ממשק כולל להדברת מחלות וירוס בחסה – שנה שנייה

Comprehensive management program for the control of virus disease in Lettuce

משה אלבז (elbazmoshe@mopdarom.org.il), מייקל לופטהאוס, דב צהר, מירון סופר, חיים לינרס, ליאנה גנות- מו"פ דרום, חוות הבשור.
לאה צרור, שרה מרדכי לביוש -מחלות צמחים, מינהל המחקר החקלאי, גילת.
אביב דומברובסקי, עודד לכמן - מחלות צמחים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.
אסף פרחי (שדה ניצן) ואורי ארד (עין הבשור).
אברהם גמליאל-המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן.

תקציר

מחלת העורקים המעובים של החסה נגרמת באזור הבשור ע"י הנגיף *Mirafiori lettuce big vein virus* שגורם לתסמינים קשים בחורף ומועבר בעיקר באמצעות פטרייה ירודה שוכנת הקרקע מהמין *Olpidium virulentus*. מטרות המחקר השנה התרכזו בהפחתת רמת המדבק של הווקטור בקרקע לפני הגידול החורפי והתמודדות עם הווקטור והנזק מהמחלה במהלך הגידול. מטרות אלו הושגו ע"י טיפולי קרקע ומבחני זנים. ניסויים בדליים ובשדה הראו כי לחומרים משטחים ישנה יעילות חלקית בהפחתת תסמיני המחלה (20%). לקוטל הפטריות טריפיקרין המשמש "לחיטוי קרקע" יעילות גבוהה בהפחתת הנגיעות בנגיף (עד 80%), בהפחתת תסמיני המחלה, בהעלאת תכולת הכלורופיל ומשקל הקולסים לשיווק (300-200 גרם). בנוסף, נמצאו זנים רומיים שסבילים יחסית למחלה ובהם ישנה פחיתה של כ- 60% בשיעור הצמחים המראים תסמיני מחלה. כמו כן בזני חסה עגולה (אייסברג) שאינם נבדלים בסבילותם למחלה נמצא הבדל משמעותי במספר הקולסים הראויים לשיווק. ממצאים אלו מעודדים את שילובם של מינונים שונים של טריפיקרין זנים סבילים, וקוטלי פטריות בעלי השפעה חלקית בלבד להשגת ממשק להתמודדות עם המחלה כתלות ברמת המדבק בחלקה הנבדקת.

תוכן עניינים

כותרת	עמוד
1. מבוא	4
2. מטרת המחקר	4
2.1 מטרות ספציפיות	4
3 . פרוט עקרי הניסויים והממצאים.	4
3.1 בדיקת יעילותם של חומרים משטחים נגד הווקטור *Olpidium spp.*	4
3.2. בדיקת פונגצידים נדיפים לסניטציה ולחיטוי קרקע לפי הגידול "החורפי"	6
3.3. רגישות זנים מסחריים ל"מחלת העורקים המעובים"	10
4 . דיון.	12
4.1 יעילותו של "שטח 90" בהפחתת נזקי המחלה.	12
4.2 טיפולי סניטציה באמצעות מתאם סודיום.	12
4.3 יעילותם של קוטלי פטריות לחיטוי קרקע.	13
4.4 רגישותם של זני חסה ל"מחלת העורקים המעובים.	13
4.5 שילוב טיפולים לקבלת ממשק למחלת העורקים המעובים.	13
5. מקורות ספרותיים.	13

1. מבוא:

מחלת העורקים המעובים של החסה נפוצה באזורים ממוזגים רבים בעולם. תסמיני המחלה בולטים בעיקר בחורף בטמפרטורות נמוכות מ-20 מ״צ ומתבטאים בהבהרה של הכלורופיל סביב העורקים בעלים, סלסול העלים, נינוס של הצמחים וירידה באיכות הקולס לשיווק (Zink and Grogen 1954, Ryder 1979; Campbell and Fry 1966, Patterson et al. 1986). בחסה עגולה תסמינים קשים מתבטאים לעיתים ביצירת קולס שאינו ראוי לשיווק (איור 1).

איור 1: חסה מטיפוס אייסברג זן ״שלי״. **א**. צמח בעל תסמיני מחלה קשים. **ב**. צמח ללא תסמינים.

בשנת המחקר הראשונה למדנו: **א**. כי הווקטור העיקרי של הנגיף באזור הבשור הינו *Olpidium virulentus* והנגיף השכיח שגורם לתסמיני מחלה קשים גם באזור הבשור הינו *Mirafiori lettuce big vein virus* (MiLBV) מהסוג *Ophiovirus* (Lot et al. 2002).

ב. הנוכחות של פטריות ירודות מהמין *O. virulentus* ו- *O. brassicae* בשורשים של צמחי חסה וצמחי בר בעונה חמה לפני הופעת תסמינים קשים של המחלה מצדיקה את הבחינה של טיפולי המתה של שורשי הצמח באמצעות תכשירי מתאם סודיום במינון מופחת, בקיץ ובסתיו, במחזורי הגידול הקודמים לגידול החורפי ״הרגיש״ על מנת להפחית את רמת המדבק של הפטרייה בשורשי הצמחים.

ג. השימוש בחומרים משטחים בניסויי דליים הראה כי קיים פוטנציאל לשימוש בחומרים אלו ומצדיק ניסוי מקיף יותר עם מספר חזרות גדול יותר.

ד. סקר שבמסגרתו נאספו צמחים מחלקות גידול שונות בעין הבשור ובשדה ניצן סייע באיתור חלקות בעלות רמת מדבק גבוהה במיוחד ולכן מתאימות להשוואת קוטלי פטריות נדיפים המשמשים ל״חיטוי קרקע״ שחלקם מורשים בשימוש מסחרי ואחרים בתהליכי רישוי.

בהתאמה להישגיי המחקר בשנה הראשונה ולמטרות הצעת המחקר הניסויים בשנה זו טיפלו בהפחתת רמת המדבק בקרקע לפני הגידול החורפי והתמודדות עם הווקטור והנזק הנגרם כתוצאה מהמחלה במהלך הגידול.

2. מטרת המחקר הכללית:

פיתוח ממשק להתמודדות עם מחלת "העורקים המעובים של החסה".

2.1 מטרות ספציפיות:

1. בחינת יעילותם של טיפולי סניטציה בהפחתת רמת המדבק של הפטרייה - *Olpidium*.
2. איתור קוטלי פטריות יעילים בקטילת הווקטור ליישום לפני הגידול ובמהלכו.
3. זיהוי הבדלים בסבילותם של זנים מסחריים למחלה.
4. שילוב המטרות בניסויי שדה.

3. פירוט עיקרי הניסויים והממצאים

3.1. בדיקת יעילותם של חומרים משטחים כנגד הווקטור *Olpidium* spp.

3.1.1. רקע.

בניסוי זה בדקנו את יעילותו של חומר משטח אניוני Alkyl Phenol Ethylene Oxide Condensate ("שטח 90" מכתשים) במניעת תסמיני המחלה. משטחים אניוניים נמצאו בעבר ככאלו המסוגלים לפגוע בחיוניות של זואוספורות של פטריות ירודות שוכנות קרקע ולהפחית מחלות המועברות ע"י *Olpidium Brassicae* (Tomlison et al. 1980).

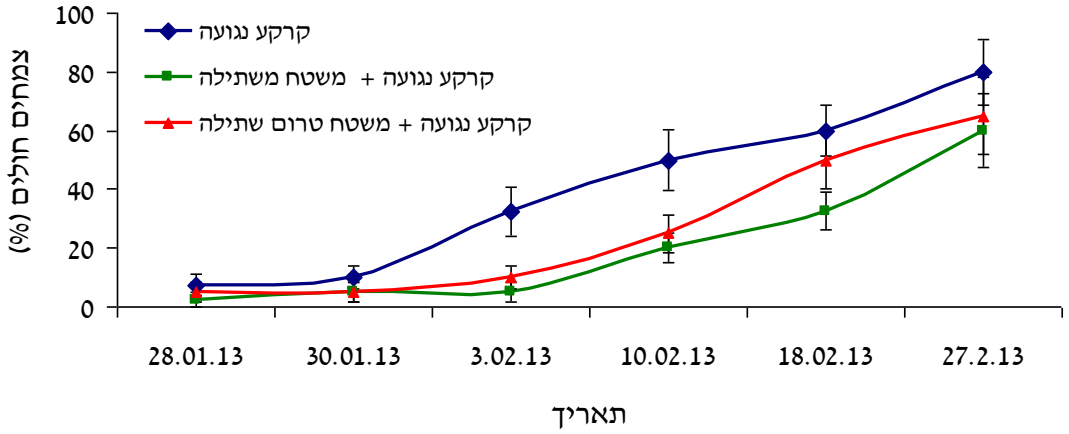
3.1.2. שיטות.

הניסוי הועמד בדליים בנפח 25 ליטר ובמבנה של בלוקים באקראי עם 10 חזרות לכל טיפול כך שבכל דלי נשתלו 4 צמחים (26.12.12). בכדי לבדוק את השפעתו של החומר המשטח על תסמיני המחלה, נוכחות הנגיף, הווקטור, והיבול הועמדו שישה טיפולים שונים. הדליים בשלושה מהטיפולים מולאו בקרקע מקומית מחוות הבשור שאינה נגועה בווקטור והם: א. קרקע נקייה מווקטור, ב. קרקע נקייה בתוספת חומר משטח שניתן עם כל השקיה בריכוז 0.1% מרגע השתילה ועד סוף הניסוי. וטיפול שלישי, קרקע נקייה עם חומר משטח בריכוז 0.1% שניתן מארבעה ימים טרום שתילה ועד סוף הניסוי. טיפולים אלו בדקו האם נוכחות החומר המשטח משפיעה על כמות ואיכות היבול. אותם טיפולים הועמדו גם בקרקע נגועה בווקטור שהובאה מחלקת הניסוי בשדה ניצן ונבדקה לנוכחות הווקטור (קרקע נגועה, קרקע נגועה בתוספת משטח מרגע שתילה, קרקע נגועה בתוספת משטח לפני השתילה) בדליים אלו נבדקה השפעת הטיפול על שכיחות תסמינים, נגיעות בווקטור ובנגיף, ושקילה של היבול. במהלך הגידול ניתן החומר המשטח באמצעות משאבת מינון ונבדקו באופן רציף (אחת לשבוע) במי ההשקיה EC ו PH לזיהוי שינויים עקב נוכחותו של החומר המשטח במים. כל הדליים נשתלו בחסה עגולה זן "שלי" שנימצא בניסויים קודמים כרגיש למחלה. במהלך הניסוי נבדקו הדליים מספר פעמים ועבור כל דלי חושבה השכיחות היחסית של הצמחים בעלי תסמיני מחלה החל מרגע הופעתם. בסוף הניסוי נשקל קולס בודד מכל דלי להערכת הבדלים במשקל הראש לשיווק ונדגמו באקראי שישה קולסים מכל אחד מהטיפולים שנשתלו בקרקע נגועה בכדי לבדוק את נוכחות הפטרייה והנגיף.

3.1.3. תוצאות.

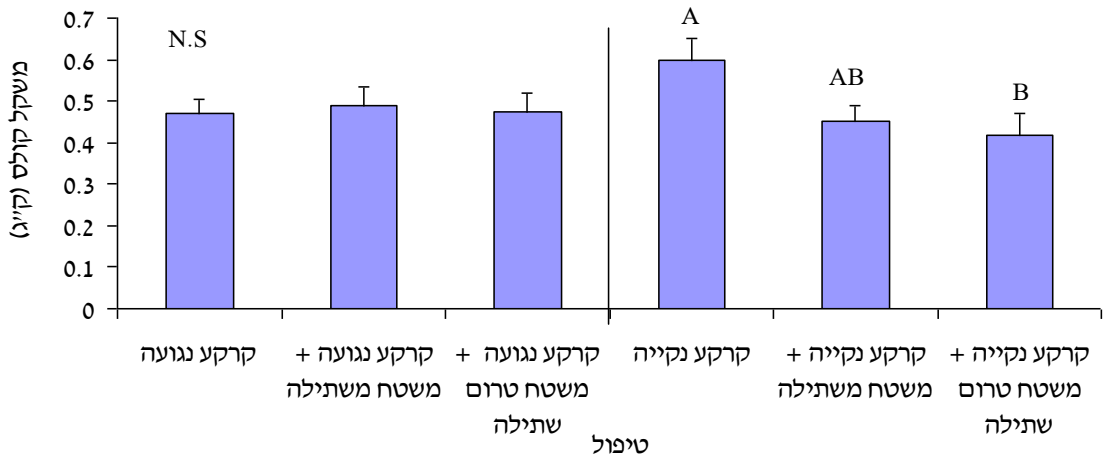
תסמיני המחלה החלו להופיע בטיפולי הקרקע הנגועה כחודש לאחר השתילה. אחוז הצמחים החולים בקרקע הנגועה ללא כל טיפול היה גבוה יותר בהשוואה לשני הטיפולים האחרים לאורך

כל הניסוי והגיע ל- 80% לקראת הקטיף. בטיפולים בהם יושם החומר המשטח שכיחות הצמחים החולים הייתה נמוכה יותר והגיעה בסוף הניסוי ל- 60-65% (איור 2).



איור 2: קצב הופעת תסמיני מחלה ממוצע (±1S.E) בצמחים שגדלו בקרקע נגועה באולפידיום תחת טיפולי השקיה עם וללא חומר משטח.

משקל הקולס הממוצע בצמחים שגודלו בקרקע נקייה היה שונה בצורה משמעותית בין הטיפולים השונים (One way ANOVA,$P<0.05$). בקרקע נקייה ללא כל תוסף היה משקל הקולס הממוצע גבוה בצורה משמעותית בהשוואה לטיפול בו ניתן התוסף לפני השתילה (*Tukey,* $P<0.05$) וגבוה בהשוואה לטיפול בו ניתן התוסף עם השתילה. לא נמצאו הבדלים מובהקים במשקל הקולס בצמחים שגודלו בקרקע נגועה (איור 3)



איור 3: משקל הקולס הממוצע (±1S.E) שהתקבל עבור צמחים בכל אחד מטיפולים. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בתוך כל סוג קרקע (*Tukey, P*<0.05).

בבדיקת רמת הנגיעות של הצמחים בנגיף MiLBV כל הצמחים נמצאו נגועים בנגיף לא נמצא כל הבדל ברמת האכלוס בין הטיפולים שהכילו קרקע נגועה ובין אלו בהם יושם חומר משטח (One Way ANOVA, $P<0.05$).

3.2. בדיקת פונגצידים נדיפים לסניטציה ול"חיטוי קרקע" לפני הגידול "החורפי" :

3.2.1 רקע.

לניסוי מורכב זה היו שתי מטרות עיקריות: האחת, לבדוק את יעילותם של טיפולי סניטציה במהלכם מבוצעת המתה של השורשים בסוף הגידול הסתווי הקודם לגידול החורפי "הרגיש" בהפחתת הנזק הנגרם כתוצאה ממחלת העורקים המעובים. והשנייה, להשוות את יעילותם של קוטלי פטריות נדיפים בפגיעה בווקטור (פטריות ירודות מהסוג *Olpidium*) ועקב כך הפחתת הנגיעות בנגיף והפחתת נזקי המחלה.

3.2.2. שיטות וחומרים

הניסוי בוצע בשתי חלקות גידול האחת במושב שדה ניצן והשנייה במושב עין הבשור. חלקות אלו אינן נשתלות בחסה עגולה ע"י המגדלים בשל הפחיתה ביבול כתוצאה ממחלת העורקים המעובים וגם נבדקו קודם להעמדת הניסוי לנוכחות הווקטור (10-20 בדיקות קרקע אקראיות בחלקה) ובהן הקרקע נמצאה כנגועה בצורה הומוגנית באחד ממיני האולפידיום (לשיטות זיהוי ראה/י דוח שנה א) החשודים בהעברת הנגיף. בנוסף, נלקחו דגימות קרקע לאנאליזה של פירוק מואץ של מתאם סודיום. מבנה הניסוי נקבע כך שכל חלקת ניסוי תכיל שני בלוקים המאורגנים באקראי בעלי חלקות מפוצלות. כל חלקה חולקה לארבע חזרות (שאינן מפוזרות באקראי ומחופות ביריעת פלסטיק אחת בזמן החיטוי). כל חזרה הכילה שש ערוגות שתילה של 1.56 מטר (שדה ניצן) או 1.93. מטר (עין הבשור) ובאורך של עשרה מטרים ונועדה להכיל שני תת טיפולים: שלוש ערוגות בהן בוצעה סניטציה באמצעות המתה של שורשי הצמחים בסוף הגידול הקודם לגידול הרגיש ובשלוש ערוגות נותרות לא בוצעה סניטציה. פעולת הסניטציה מבוצעת כך שבסוף הגידול ובמהלך הקטיף נמשכת ההשקיה בחלקה על מנת לשמר את חיוניותם של השורשים ובסיום הקטיף מוזרם לחלקה מתאם סודיום במינון מופחת של 20 ליטר לדונם עם 20 קו"ב מים לדונם. בחלקת הניסוי בשדה ניצן בוצעו שני טיפולי סניטציה (של חסה) לפני הגידול החורפי ובעין הבשור בוצעה סניטציה בודדת (כרוב). לפני הגידול החורפי (נובמבר) בכל חזרה כל ששת הערוגות עברו "חיטוי" עם קוטל פטריות שוכנות קרקע (טבלה 1). החיטוי בוצע באמצעות פלסטיק אטום של חברת "פוליטיב" ובעובי 35 מיקרון. כל החומרים מלבד מתיל ברומיד יושמו עם 40 קו"ב מים לדונם. כל יישום חומרי "החיטוי" נעשה באמצעות שלוחות במרווחים של 40 ס"מ מלבד הביקורת של מתיל ברומיד בה המרווחים בין השלוחות היו 70 ס"מ. החלקות נשתלו יחד (20.12.11) בשדה ניצן נשתלה חסה רומית (זן "עלים צהובה") ובעין הבשור נשתלה חסה עגולה (זן "שלי") שני הזנים של "הזרע". מבנה ניסוי שכזה זה ילמד מהי ההשפעה של כל אחד מחיטויי הקרקע עם וללא טיפולי הסניטציה שבוצע לפניו על קצב התפתחות המחלה וטיפול הביקורת יספק מיידע לגבי קצב התפתחות המחלה עם וללא הסניטציה בלבד. במהלך הניסוי נבדקו המדדים הבאים במרכז (4-5 מ') הערוגה האמצעית של כל טיפול: תסמיני מחלה (במקטע רציף המכיל 30 צמחים בכל חזרה פעמיים, (שדה ניצן: 6.2.12, 5.3.12 עין הבשור: 24.2.12, 18.3.12)), נוכחות הנגיף ובדיקות תכולת כלורופיל - SPAD (6.2.12 ו 23.2.12 שדה ניצן ועין הבשור בהתאמה, עבור כל צמח נבדק העלה

הפרוס הצעיר ביותר מכל צמח בוצעו ארבע מדידות מכל עלה וחושב הממוצע (שתי מדידות מכל צד של העורק הראשי)), נוכחות הווקטור (בתת מדגם מכל חזרה מתוך הצמחים שנבדקו לנוכחות הנגיף,2-3 צמחים), ויבול נשקל במקטע של 0.5 מטר ערוגה (מכל חזרה 8 או 12 קולסים בהתאם לרוחב הערוגה בשדה ניצן ועין הבשור בהתאמה) באותו יום בכל הטיפולים.

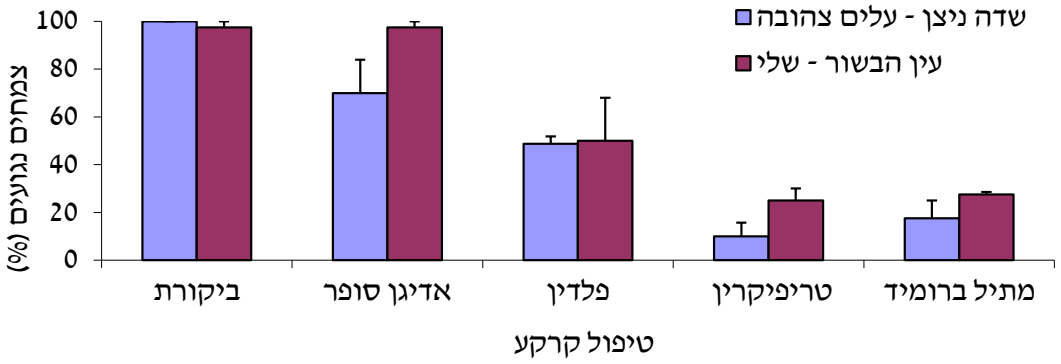
טיפול קרקע	מינון לדונם	הערות
ביקורת חיובית		ללא כל טיפול
מתאם סודיום (אדיגן סופר)	45 ליטר	בוצעה בדיקה לפרוק מואץ
דימתיל דיסולפיד (פלדין)	60 ליטר	
כלורופיקרין (טריפיקרין)	40 ק"ג	
מתיל ברומיד	35 ק"ג	שיטת הגז החם

טבלה 1: טיפולי הקרקע והמינונים שיושמו בניסוי.

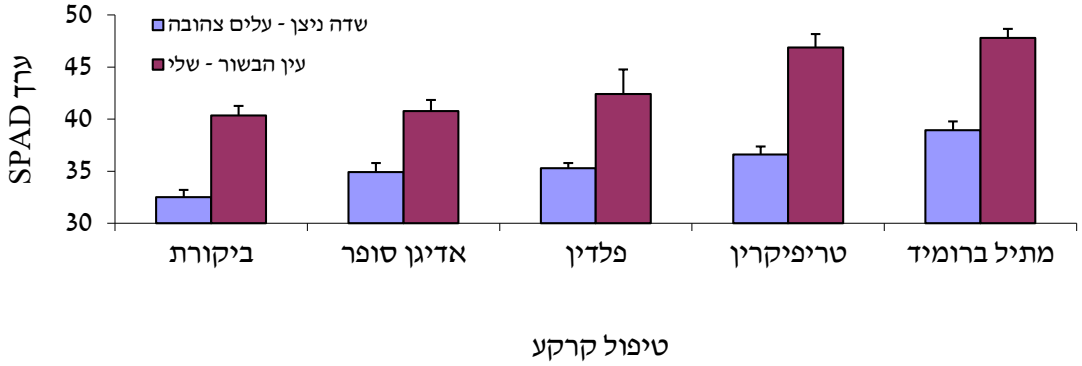
3.2.3. תוצאות

תוצאות המדדים בחלקות ללא סניטציה

בדיקות סרולוגיות בשיטה של Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (**ELISA**) **לזיהוי ספציפי של חלבוני המעטפת של הנגיף** הראו כי 95-100% מהצמחים בחלקות הביקורת היו מאוכלסים בנגיף MiLBV עם שונות נמוכה בין חזרות הניסוי. בחלקות בהן יושמו טריפיקרין ומתיל ברומיד (ביקורת שלילית) נצפתה הפחתה של 70-80% בכמות הצמחים שמאוכלסים ע"י הנגיף בהשוואה לביקורת. בשאר הטיפולים כתלות בחומר ובאתר נמצאה נגיעות של לפחות 50-90% בנגיף (איור 4). מאחר ונמצא כי בחלקה בשדה ניצן (בעין הבשור לא נבדקה חלקת הניסוי) ישנו פירוק מואץ של מתאם סודיום (אדיגן סופר) לא ניתן לקבוע האם החומר אינו יעיל בקטילת הווקטור או האם חוסר היעילות נובעת מהפירוק המואץ. **בדיקות רמת הכלורופיל** ביחידות SPAD היו בהתאמה למדדים האחרים כך שערכי ה- SPAD הגבוהים ביותר ומצביעים על תכולת כלורופיל גבוהה בטיפולי הטריפיקרין ומתיל ברומיד עבור שני הזנים הנבדקים הן בשדה ניצן והן בעין הבשור (איור 5)



איור 4: אחוז הצמחים הממוצע (±1S.E) הנגועים בנגיף MiLBV בטיפולי החיטוי השונים בשתי חלקות הניסוי בזנים "שלי" (חסה עגולה, 6.2.12) ו"עלים צהובה" (רומית 23.2.12).



איור 5: תכולת כלורופיל ביחידות SPAD (MINOLTA®) בטיפולים השונים.

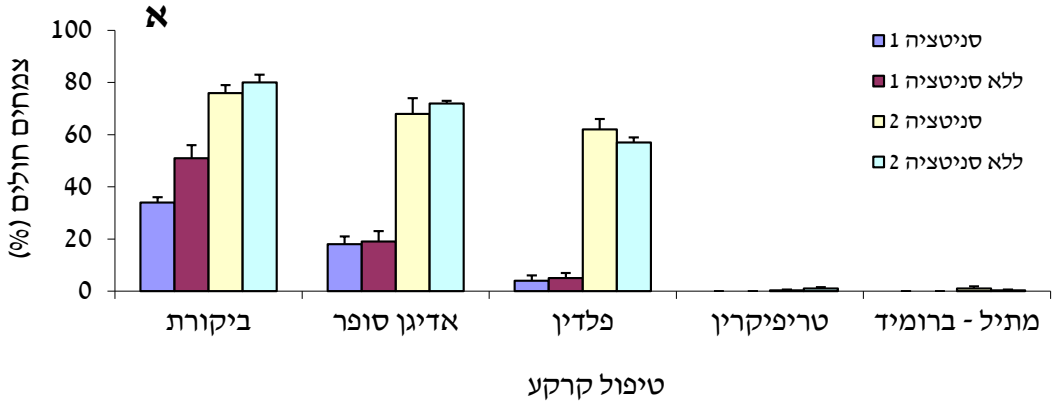
הבדיקות לנוכחות הווקטור באמצעות תחלים ספציפיים לכל מין של פטרייה באמצעות PCR

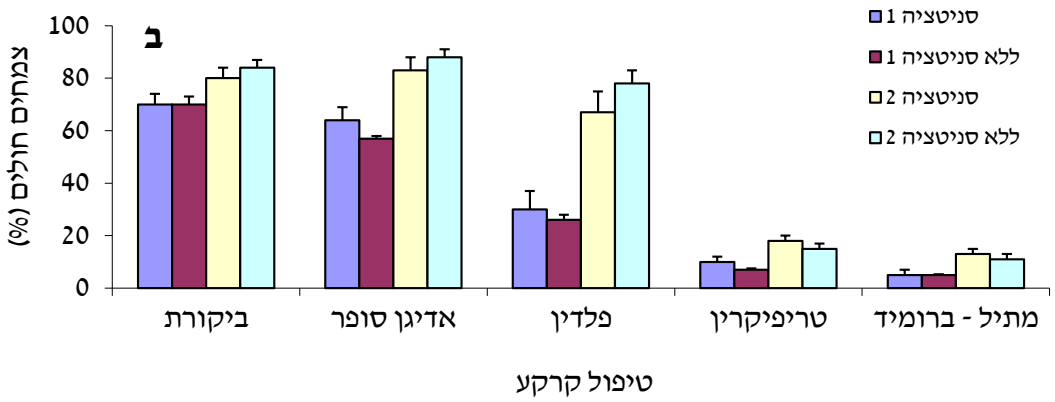
בחלק מהצמחים (בכל חזרה 10/3-2) שנמצאו כחיוביים לנוכחות הנגיף הראו כי המין *Olpidium virulentus* הינו המין השכיח שנמצא ברוב הצמחים שהיו חיוביים לנוכחות הנגיף (טבלה 2)

אתר	נגועים *O.brassicae*	נגועים *O.virulentus*	נגועים בשני המינים
שדה ניצן	8.3%	66%	25%
עין הבשור	0%	100%	0%

טבלה 2: שכיחות הופעת כל אחד ממיני האולפידיום החשודים בהעברת MiLBV בצמחים שנמצאו נגועים בנגיף.

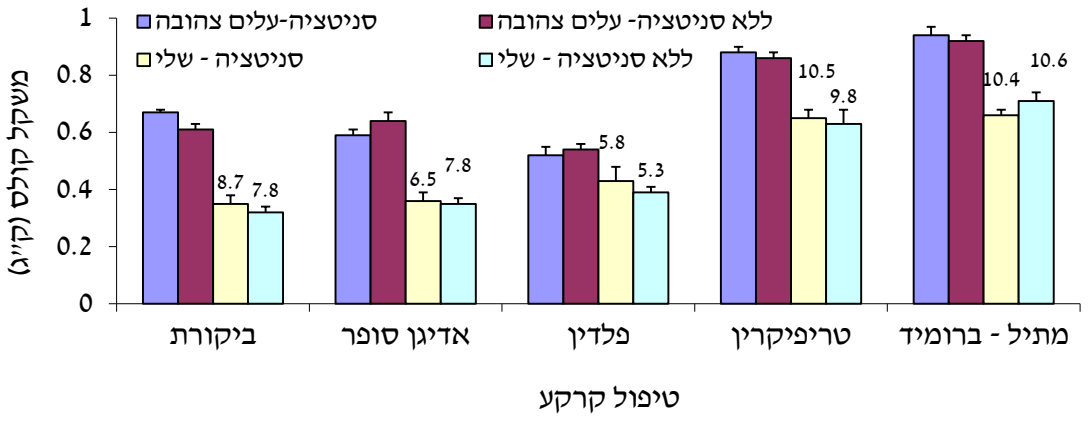
תסמיני המחלה בצמחי הניסוי נבדקו חזותית בכל אתר פעמיים (כחודש לפני הקטיף ועם הקטיף) אחוז הצמחים החולים בחלקות הביקורת בשדה ניצן עמד על כ- 50% בבדיקה הראשונה ועלה לשיעור של 80% נגיעות בסוף הניסוי. בחלקות בהן יושמו טריפיקרין ומתיל ברומיד לא נמצאו כלל צמחים בעלי תסמיני מחלה בבדיקה הראשונה ונמצאו אחוזים בודדים של צמחים עם תסמינים בזמן הקטיף (איור 6א). בחלקת הניסוי בעין הבשור נמצאו מגמות דומות בחסה עגולה עם מעל 80% צמחים חולים בסוף הניסוי בחלקות הביקורת בהשוואה לשכיחות נמוכה מ- 20% בחלקות בהן יושם טריפיקרין (איור 6ב). למרות ההפחתה בשכיחות תסמיני המחלה בחלקות בהן יושמו אדיגן סופר ופלדין בבדיקה הראשונה, הגיעה בבדיקה השנייה שכיחות הצמחים בעלי תסמינים ל 80%-60 לפחות בשני אתרי הניסוי.





<u>איור 6</u>: אחוז הצמחים החולים הממוצע (±1S.E) שנמצא בכל אחד מטיפולי החיטוי בערוגות עם וללא טיפולי סניטציה באדיגן סופר בסיום מחזורי הגידול הקודמים. כל אחת מהחזרות נבדקו פעמיים (מסומנות בגרף 1 ו- 2) בהפרש של כ- חודש בשדה ניצן (א) ובעין הבשור (ב) כחודש לפני הקטיף ובזמן הקטיף.

שקילת היבול בסוף הניסוי הראתה כי בחסה רומית וחסה עגולה בטיפולי החיטוי היעילים משקל הקולס הממוצע עלה בכ-200-300 גרם לקולס בהשוואה לביקורת. בנוסף מספר הקולסים לשיווק מתוך סך הצמחים השתולים בחלקת הקטיף בחסה עגולה עלה מ- 7-8 קולסים בחלקות הביקורת בהשוואה ל- 10-11 קולסים בחלקות בהן יושם הטריפיקרין (איור 7)



איור 7: משקל הקולס הממוצע (±1S.E) שהתקבל בניסוי בערוגות עם וללא טיפולי סניטציה עבור חסה רומית (עלים צהובה, קטיף-6.3.12) וחסה עגולה (שלי, קטיף-20.3.12). בזן "שלי" מצוין **מעל העמודות מספר הקולסים הראויים לשיווק** בחלקת השקילה (מתוך 12 קולסים בחלקת הדיגום). כל הטיפולים נשקלו באותו יום.

טיפולי הסניטציה: לאחר השוואת שכיחות הצמחים החולים בשני אתרי הניסוי כחודש לפני הקטיף בכל טיפולי החיטוי עם וללא סניטציה נמצא כי ההבדל הגדול ביותר התקבל עבור טיפול הביקורת בחלקה בשדה ניצן באחוז הצמחים החולים (17% -איור 6א) שם בוצעו טיפולי סניטציה בשני הגידולים הקודמים לגידול החורפי. בעקבות ממצא זה בוצעה השוואה של חלקות הביקורת בלבד בשלושה מדדים בסוף הניסוי: ההבדל בשכיחות הצמחים הנגועים בווקטור בטיפולי סניטציה בהשוואה לחלקות ללא סניטציה, שכיחות הופעתם של תסמיני המחלה בצמחים באותן חלקות בטיפול הביקורת והשוואה במשקל היבול. שכיחות הווקטור בביקורת בחלקות ללא הסניטציה עמד על 87.5% בהשוואה ל- 75% בחלקות הביקורת עם סניטציה (מדגם של 10 צמחים מכל חזרה). ההבדל בשכיחות תסמיני המחלה בסוף הניסוי עמד על 4% עם הפחתה לטובת טיפולי הסניטציה (איור 4א). בהשוואת משקל הקולס הממוצע בין חלקות שעברו סניטציה לחלקות ללא סניטציה התקבל הבדל של כ- 80 גרם בממוצע לקולס לטובת טיפולי הסניטציה (איור 7).

3.3 רגישות זנים מסחריים למחלת העורקים המעובים.

3.3.1 רקע:

מטרת מבחן הזנים הייתה לאתר הבדלים בסבילותם של זנים רומיים וזנים של חסה עגולה ולאפשר שילוב של הזנים המצטיינים עם קוטלי פטריות או שיטות אגרוטכניות שיביאו להשיג הפחתה משמעותית בנזק הנגרם ליבול כתוצאה מהמחלה בשטחים נרחבים יותר שכן חיטוי קרקע צפוי להיות יקר יותר.

3.3.1. חומרים ושיטות

מבחן הזנים בוצע בתשעה זנים מסחריים אשר כוללים שלושה זנים של חסה עגולה (אייסברג) ושישה זנים של חסה רומית כולם של חברת ה"זרע" (טבלה 3). הזנים נשתלו (26.12.12) בחלקת הניסוי בשדה ניצן (וללא חפיפה בערוגות עם ניסוי החיטוי שבוצע בעונה הקודמת) במבנה של ארבעה בלוקים באקראי. בכל חזרה כל זן נשתל לאורך 3 מטר ערוגה ברוחב 1.56 מטר. במהלך

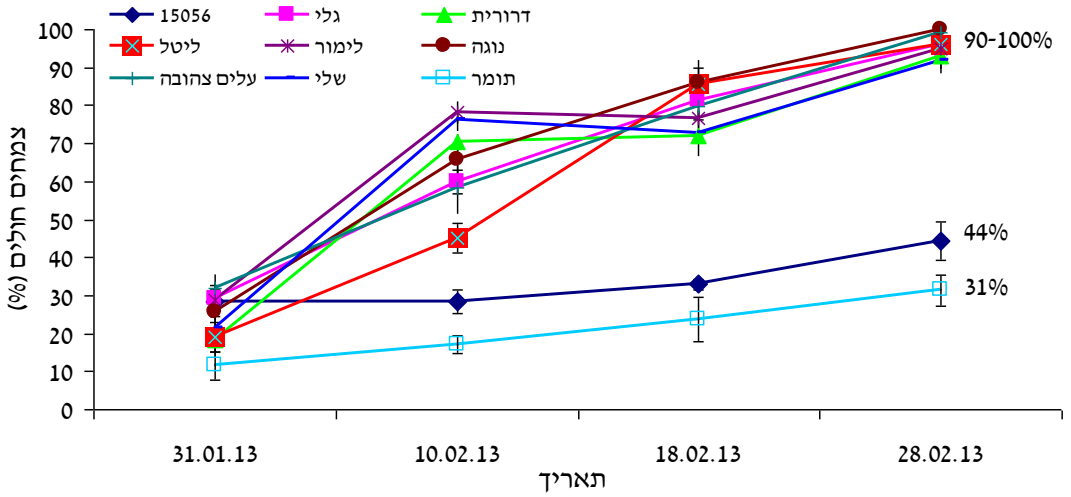
הניסוי כל הצמחים (40-35~) בכל אחת מהחזרות נבדקו מספר פעמים להימצאותם של תסמיני מחלה כך שבכל בדיקה חושב מספר הצמחים החולים מסך כל הצמחים בחזרה. בנוסף, בהתבסס על בדיקות תסמיני המחלה נבדקו לנוכחות הנגיף והפטרייה הזן שנמצא הסביל ביותר (% צמחים עם תסמיני מחלה הנמוך ביותר) והזן הרגיש ביותר (% הצמחים עם תסמיני מחלה הגבוה ביותר). לזיהוי הווקטור והנגיף נלקחו מהזן הסביל ארבעה צמחים ללא תסמיני מחלה וארבעה צמחים עם תסמיני מחלה. מהזן הרגיש נלקחו ארבעה צמחים חולים בלבד (הנגיעות הגיעה ל- 100%) בסוף הניסוי בכל חזרה בזנים הרומיים נישקל 0.5 מטר ערוגה להערכת היבול הממוצע ו1- מטר ערוגה בזני החסה העגולה. כיוון שלא קיימת בניסוי ביקורת נקייה ללא נגיף או חיטוי קרקע מטרת שקילת הזנים הינה לשם הערכה ומשכללת בתוכה את מאפייני הזן (גודל, הבדלים בהתאמה לעונה ואת הפחיתה במשקל כתוצאה מהמחלה). לכן, אין המשקל מהווה אינדיקציה ישירה לסבילות למחלה. **בשקילות החסה העגולה** קיימת חשיבות למספר הקולסים הראויים לשיווק כיוון שאחד מתסמיני המחלה הוא חוסר יצירת קולס.

זן	טיפוס	צורות שיווק מקובלות
גלי	רומית	1. קולס לשיווק, 2.לבבות, 3. עיבוד תעשייתי
נוגה	רומית	1. קולס לשיווק, 2. עיבוד תעשייתי
15056	רומית	1. קולס לשיווק,
תומר	רומית	1. לבבות, 2. עיבוד תעשייתי
ליטל	רומית	1. קולס לשיווק,
עלים צהובה	רומית	1. קולס לשיווק, 2. עיבוד תעשייתי
לימור	עגולה	1. קולס לשיווק, 2. עיבוד תעשייתי
שלי	עגולה	1. קולס לשיווק, 2. עיבוד תעשייתי
דרורית	עגולה	1. קולס לשיווק, 2. עיבוד תעשייתי

טבלה 3: פרטי הזנים המסחריים שנשתלו להשוואת סבילות למחלת העורקים המעובים.

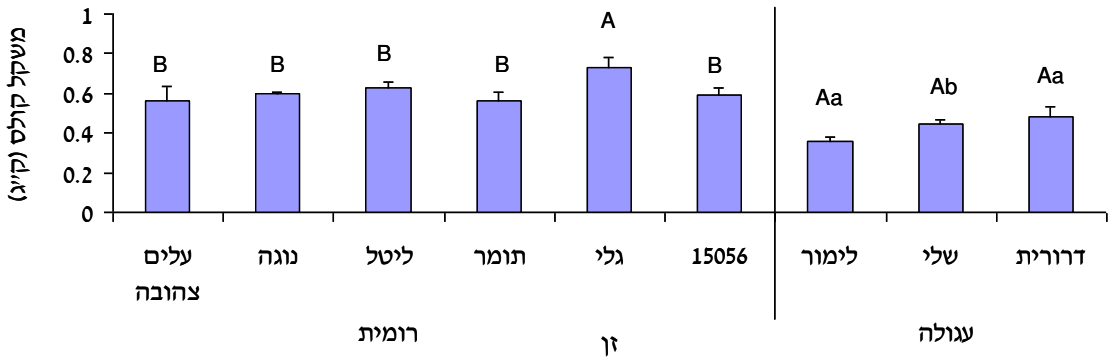
3.3.2. תוצאות

השוואת קצב הופעת תסמיני המחלה בזנים הרומיים הראתה כי אחוז הצמחים החולים הושפע בצורה משמעותית מהזן, מזמן המדידה ומהאינטראקציה ביניהם (Repeated Measure ANOVA, $P<0.05$). שכיחות הצמחים החולים בזנים 15056 ו תומר הייתה נמוכה בצורה משמעותית ובכ- 60% בממוצע בהשוואה לכל הזנים האחרים (איור 8).



איור 8 : אחוז הצמחים הממוצע בעלי תסמיני מחלה בשלושה זנים של חסה עגולה ושישה זנים של חסה רומית כפי שנבדקו מתחילת הופעת תסמיני המחלה ועד סוף הניסוי.

משקל הקולס הממוצע היה שונה בצורה משמעותית בין הזנים הרומיים (One way ANOVA,$P<0.05$). והיה הגבוה ביותר התקבל עבור הזן גלי ($P<0.05$,*t –test*, איור 9). זני החסה העגולה לא נבדלו זה מזה בצורה משמעותית במשקל הקולס הממוצע. אולם, למרות ששכיחות הצמחים החולים היה דומה בשלושת הזנים של החסה העגולה מספר הקולסים לשיווק שהתקבל בזנים לימור ודרורית היה גבוה יותר בצורה משמעותית בהשוואה לזן שלי (15.2 קולסים בדרורית בהשוואה ל-10.7 קולסים בשלי , $P<0.05$).



איור 9 : משקל הקולס הממוצע (±1S.E) שהתקבל עבור זני חסה. אותיות שונות מציינות הבדלים מובהקים בתוך כל טיפוס חסה (עגולה או רומית). **אותיות גדולות** מציינות הבדלים מובהקים במשקל הקולס הממוצע **ואותיות קטנות** (בחסה עגולה בלבד)מציינות הבדלים מובהקים במספר הקולסים לשיווק. הזן לימור מיועד לשתילת אביב סתיו והזן תומר מיועד להיקטף במשקל ממוצע של 400-500 גרם כשיווק ללבבות.

בבדיקת נוכחות הווקטור בזן תומר נמצא כי גם הצמחים שלא הראו תסמיני מחלה וגם הצמחים עם תסמיני מחלה היו נגועים במין *O.virulentus*. בדיקות ה-ELISA לנוכחות הנגיף הצביעו גם הן על 100% נגיעות עבור שני הזנים גם בצמחים ללא תסמיני מחלה וגם בצמחים שהראו תסמיני מחלה.

4. דיון

4.1 יעילותו של "שטח 90" בהפחתת נזקי המחלה

נראה כי המשטח האניוני הנבדק בעל יעילות חלקית בלבד בהפחתת תסמיני המחלה (מקסימום 20%) וללא השפעה על האכלוס בווקטור ובנגיף כפי שנבדק בסוף הניסוי. בנוסף, נראה כי החומר בעל השפעה שלילית על משקל הקולס הממוצע כפי שהתקבל בקרקע נקייה מהווקטור באופן בו יושם. מתוצאות אלו מתבקשת בדיקה נוספת של החומר במינונים נוספים ובאופני יישום שונים ובתנאי שדה שכן פיזור החומר בקרקע עשוי להוות גורם מכריע ביעילותו. במקביל יש לבדוק קוטלי פטריות ירודות וחומרים משרי עמידות בעלי יעילות משמעותית יותר.

4.2 טיפולי סניטציה במתאם סודיום.

טיפולי הסניטציה שבוצעו בסוף הקיץ ובסתיו בחלקות הניסוי באמצעות מתאם סודיום בשדה ניצן ובעין הבשור נמצאו כבעלי יעילות נמוכה יחסית בהפחתת תסמיני המחלה, שכיחות הווקטור בשורשי הצמחים ובהעלאת על משקל הקולס הממוצע. ההבדלים הגדולים ביותר נמצאו בחלקה בשדה ניצן שם בוצעו שני טיפולי סניטציה לפני הגידול החורפי, כמויות חומר ומים לא מבוטלות בהשוואה לתועלת.

4.3 יעילותם של קוטלי פטריות לחיטוי קרקע

הניסויים בשתי החלקות סיפקו תוצאות הדירות והראו כי בתנאי הניסוי **טריפיקרין יעיל בהפחתת הנגיעות בנגיף, בהפחתת תסמיני המחלה, בהעלאת תכולת הכלורופיל, ומשקל הקולס הממוצע ומספר הקולסים הראויים לשיווק**. רישוי החומר יאפשר התמודדות עם המחלה בחלקות בהן רמת המדבק גבוהה במיוחד כמו החלקות בהן בוצע הניסוי. מינונים מופחתים של טריפיקרין בהם נעשה שימוש בניסוי שדה נוסף השנה (20 ק"ג לדונם) נתנו תוצאות דומות לאלו שהתקבלו עבור הטיפול של 40 ק"ג לדונם מבחינת תוצאות היבול. בנוסף, מינונים גבוהים מאוד של מתאם סודיום (100 ליטר לדונם) הראו בניסויים שלא פורטו גם הם יעילות טובה. בדיקות הפירוק המואץ הראו כי קיים פירוק מואץ בחלקות הניסוי ולכן יש להמשיך ולבדוק את יעילותו של החומר בחלקות הנגועות בווקטור ובנגיף ובהן אין פירוק מואץ.

4.4 רגישותם של זני חסה ל"מחלת העורקים המעובים".

השוואת סבילותם של הזנים הרומיים למחלה הצביעה על **סבילות משמעותית בזנים תומר ו 15056 בהשוואה לשאר הזנים**. זן תומר משווק בעיקר כלבבות חסה והזן 15056 משווק בצורות שונות (טבלה 3) ולכן יש להמשיך ולחפש זנים נוספים שניתן לשווקם באופנים שונים ומראים סבילות למחלה. למרות שזני החסה העגולה נמצאו כולם עם תסמיני מחלה בשכיחות גבוהה ודומה **הזן דרורית נתן את השילוב המיטבי של משקל קולס ממוצע ומספר קולסים לשיווק**. ממצאים אלו מעודדים את שילובם של הזנים עם טיפולים נוספים שנמצאו כבעלי יעילות חלקית ואולי את בדיקתם של זנים נוספים.

4.5 שילוב טיפולים לקבלת ממשק ל"מחלת העורקים המעובים".

הניסויים השנה הביאו למציאתם של חומרים המספקים פתרון מלא למחלת העורקים המעובים (טריפיקרין) ואחרים שנותנים פתרון חלקי למחלה (חומר משטח, זנים). מטרת השנה השלישית היא ליצור ממשק המשלב מספר טיפולים לקבלת פתרון מיטבי הן מבחינת הפחתת הנזק הנגרם מהמחלה והן מבחינה כלכלית לחקלאי. חלק מהשילובים כבר נובעים מנקודות הדיון הקודמות כגון מינונים מופחתים (10-20 ק"ג לדונם) של טריפיקרין בשילוב עם הזנים המצטיינים בחסה הרומית והעגולה.

ברצוננו להודות:

לאנשי "רימי": שגיא גל ואסף רוזנברג – על השקעת הזמן והמשאבים בישום הטריפיקרין.

עמוס ניר: חברת "הזרע" ייעוץ ותרומת הזרעים למבחן הזנים.

"לאגן": תרומת "אדיגן סופר"

לקרן המדען על התמיכה במחקר

5. מקורות:

1. Campbell, R.N., and Fry, P.R. 1966. The nature of associations between *Olpidium brassicae* and Lettuce big-vein and Tobacco necrosis viruses. Virology 29:222–33.

2. Lot, H., Campbell, R. N., Souche, S., Milne, R.G., and Roggero, P. 2002. Transmission by *Olpidium brassicae* of *Mirafiori lettuce virus and lettuce big-vein virus* and their roles in lettuce big-vein etiology. Phytopathology 92:288-293.

3. Ryder, E.J., 1979. Effects of big vein resistance and temperature on disease incidence and percentage of plants harvested of crisphead lettuce. Journal of the American Society of Horticultural Science 104:665-668.

4. Tomilsom, J.A., and Faithfull, E.M. 1980. Effects of fungicides and surfactants on the zoospores of Olpidium brassicae. Annuals Applied Biology 93:13-19.

5. Zink, F. W., Grogan, R. G. 1954. The inter-related effects of big vein and market price on the yield of head lettuce. Plant Disease Reporter 38:844-846.