבחנה במסגרת הניסוי. עד לכתיבת דו"ח זה יושמו בחלקות הביטוח (בהם יושם התכשיר הליוגופרית מידי שבועיים) 10 ריסוסים; לעומת זאת בחלקות הניסוי שטופלו על פי עקרונית מערכת **פלפלת-5** יושמו רק 6 ריסוסים כשהאחרון בהם יושם בתאריך 6 לינואר 2009. ממועד זה ועד לסוף העונה (בחודש מאי) לא יושמו בטיפול זה ריסוסים נוספים. למרות ההפסקה המוקדמת של הריסוסים בטיפול **פלפלת-5**, לא היה הבדל בחומרת המגיפה שהתפתחה בטיפול זה לבין חומרתה בטיפול הביטוח, ושניהם נבדלו באופן מובהק מחלקות ההיקש, שלא הוגנו כנגד המחלה כלל (איור 10). עד למועד כתיבת הדו"ח לא היו הבדלים מובהקים ברמת היבול באיכות יצוא בין הטיפולים (תוצאות לא מוצגות).



איור מספר 10. בחינת מערכת פלפלת 5: השפעת ממשק ההדברה המשולב על מחלת הקימחוניית בעלים בגובה 100-110 סמ' בצמחי פלפל בניסוי שבוצע בתחנת צבי בבקעה בעונת 2008/9. א: הצמחים דושנו בממשק דישון 1; ב: הצמחים דושנו בממשק דישון 2; ג: הצמחים דושנו בממשק דישון 3. עמודות שלידן אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על ידי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P \leq 0.05$).

ד. דיון

במחקר זה אנו מנסים לפתח גישה אינטראקטיבית שתאפשר להתמודד ביעילות עם כל המזיקים והמחלות המאיימים על גידול פלפל אורגני. בשנת המחקר השנייה בחנו את היעילות של אמצעים שונים, המיושמים בנפרד, כנגד מזיקים ומחלות; עסקנו בבחינת השפעות גומלין שבין האמצעים ובחנו בצורה ראשונית את מערכת תומכת ההחלטה **פלפלת-5**, המשמשת ליישום של כל הידע שנצבר.

תצפיות שבצענו בחלקות מסחריות, בניסויים שהועמדו למטרות אחרות, בניסויים שבצענו במסגרת מחקרים קודמים ובניסויים שהועמדו במסגרת מחקר זה, מלמדים שהמצב התזונתי וההתפתחותי של צמחי הפלפל משפיע משמעותית על תגובתם למחלת הקימחוניית. צמחים שהתפתחותם תקינה רגישים פחות לגורם המחלה מאלה שהתפתחותם נפגעה ממחסורים שונים. להבנת הגורם/גורמים המשפיעים על תגובת הצמחים למחלה חשיבות רבה מפני שאז יתאפשר לפתח גישה מיטבית להתמודדות עימה ובכך לחסוך ריסוסים מיותרים. יתרה מכך, בצמחים שהתפתחותם פגועה קשה יותר להתמודד עם המחלה באמצעות תכשירי הדברה וישנם מקרים בהם למרות שהריסוסים מיושמים לכאורה בזמן, ההדברה לא מספקת (איור 1). היפותזת העבודה אותה בחנו בשנת המחקר השנייה הייתה שיחסי מקור-מבלע בצמחים משפיעים על תגובתם לפטרייה מחוללת המחלה. ניתוח ממצאי הניסויים והתצפיות שבצענו, המתוארים בדו"ח זה אוששו את היפותזת העבודה. יותר מכך, הממצאים מרמזים על כך שתכולת הזרחן בעלים משפיעה על תגובתם למחלת הקימחוניית (איורים 1-4). תכולת הזרחן, במיוחד בשלבי הגידול הראשוניים, משפיעה על התפתחות צמחים ויתכן שזו הסיבה לכך שבצמחים שהתפתחותם מעוכבת חומרת הנגיעות בקימחוניית גבוהה יותר מאשר בצמחים שהתפתחותם תקינה.

בניסוי שבצענו בחוות הבשור חזרנו ובחנו את היעילות של תכשירים חלופיים המותרים בחקלאות אורגנית כנגד מחלת הקימחוניית. הממצאים היו דומים לאלה שמצאנו בניסויים הקודמים: היעילות של תכשירים שאינם תכשירי גופרית (שמנים, תכשיר ביולוגי) לא הייתה מספקת והיא הייתה נמוכה במובהק מזו של תכשיר הגופרית שנבחן (איור 5). בסדרת ניסויים שבוצעה במעבדה, בתחנת יאיר בערבה ובתחנת צבי בבקעה בחנו את השפעות הגומלין שבין אמצעים המיועדים להתמודדות עם מחלות ולבין האויבים הטבעיים המיושמים להתמודדות עם מזיקים. בשנה זו נבחנה השפעה של שמונה פונגיצידים על השרדות הפשפש הטורף אוריוס. נמצא שהישרדות הפשפשים על גבי עלים שטופלו בתכשירי

ההדברה נפגעה במובהק יחסית להשרדותם על עלים שלא טופלו (איור 8). למרות ממצא זה, לא הייתה פגיעה בפעילות האויבים הטבעיים בניסויי השדה, גם בחלקות שרוססו בתכיפות רבה בגופרית (איור 9). ניתן להסביר את הסתירה בממצאים בדרך בה בוצעו הניסויים; בכל מקרה, המסקנה היא שכדאי להמעיט ככל האפשר ביישום תכשירי הדברה כנגד המחלות כדי להבטיח שלא תהיה שום פגיעה באויבים הטבעיים. מסקנה זו תואמת את המטרות של ההדברה המשולבת. בניסוי בו בחנו את השילוב של פשפש האוריוס ואקרית הסבירסקי על תריפס הפרחים המערבי התקבלו תוצאות לא ברורות: אוכלוסיות אוריוס גבוהות נצפו גם בחלקות ההיקש (בהן לא פוזר האויב הטבעי כלל); השתנות גודל אוכלוסיית האויבים הטבעיים בחלקות בהן פוזרו לא תאם את מועדי פיזורם הלכה למעשה; לא היו הבדלים מובהקים באוכלוסיות תריפס הפרחים המערבי בין הטיפולים השונים. מכל זה עולה הטיפול באויבים הטבעיים נכשל (איור 6). למרות כל זאת, היו הבדלים משמעותיים מאד (ומובהקים) בשכיחות הפירות שנפסלו עקב נזקי תריפס בין חלקות ההיקש לחלקות המטופלות (איור 7). איננו יודעים מה הסיבה לחוסר ההתאמה בממצאים. בכל מקרה, המסקנה היא שניתן להשתמש בכל השילובים של האויבים הטבעיים שנכללו בניסוי ולהפחית את הנזק לפירות.

הנושא האחרון עליו דיווחנו היה הפיתוח והבחינה הראשונית של מערכת תומכת ההחלטה הכוללת **פלפלת-5**. מערכת תומכת ההחלטה משלבת את הידע שנצבר במהלך השנים הרבות בהם עוסקים אנשי המחקר, ההדרכה, המו"פים האזוריים ואנשי חברת ביו-בי להתמודדות עם מזיקים, ועל ידי החוקרים השותפים במחקר להתמודדות עם מחלות. מערכת **פלפלת-5** נבחנה בניסויי שדה בתחנות יאיר וצבי ועל ידי אנשי ביו בי בחלקות מסחריות. עד לכתבת דו"ח זה לא בוצע עדיין דיון וסיכום של יישום המערכת בחלקות המסחריות. בניסויים, השימוש במערכת איפשר להתמודד עם המזיקים ועם מחלת הקימחוניית בהצלחה תוך יישום מיטבי של תכשירי הדברה כנגד הפגעים (איורים 9 ו-10).

ה. פרוט מלא של הפרסומים המדעיים

לא פורסמו עדיין פרסומים בכתב מתוכנית מחקר זו.

1. הבעות תודה

המחקר התבצע במקומות שונים בארץ ולהצלחתו תרמו רבים. אנו מודים להם על תרומתם. בלי מעורבותם, עזרתם ורצונם הטוב, לא ניתן היה להוציא את המחקר אל הפועל.

מינהל המחקר החקלאי: דר' אורי ירמיהו, מנחם בורנשטיין, ברק כהן, רן שולחני.

שה"מ: תמר אלון, אורנה אוקו, יואל מסיקה, נטע מור, איציק פוסלסקי, סבטלנה דוברינין.

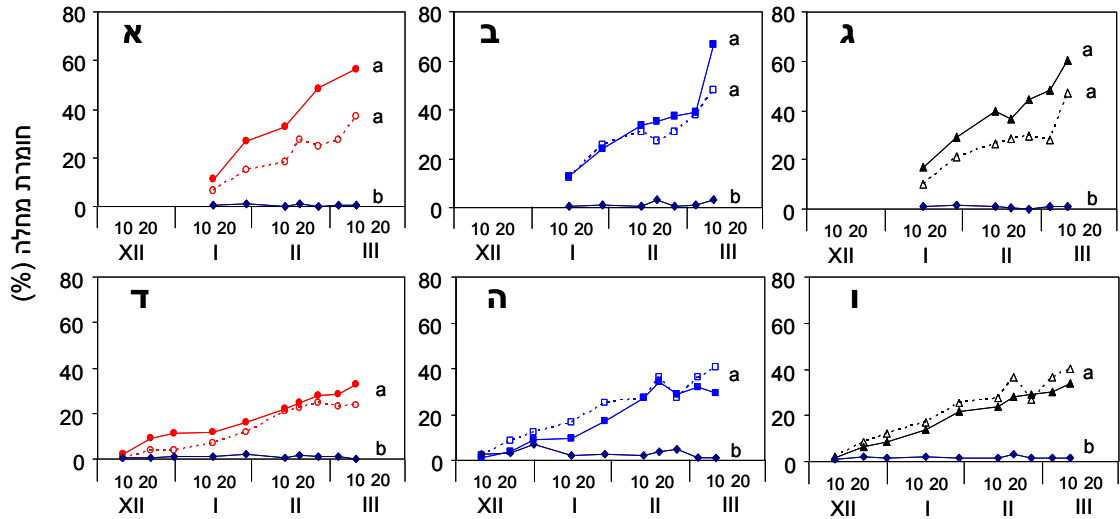
מו"פ ערבה תיכונה וצפונית: דורית חשמונאי, אלי ברדוגו, נורית שפירא.

מו"פ הבקעה: זיוה גלעד, צ'ומי אחיעם.

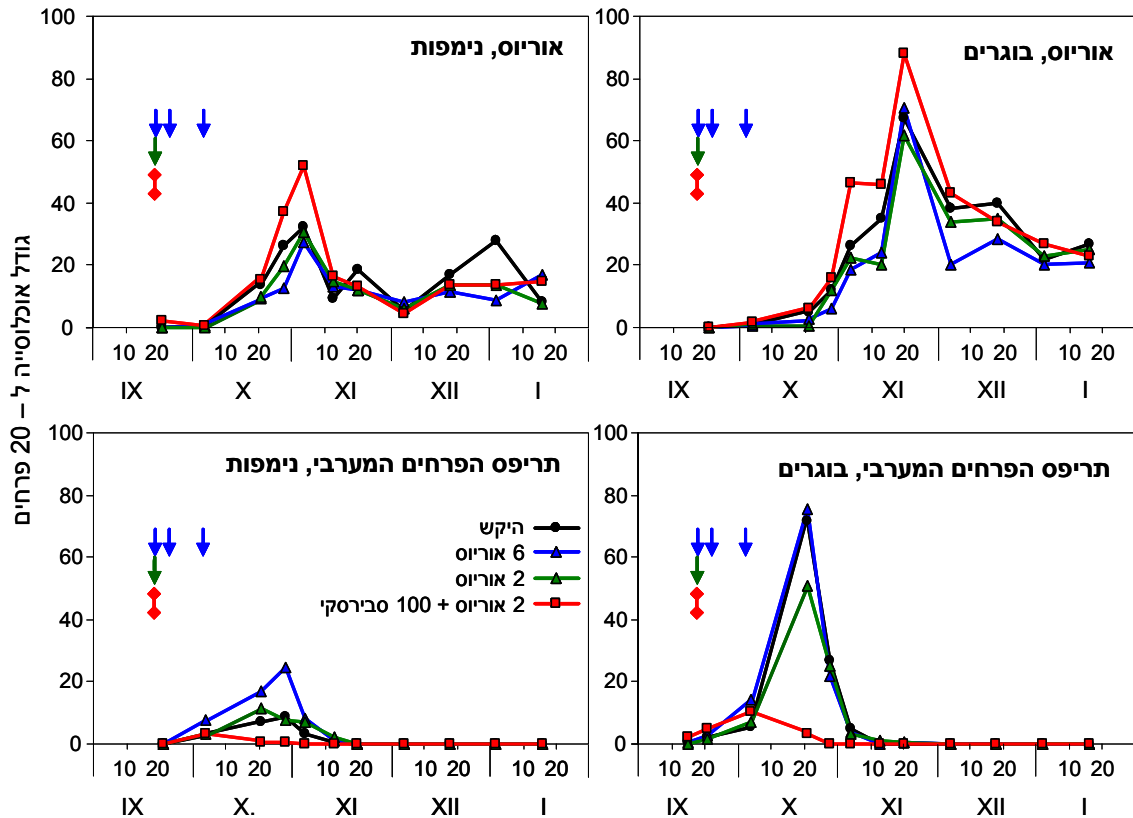
מו"פ הבשור: מירון סופר, ליאנה גנות, חנה יחזקאל.

ז. סיכום עם שאלות מנחות

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה:
1 המטרה ארוכת הטווח של המחקר היא לפתח גישה אינטגרטיבית כוללת להתמודדות עם כל הפגעים החשובים (מחלות ומזיקים) המאיימים על גידול הפלפל האורגני ולפתח את הכלים שיאפשרו ליישמה בקנה מידה רחב. המטרות הספציפיות של המחקר הן: 1. להגדיר את הגורמים העיקריים המשפיעים על פגעי גידול הפלפל ולכמת את השפעתם; 2. לפתח גישה כוללת להתמודדות עם הפגעים תוך התמקדות בהשפעות הגומלין שביניהם ובין אמצעי ההדברה המיושמים כנגדם; 3. לבנות את הכלים הנדרשים ליישום הממצאים ולבחון אותם כדי שניתן יהיה ליישםם בחלקות מסחריות.
עיקרי הניסויים והתוצאות:
בשנת המחקר השנייה בצענו סקרים בחלקות פלפל מסחריות (אורגניות וקונבציונאליות), ניסוי מעבדה בתנאים מבוקרים וניסויי שדה בתחנות מחקר (תחנת יאיר בערבה, תחנת צבי בבקעה וחוות הבשור שבחבל הבשור). בנוסף לכל אלה הערכנו את חומרת הנגיעות בקימחונית בניסויים שבוצעו על ידי אחרים (ברשותם) בחוות הבשור, בתחנת יאיר, בתחנת זוהר ובתחנת צבי. בניסויים אלה נבחנו נושאים שונים הקשורים לממשק הגידול של פלפל. עיקרי הממצאים: א. יחסי מקור-מבלע בצמחים משפיעים על תגובתם לפטרייה מחוללת מחלת הקימחונית. נמצא קשר בין תכולת הזרחן בעלים לחומרת המחלה. ב. היעילות של טימורקס גולד, סרניד, נימגארד ומור+גניקן כנגד מחלת הקימחונית אינה מספקת; ג. הישרדות הפשפש הטורף אוריוס על גבי עלים שטופלו בתכשירי ההדברה המיושמים נגד מחלות נפגעה במובהק יחסית להשרדותם על עלים שלא טופלו. הממצאים לא אומתו בניסויי שדה; ד. פותחה ונבחנה באופן ראשוני מערכת תומכת החלטה כוללת בשם פלפלת-5 להתמודדות עם כל פגעי הפלפל.
מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
רגישות צמחי פלפל למחלת הקימחונית מושפעת מיחסי מקור – מבלע בצמח; נראה שתכולת הזרחן בעלים משפיעה על תגובת הצמחים למחלה. יש להמשיך ולבחון ממצא זה. מאחר ותכשירי הדברה המותרים בחקלאות אורגנית משפיעים על הישרדות האויבים הטבעיים, חשוב לפתח אמצעים שיאפשרו לצמצם את הצורך בריסוסים. יש להמשיך ולבחון את מערכת תומכת ההחלטה הכוללת שפותחה, פלפלת-5 . מטרות המחקר לתקופת הדו"ח הושגו, ויותר מכך.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?
להגדיר את השפעת הדישון הזרחני על תגובת צמחי פלפל לקימחונית; להמשיך ולבחון את מערכת פלפלת-5 בניסויים ובחלקות מסחריות. ניתן יהיה להשלים את מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצועו.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:
ממצאי המחקר פורסמו בכנסים, בהרצאות ובימי עיון למגדלים.
פרסום הדוח:
אני ממליץ לפרסם את הדוח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)



איור מספר 4. השפעת ריכוז הדשן, הסרת פרחי הפלפל וההדברה הכימית על התפתחות מחלת הקימחוניית בצמחי פלפל בניסוי שבועות בתחנת צבי בבקעה בעונת 2008/9. א-ג: עלים בגובה 100-110 סמ'; ד-ו: עלים בגובה 50-60 סמ'. סימנים מלאים: הצמחים לא רוססו בתכשירי הדברה נגד קימחוניית הפרחים הושארו והצמחים נשאו פירות; סימנים ריקים: הצמחים לא רוססו בתכשירי הדברה נגד קימחוניית הפרחים הוסרו והצמחים לא נשאו פירות. סימנים ירוקים: הצמחים רוססו בהליוגופרית מידי שבועיים (טיפול הביטוח). א ו - ד: הצמחים דושנו בממשק דישון 1; ב ו - ה: הצמחים דושנו בממשק דישון 2; ג ו: הצמחים דושנו בממשק דישון 3. בסוף העונה, סימנים שלידם אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על ידי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P \leq 0.05$).



איור מספר 6. השתנות גודל אוכלוסיות תריפס הפרחים המערבי והאוריוס בפרחי פלפל בארבעה טיפולים שנכללו בניסוי שבועות 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 - 10 פרטים למ"ר, בהתאמה) בטיפולים הרלוונטיים. בכל מועדי הדגימה, לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים.

פלפלת – 5: התמודדות עם מחלת הקימחנית בפלפל אורגני

