

מקרופומינה בכותנה – קובץ דיווחי ניסויים ותצפיות – קיץ 2018

רוני כהן, מיטל אלקבץ

מינהל המחקר החקלאי, נווה יער

הניסויים והתצפיות שנערכו בקיץ 2018

שם הניסוי / תצפית	נושא	שותפים
ניסוי השקיה + הדברה חפץ חיים	אגרוטכניקה + הדברה	און רבינוביץ זרעי ישראל נטפים
הדברה – חפץ חיים	הדברה	און רבינוביץ זרעי ישראל נטפים חברות הדברה
תצפית הדברה (זילוף) בעין החורש וביבנה	הדברה	צוות גד"ש חפר צוות גד"ש יבנה
תצפית גידול כיסוי - צנון חורפי חוות עכו	הדברה אלטרנטיבית - ביולוגית, ממשק, אגרוטכניקה	דודי שמש וצוות חוות עכו
ניסוי טרפולן ופיקס בנווה יער בעציצים	הדברה כימית עמידות מושריית	נווה יער
סקר שדות דרום	הקשר בין איכלוס בפטרייה למחלה	אריאלה ניב ומדריכים
סקר איכלוס, בריאים חולים, עמק יזרעאל	הקשר בין איכלוס בפטרייה למחלה	יורם שטיינברג ניצן יצהר

ניסויי חפץ חיים

הוצבו שני ניסויים בשדה בחפץ חיים:

1. ניסוי דו גורמי - בחינת מימשק השקייה (צפיפות קווי טיפטוף וציפוף שורות) בשילוב

טיפול פונגיצידי - בניסוי היו תשעה טיפולים שכללו:

א. מימשק ההשקייה

- י. שלוחת טיפטוף אחת לערוגה
- י. שתי שלוחות לערוגה
- י. שלוחה אחת בציפוף שורות של 75 ס"מ

ב. טיפולי הדברה

- י. היקש ללא טיפול
 - י. זילוף +2 הגמעות בעמיסטר
 - י. ריסוס בעמיסטר וקילטור
- הניסוי בוצע במתכונת של אקראיות גמורה ב- 6 חזרות. כל חלקת ניסוי הייתה באורך 21 מטר וברוחב של 4 שורות.

2. ניסוי הדברה - נבדקו 5 חומרי הדברה בהגמעה: ספורטק, וולום, סיגנום, פרוליין ועמיסטר

ניסוי זה בוצע במתכונת של בלוקים באקראי ב- 6 חזרות. כל חלקת ניסוי הייתה שורה אחת שנזרעה על ערוגה ברוחב 1.93 מטר ובאורך 8 מטר.

לוח הזמנים בניסויי חפץ חיים

פעולה	תאריך	ימים מזריעה
זריעה	10.3.18	0
*הגמעה ראשונה	12.4.18	33
הגמעה שנייה	9.5.18	60
הגמעה שלישית	10.6.18	90
דגימה ובידוד ראשון	30.5.18	81
דגימה ובידוד שני	4.7.18	116
הערכת נגיעות ראשונה	26.6.18	108
הערכת נגיעות שנייה	18.7.18	130
הערכת נגיעות שלישית	30.7.18	142
הערכת נגיעות רביעית	16.8.18	158
קטיף	3.10.18	175

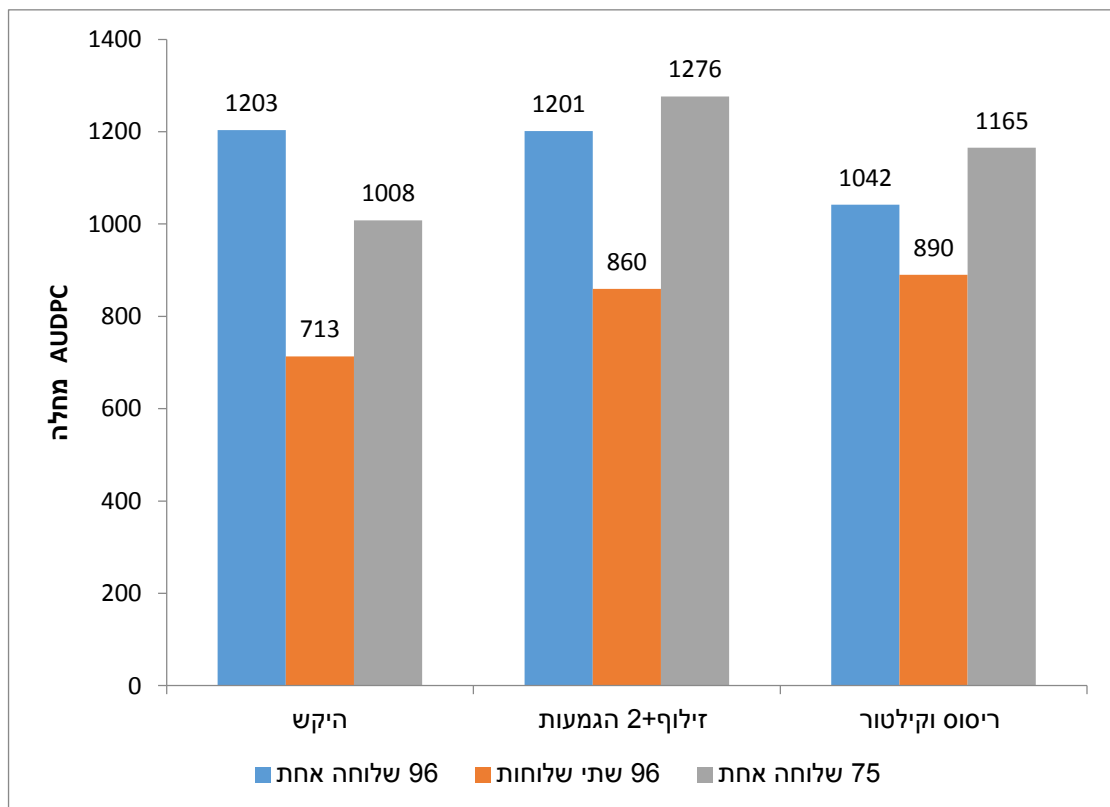
*מיד אחרי ההגמעה הראשונה ירדו 60 מ"מ של גשם בעוצמה גבוהה שגרמו לסחף קרקע ולהסטת כל שלוחות הטיפטוף ופגיעה חלקית בצמחים.

ניסוי השקייה והדברה בעמיסטר

איכלוס צמחים ע"י הפתוגן - במהלך העונה נלקחו צמחים מהטיפולים השונים למעבדה לבדיקת ההשפעה של טיפולי ההדברה או טיפולי ההשקייה על שיעור האיכלוס הצמחים בפטריה. בניתוח פקטוריאלי של התוצאות נמצא שבבידוד הראשון וגם בבידוד השני, שנערכו 81 ו-116 ימים לאחר הזריעה בהתאמה, הייתה אינטראקציה מובהקת בין שיעור האיכלוס בפטריה למרחק בין השורות ולמספר השלוחות לערוגה. לא נמצאה אינטראקציה עם טיפולי ההדברה.

הערכת מחלה - הערכת המחלה נעשתה ארבע פעמים במהלך עונת הגידול (ע"י חגי). בפעם הראשונה, 108 ימים מזריעה, נספרו הצמחים החולים ובשלוש הפעמים הבאות הערכנו את אחוז הצמחים החולים בחלקת הניסוי.

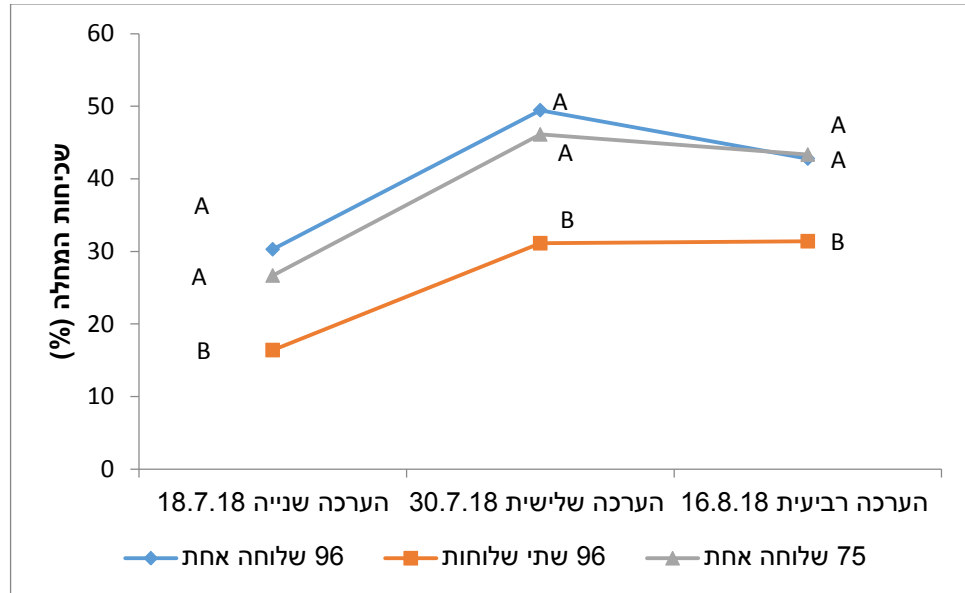
התקדמות המחלה הייתה דומה בכל שלושת טיפולי ההדברה השונים. באיור 1 מוצגים ערכי השטח שתחת עקום התקדמות המחלה (AUDPC - Aria under disease progress curve). ניתן לראות בצורה בולטת את שיעור המחלה הנמוך ביותר בטיפולים הכוללים את שתי שלוחות הטפטוף לשורה. בסוף הניסוי היה שיעור המחלה הממוצע לטיפולי שתי השלוחות כשלושים אחוז ושיעור המחלה בצורות ההשקיה האחרות היה כחמישים אחוזים.



איור 1: השטח תחת עקום התקדמות המחלה (AUDPC). הערכים הנמוכים ביותר חושבו לטיפולים שכללו שתי שלוחות טפטוף לערוגה.

ההתייחסות לתוצאות תלויה גם באופן בו מנותחות התוצאות. אם נאחד את טיפולי ההדברה ונתייחס רק לטיפול ההשקייה נקבל שבטיפול עם שתי השלוחות ערך ה-AUDPC נמוך באופן מובהק בהשוואה לטיפולים עם שלוחה אחת.

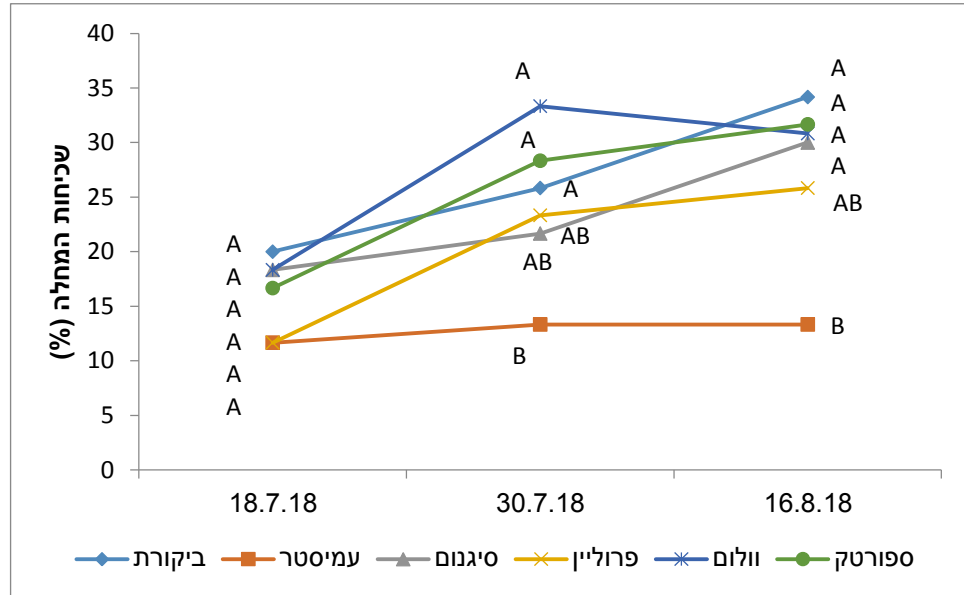
לפיכך, איור 2 מציג את התקדמות המחלה כתלות בטיפול ההשקייה כאשר כל טיפולי ההדברה קובצו יחד. ניתן לראות שקיים יתרון מובהק לטיפול ההשקייה בשתי שלוחות.



איור 2: התקדמות המחלה בטיפול ההשקייה כאשר כל טיפולי ההדברה קובצו יחד. בצורת ניתוח זאת ניתן לראות את ההשפעה של אופן ההשקייה על שיעור המחלה.

ניסוי הדברה בפונגיצידיים שונים

חומרי ההדברה יושמו לקרקע שלוש פעמים, 33, 60 ו-90 ימים לאחר הזריעה. שיעור המחלה הוערך ארבע פעמים. באיור 3 מוצגת התקדמות המחלה בטיפולים השונים. האיור מבוסס על ההערכות השנייה, השלישית והרביעית (ההערכה הראשונה בוצעה באופן שונה).



איור 3: השפעת הטיפול בפונגיצידיים על תחלואת צמחי הכותנה - צמחים חולים (%). ניתן לראות כי רק הטיפול בעמיסטר הפחית את המחלה באופן מובהק יחסית לביקורת.

קטיפ ויבול הכותן

שדה הניסויים היה נגוע בזחל ורוד וגם הנגיעות במקרופומינה לא הייתה אחידה. הייתה התלבטות אם לקטוף או לא. לבסוף השדה נקטף בעזרת קטפת הניסויים של "זרעי ישראל". לא נמצאה השפעה לטיפולים השונים על היבול בשני הניסויים.

מסקנות ושאלות להמשך

המסקנה הבולטת ביותר מניסוי ההשקיה היא ששתי שלוחות לערוגה הפחיתו את המחלה לשיעור שהוערך ב 30% צמחים חולים לעומת 50% בשאר הטיפולים. יתרה מכך, בטיפולי ההשקיה של שלוחה לשורה נצפו סדקים בקרקע. הסדקים קורעים את השורשים, מעלים את הטמפרטורת הקרקע בריזוספירה עד 32 מ"צ לעומת 27 מ"צ בקרקע שהושקתה בשתי שלוחות לשורה. בנוסף אויר יבש חוזר דרך הסדקים. כל הגורמים האלו יוצרים עקה סביבתית לצמחים ומעודדים את התפתחות המקרופומינה בצמחים.

חשוב לזכור שעיתוי התחלת ההשקיה חשוב גם הוא. מצב בו הכותנה נזרעת בסוף מארס או תחילת אפריל וההשקיה מתחילה רק חודש וחצי או יותר לאחר מכן, עלולה להכניס את הצמחים לעקה שלא תיראה לעין אך תעודד חדירה של הפטריות הפתוגניות לצמח. לפיכך, מימשק ההשקיה חייב להבחן בדגש על הפחתת עקות מים.

בניתוח פקטוריאלי של שיעור המחלה נמצאה השפעה מובהקת לטיפולי ההשקיה על רמת המחלה. חרף הירידה בשיעור המחלה לא נמצא שיפור ביבול. יבול הכותן בכל הטיפולים היה דומה. האילוח הכבד בהלקטית הורודה לקראת סיום הגידול פגע בהלקטים בקומות העליונות של הצמחים שלא

נפגעו מן המחלה ובכך פגע קשה ביבולם. עובדה זאת טישטשה את השפעת הטיפולים על היבול, למרות שפוטנציאל היבול היה נראה גבוה יותר בחלק מהטיפולים כפי שהמעקב אחר התפתחות המחלה הראה (איורים 1-3).

בניסוי ההדברה נראה שטיפול העמיסטר עולה ביעילותו על שאר חומרי ההדברה. גם כאן חרף ההבדל המובהק לטובת טיפול העמיסטר, לא נצפו הבדלים ביבול, כפי שהוסבר.

אחת הנקודות אותן יש לשפר משמעותית הוא ביסוס הקשר שבין שיעור המחלה לנזק ליבול. כפי שראינו בדו"ח זה, הפחתת שיעור המחלה ב-20% לא הובילה לשיפור ביבול. החלקה בחפץ חיים נפגעה גם בשנה שעברה מההלקטית הורודה. שאריות כותן בשדה ואולי גם באזור כולו היוו מקור אילוח להגברת הנזק השנה ובכך פגעו בתוצאות הניסוי. מכאן שיש למצוא חלקה ו/או חלקה חליפית בשנה הבאה לביצוע ניסוי נוסף לביסוס התוצאות, בתקווה שלא יהיו גורמים שיפגעו בגידול מחוץ למחלה.

בנוסף, ישנה אינדיקציה שטיפול ההדברה מפחיתים את שיעור איכלוס הצמחים בפטריה ואת תחלואת הצמחים, אך תוצאות אלה לא חוזרות על עצמן באופן עקבי (בניסוי ההשקיה לא ראינו השפעה של טיפולי ההדברה) ולכן יש לבדוק שוב את האופן שבו מיישמים את חומרי ההדברה לשדה, מבחינת עיתויים ומינונים.

האם לשאריות צנון חורפי בקרקע השפעה על מקרופומינה בכותנה

תצפית – קיץ 2018, חוות עכו

דודי שמש – שה"מ משרד החקלאות

רמי בר זיו, ישי קציר – חוות עכו

רוני כהן, מיטל אלקבץ – מנהל המחקר, נווה יער

מבוא

ביו-פומיגציה היא פרקטיקה חקלאית העושה שימוש בחומר צמחי על מנת לעכב גורמי מחלות שוכנות קרקע במערכות חקלאיות. המונח מתאר בדרך כלל הצנעת חומר צמחי ממשפחת המצליבים (Brassicaceae) בקרקע. צמחים אלו נבחרו כיוון שהם עשירים במטבוליטים שניוניים מקבוצת הגלוקוזינולטים. הגלוקוזינולטים עוברים פירוק ע"י אנזים המירוזנז (מהצמח ולאו ממיקרופלורת הקרקע) לתוצרי פירוק רעילים הפוגעים במחוללי מחלות שוכני קרקע. מטרת הניסוי הייתה לבחון את ההשפעה של צנון חורפי על התפתחות צמחי כותנה ועל התחלואה במקרופומינה.

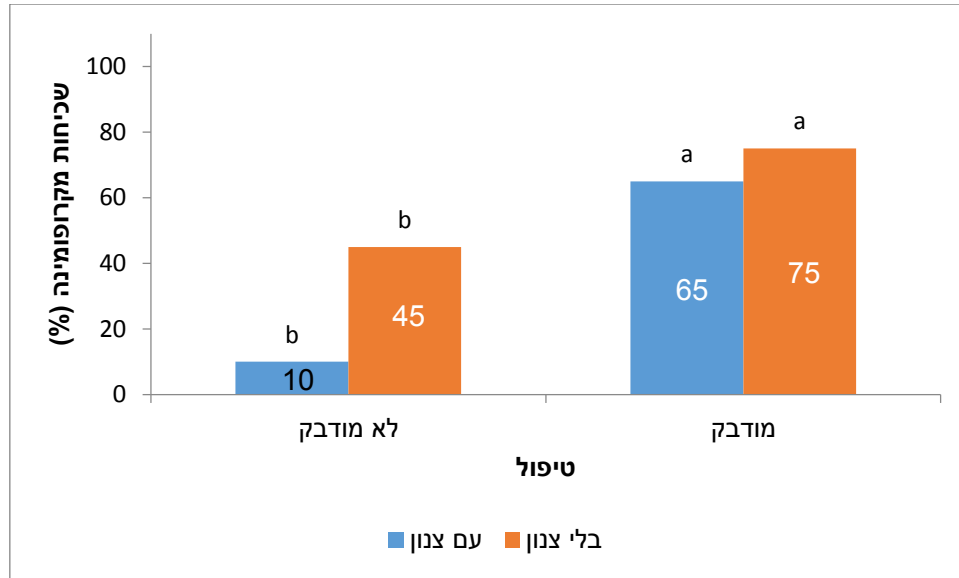
שיטות וחומרים

צנון מהזן TR 007 Alpha radish נזרע בתחילת נובמבר בחוות עכו. בחודש מארס, לקראת זריעת הכותנה, צמחי הצנון רוטטו בקוטל עשבים ושאריות הצמחים תוחחו לקרקע. כותנה מהזן גוליית 6 (זרעי ישראל) נזרעה ב 5.5.2018 על 4 שורות באורך 12 מטר כל אחת. שתי שורות של קרקע ביקורת לא מטופלת ושתי שורות של קרקע עליה גדל צנון חורפי (כרב צנון). השורות הפנימיות הודבקו במקרופומינה על ידי פיזור רסק פטריה על הזרעים לפני כיווים בקרקע. המידבק הוכן על ידי ריסוק תכולת 20 צלחות פטרי בהן גדלה הפטרייה ב 10 ליטר מים. במהלך הגידול נלקחו מדגמי צמחים לבדיקת שיעור איכלוס הצמחים בפטריה, בדיקת אורך הצמחים ובדיקת הנגיעות במחלה. הניסוי לא דושן ולא טופל נגד מחלות ומזיקים.

תוצאות

השפעת ההדבקה על איכלוס הצמחים בפטרייה ועל גובה הצמחים

איכלוס צמחי כותנה מהטיפולים השונים נבדק בצמחי הכותנה שנדגמו כחודש לאחר הזריעה (איור 1). השפעת ההדבקה ניכרת בשיעור איכלוס הצמחים. צמחי כותנה שנזרעו בקרקע טבעית אוכלסו בשיעור של 45% לעומת איכלוס של 75% בצמחים שהודבקו. צמחי כותנה שנזרעו על קרקע בה גדל הצנון אוכלסו בשיעור של 10% לעומת 65% בצמחים שגדלו על אותו כרב והודבקו (איור 1). הדבקת הצמחים כמו גם הכרב השפיעו על גובה הצמחים. שלושת הטיפולים כרב צנון, מודבק ושאינו מודבק והכרב ללא הצנון שהודבק היו נמוכים מצמחי הכותנה שגדלו על קרקע הביקורת ולא הודבקו בפטריה (איור 2). ההבדל היה בולט בתחילת הגידול והיטשטש מאוחר יותר (איור 3).



איור 1 : איכלוס צמחי כותנה בפטריה מקרופומינה. הצמחים נדגמו כחודש לאחר הזריעה והאילוח.



איור 2 : גובה צמחי הכותנה. הצמחים נדגמו חודשיים מזריעה. הבדלים מובהקים בגובה נצפו רק בין הטיפולים הקיצוניים: ביקורת (-צנון, -הדבקה) לבין הטיפול המשלב כרב צנון והדבקה במקרופומינה.

2.8.18 פריחה והלקטים
הבדלים בגובה הצמחים עדיין ניכרים – הפסקת השקייה
שורות פנימיות מודבקות, שורות חיצוניות ללא הדבקה



כרב צנן חורפי

ביקורת

איור 3 : ההבדלים בגובה הצמחים הולכים ומצטמצמים כשלושה חודשים לאחר זריעה. המספרים בלבן מציינים את אחוז הצמחים החולים בכל שורה (טיפול).

השפעת הכרב על גובה הצמחים, צבע הצמחים והתחלואה לקראת סוף הגידול
ההבדל בגובה הצמחים נעלם לקראת הפריחה ופתיחת ההלקטים (אוקטובר). במועד זה הצמחים שגדלו על כרב צנן נראו ירוקים ובריאים יותר מהצמחים שגדלו על קרקע הביקורת (איור 4). המגמה של הפחתת מחלה בכרב הצנן לעומת קרקע הביקורת (איור 3), נשמרה גם לקראת סיום הניסוי. בסך הכל, תחלואת הצמחים לקראת סיום הניסוי הייתה נמוכה, כ 14% בשורות הביקורת לעומת חמישה אחוזים בקרקע עליה גדל הצנן.

צנן חורפי
5% צמחים חולים



ביקורת
14% צמחים חולים



איור 4 : צבע הצמחים ושיעור המחלה בסיום הניסוי. הבדלים בגובה הצמחים שנראו בתחילת הגידול נעלמו, הצמחים שגדלו על כרב צנן נראים ירוקים יותר מהצמחים שגדלו על קרקע הביקורת.

דין

בשנים האחרונות אנו עדים לתמותת צמחי כותנה מזני הפימה. התמותה מיוחסת לפטריית הקרקע *Macrophomina phaseolina*. הפחתת שיעור ועוצמת מחלות מועברות בקרקע המושרות ע"י שאריות צמחים ממשפחת המצליבים ידועה בספרות. טיפול בשאריות צמחים במטרה להפחית מחלה נקרא לעיתים ביו-פיומיגציה. מטרת התצפית המדווחת במסמך זה הייתה לבחון את ההשפעה של כרב צנן חורפי על גידול הצמחים ועל התפתחות מחלת המקרופומינה בכותנה. בכדי להבטיח תחלואה של הצמחים בניסוי הוספנו לחלק מהטיפולים מידבק של הפטריה. בבדיקה שנערכה כחודש לאחר הזריעה והאילוח ראינו בבירור שרמת הפטריה בטיפולים שהודבקו עלתה (איור 1), משמע שהפטרייה שהוספה לקרקע אכן חדרה ונקלטה בצמחים. ההדבקה בפטריה השפיעה גם על גידול הצמחים וגרמה לעצירה בהתפתחות לעומת הצמחים שלא הודבקו. יחד עם זאת, וחרף ההשפעה על גובה הצמחים, תוספת הפטרייה לקרקע לא גרמה לעליה בשיעור הצמחים החולים או אלו שהראו סימני התייבשות. לאינטראקציה שבין הפטרייה לצמחי הכותנה שלבים רבים והתפתחות המחלה בכותנה לוקחת זמן רב. החדירה של הפטריה לצמח מתרחשת ממש בתחילת הגידול אבל סימפטומי המחלה ניצפים לראשונה רק בסמוך לפריחת הצמחים ויצירת ההלקטים. בניסוי זה ובניסויים אחרים אנו רואים שניתן להגדיל את כמות הפטריה בצמח מיד לאחר ההדבקה אבל כמות הפטריה יורדת לאחר זמן מה. נראה שבקרקעות הארץ כמות הפטריה אינה מהווה מגבלה ליצירת סימפטומי מחלה. הכמות מספיקה כדי לגרום מחלה וחומרת המחלה תקבע לא רק ע"י כמות הפטריה אבל בעיקר ע"י גורמי סביבה כגון טמפרטורות קרקע ואוויר ומימשק המים בין הצמח לקרקע. התחלואה במקרופומינה בניסוי הייתה נמוכה. סימפטומים ראשונים נצפו בתחילת אוגוסט, כשלושה חודשים לאחר הזריעה (איור 3). בסוף הניסוי היה שיעור המחלה 14% בשורות הביקורת ו- 5% בלבד בשתי השורות של הצמחים שגדלו על כרב צנן (איור 4). מהתוצאות עולה שגידול הצמחים על כרב צנן הפחית את המחלה ב 66%. יחד עם ההפחתה בשיעור המחלה נראה גם עיכוב בגידול של הצמחים. העיכוב חלף לאחר כ - 3-4 חודשים וגודל הצמחים התאזן. יתרה מכך, בתחילת אוקטובר, חמישה חודשים לאחר הזריעה, הצמחים שגדלו על כרב צנן נראו ירוקים יותר, בריאים וחסונים יותר מאשר צמחי הביקורת. ההנחה היא שפירוק צמחי הצנן בקרקע תורם לזמינות של חנקן המשפיע לחיוב על מופע הצמחים. לניסוי תוצאות מעודדות. יש לדון בתוצאות ולראות אם יש עניין לחקור ולהציב ניסוי המשך בכיוון זה.

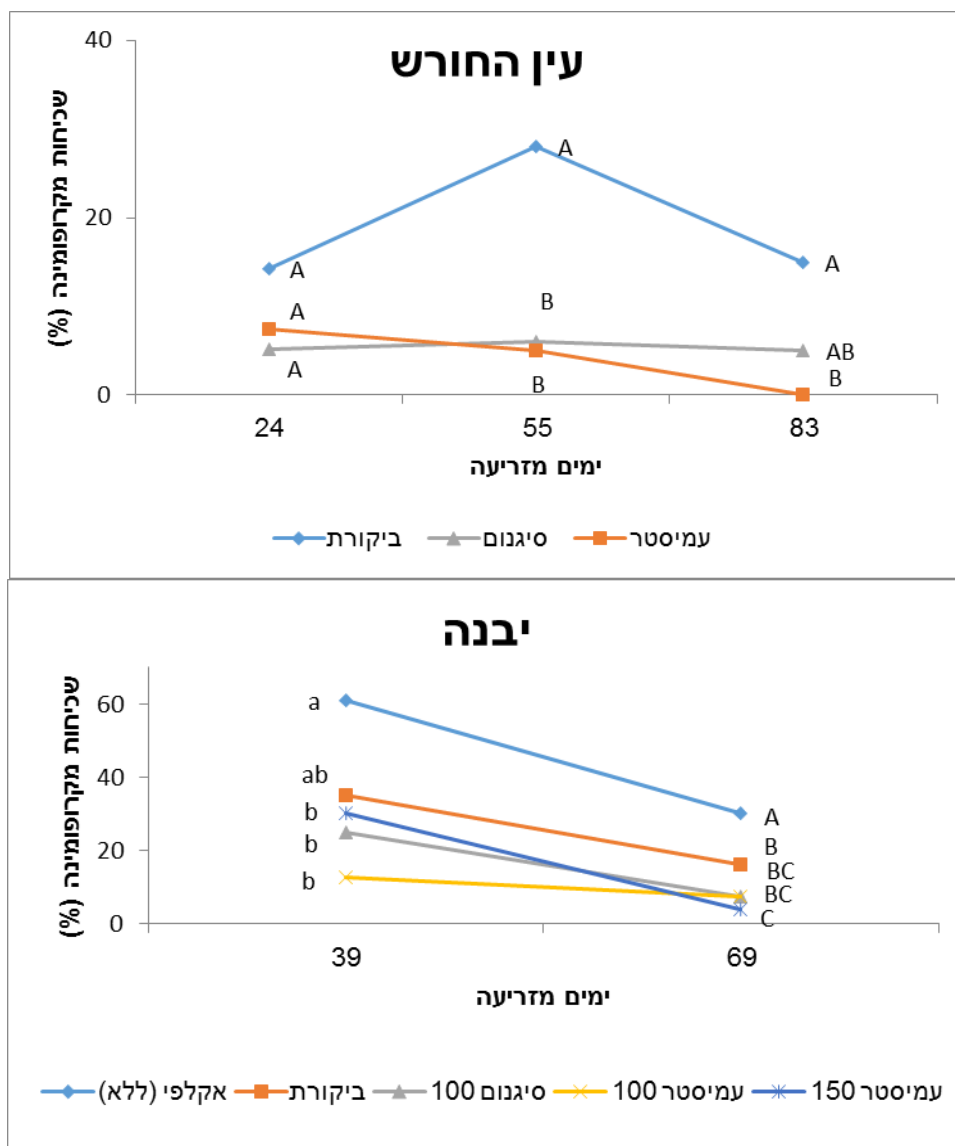
סיכום

1. הדבקת הצמחים בזמן הזריעה השפיעה על התפתחות הצמחים בשלבי הגידול הראשונים אבל לא הגבירה את שיעור המחלה.
2. שאריות הצנן גרמו לעיכוב בהתפתחות צמחי הכותנה. עיכוב זה חלף עם התקדמות העונה.
3. שאריות הצנן עיכבו את איכלוס צמחי הכותנה בפטריה.
4. שאריות הצנן הפחיתו את תחלואת הצמחים בשיעור של 66% לעומת טיפול הביקורת.
5. בעבודות המשך כדאי לבדוק את כמות הצנן בקרקע ואת מועד הפסקת גידולו והטמנת שאריות הגידול בקרקע.

יישום פונגיצידיים לפס הזריעה – השפעה על הפטריה ועל המחלה

מהלך הניסוי והתוצאות

בתצפיות שנערכו ביבנה ובעין החורש יושמו הפונגיצידיים עמיסטר וסיגנום לפס הזריעה. צמחים מהטיפולים השונים נדגמו במועדים שונים (איור 1) ואיכלוס הפטריה את איזור השורש המרכזי נבדק.



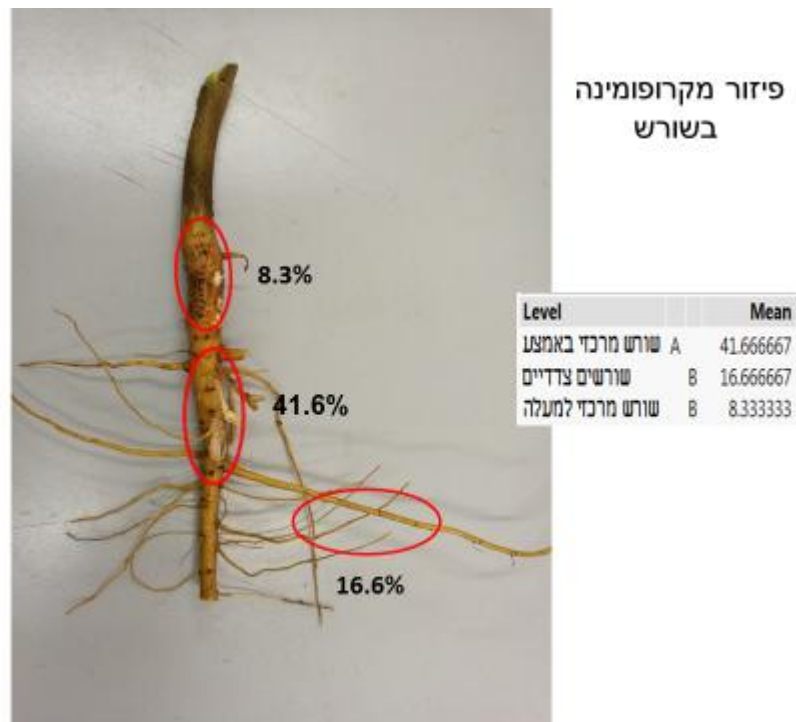
איור 1 : השפעת טיפולי הפונגיצידיים, זילוף לפס הזריעה, על נוכחות הפטריה *Macrophomina phaseolina* בשורשי הכותנה

בניסוי בעין החורש ניתן לראות השפעה משמעותית של חומרי ההדברה שניתנו בזילוף על נוכחות הפטריה בשורשי הצמח. בעמיסטר ההשפעה נמשכה 83 ימים לאחר הטיפול ובסיגנום לפחות 55 ימים לאחר הטיפול. בניסוי ביבנה לא היתה הפחתה מובהקת בשכיחות המקרופומינה בשורשים ביחס לביקורת (בכתום), פרט לעמיסטר 150 בבדיקה השנייה בלבד (69 ימים לאחר הטיפול). לא

נערך מעקב מסודר אחר תחלואת הצמחים אבל נראה שאין קשר בין דיכוי הפטריה בשורשי הצמח לבין התחלואה. מעניין לציין שרמת האיכלוס הגבוהה ביותר נמצאה בצמחי אקאלפי. זן זה עמיד (כמעט לחלוטין) למחלה. עדות עקיפה נוספת למימצאים המראים שאין בהכרח קשר הדוק בין רמת הפטריה בצמח לתחלואה.

דיון ומסקנות

בבדיקות מעבדה ניתן למצוא את הפטריה הפתוגנית בכל איזורי השורש. מכיוון שלא ניתן לבדוק את כל השורש בדקנו מהו האזור המייצג בצורה המיטבית את האיכלוס. אזור השורש המרכזי נבחר כאזור מייצג (איור 2).



איור 2 : התפלגות שיעור איכלוס השורש הפטריה *Macrophomina phaseolina*

כאשר השורש גדל ומאכלס בפטריה ברור שישנם אזורים שלא נחשפו לטיפול בפונגיצידי. הפטריה שגדלה באזורים הלא מטופלים יכולה לגרום למחלה ע"י יצירת טוקסינים שינועו עם זרם המים המובל מהשורש לנוף. טוקסינים אלו יכולים לגרום למחלה גם בצמח מטופל ששיעור הפטריה בחלקים שנבדקו בו נמוך.

טיפול בקוטל העשבים טרפלן והמנוס פיקס על גידול הכותנה

ניסוי חממה, נווה יער

קוטל העשבים Trifluralin – טרפלן (איור 1), שימש במשך שנים רבות בכותנה כקוטל עשבים עיקרי עד שהוצא לאחרונה משימוש. חומרי הנינוס פיקס (איור 2), פיקסר, מגיק ואחרים (כולם מעכבי ביסיתתזה של ג'ברלינים) נמצאים בשימוש אצל חלק מהמגדלים לעצירת גידול הצמחים. לחומרים אלו (קוטלי עשבים דינטרוטאנילים וחומרי נינוס) השפעה על השראת עמידות נגד מחלות צמחים בצמחים שונים (Herbicide induced resistance).

בניסוי חממה הראנו את ההשפעה שיש לחומרים אלו על ארכיטקטורת השורשים. הצמחים המטופלים במנוסים מפתחים שורשים מסועפים וגדולים מאשר צמחי הביקורת. מצאנו לנכון לציין תופעות אלו שראויות להיחקר במסגרת המאמץ הכולל להדברת מחלות בכלל ובכותנה בפרט.



איור 1: א: צמחים מנונסים בעקבות טיפול בטרפלן. ניתן לראות גם את ההשפעה על העשבים.
 ב: השפעה על מערכת השורשים. מימין צמחי ביקורת, משמאל צמחים שגדלו בקרקע שטופלה בטרפלן. השינוי במבנה השורש יכול להשפיע גם על חדירה ופעילות פטריות פתוגניות.



איור 2 : השפעת המננס פיקס על גידול צמחי כותנה בניסוי עציצים. המינון בו השתמשנו בניסוי זה לא נינס את הנוף אבל השפיע על גודל והסתעפות מערכת השורשים. שינוי זה עשוי להשפיע על השראת עמידות ועל מימשק המים של הצמח.

סקר שדות כותנה בריאה-חולה לנוכחות *Macrophomina phaseolina*

רוני כהן, מיטל אלקבץ, מרכז מחקר נווה יער

אריאלה ניב, ניצן יצהר, מועצת הכותנה

סקר נוכחות הפטריה *Macrophomina phaseolina* בשורשי כותנה

בקיץ 2016, בשנה הראשונה למחקר המקרופומינה בכותנה, דגמנו צמחים בתחילת הגידול כדי לראות מהי התפוצה הארצית של הפתוגן. השנה לראשונה, דגמנו צמחים במחצית חודש יוני, מועד בו המחלה מופיעה. רצינו לראות האם יש הבדל בנגיעות השורש בשדות השונים ואם יש הבדל בין צמחים שמראים סימפטומים לאלו שלא, באותו שדה. דגמנו שדות בצפון, במרכז (טבלה 1) ובדרום (טבלה 2).

מכל חלקה דגמנו 10 צמחים. בידודים נעשו מקטע שורש מרכזי חצוי באורך 8 ס"מ

טבלה 1 : נוכחות הפטריה *Macrophomina phaseolina* בשורשי צמחי כותנה חולים ובריאים. הסקר נערך במחצית חודש יוני 2018. בחלק התחתון של הטבלה ישנן חלקות בהם לא נמצאו צמחים חולים בזמן הדגימה. השדות מסודרים לפי חומרת מחלה מגבוהה לנמוכה.

שכיחות מקרופומינה בשורש (%)		שם החלקה
בידוד מצמחים בריאים	בידוד מצמחים חולים	
44	89	גניגר כביש הסרגל
12	50	יגור מדרון
0	37	ראם 27+23
35	16	הזורע תענך
15	25	הזורע 61,91
7	25	הראל
20	20	הזורע 61 נחל
20	20	חפץ חיים ואדי
0	19	אפק T
0	17	חפץ חיים מזרח
6	15	יפעת ב
10	10	גן שמואל 6-8
0	10	כפר מסריק
20	לנ*	חולתה
5	לנ	כפר יהושוע**

*לנ – לא נמצאו צמחים חולים בשדה בזמן הדגימה. **כפר יהושע, שדה בזריעה שנייה, צמחים צעירים 5-6 עלים.

טבלה 2 : נוכחות הפטריה *Macrophomina phaseolina* בשורשי צמחי כותנה חולים ובריאים. הסקר נערך בשדות הדרום במחצית חודש יוני 2018.

שם החלקה	בידוד מצמחים חולים	בידוד מצמחים בריאים
חולדה	לנ	25
יבנה	לנ	30
שעלבים	לנ	10
רבדים	לנ	15
הראל	6	25
שדה יואב	לנ	6

*לנ – לא נמצאו צמחים חולים בשדה בזמן הדגימה.

מה אפשר ללמוד ואיזה שאלות לשאול בעקבות סקר השדות

ברוב השדות מלבד שדה אחד (הזורע תענך*) נוכחות הפטריה הייתה גבוהה יותר בצמחים החולים. הסקר כלל 20 שדות. בשלושה עשר נמצאו צמחים חולים ובשבעה אחרים לא נמצאו צמחים חולים בזמן הדיגום.

האם יש קשר בין רמת הנגיעות בפטריה לשיעור המחלה? - מצאנו שהנגיעות הגבוהה יותר נצפתה בצפון. לפי השנים שעברו, דווקא בדרום המחלה הייתה חמורה יותר. ברור שהתוצאות מהוות אינדיקציה בלבד ושמידת האילוח בפטריה היא רק אחד מהגורמים לחומרת המחלה. מהתוצאות נראה שהפטריה נמצאת בצמחים החולים בכל השדות שנדגמו. בתשעה מתוך 13 השדות שנדגמו נמצאה הפטריה גם בצמחים בריאים (ויתכן שהיא קיימת באזורי שורש שלא נדגמו). בשבעה שדות לא נמצאו בעת הדגימה צמחים חולים.

הטבלה מופצת עכשיו כדי לאפשר למדריכים ולפקחים לעקוב ולראות האם יש קשר בין הממצאים המוצגים בטבלה לשיעור המחלה שתתפתח בשדות לקראת סוף הגידול.

מה משמעותם של בידודי השורש? - בידודי שורש מסוגלים לגלות נוכחות של פטריה. שיטות הבידוד השונות, גודל המדגם ואזור הדגימה יכולים לתת תשובה איכותית או כמותית לנוכחות הפטריה בשורש.

בדקנו את נוכחות הפטריה בקטע שורש מרכזי באורך 8 ס"מ שלדעתנו הוא קטע מייצג. הפטריה יכולה לתקוף את השורש בכל חלקיו. יתכן שלא נמצא פטריה אבל היא קיימת באזור שלא נבדק. מנגנון גרימת המחלה הוא כנראה (גם) יצירת טוקסינים (רעלנים) שמוסעים לנוף הצמח יחד עם המים וגורמים לתמותה. יתכן שפטריה הנמצאת בשורשים צדדיים או בכמות קטנה יחסית ומסוגלת לגרום להתייבשויות ולתמותה כאשר תנאי הסביבה יעודדו זאת. באותה מידה, יתכן שצמח מאולח בכבדות יתמודד בהצלחה עם הפטריה ותוצריה כאשר תנאי הסביבה (טמפרטורה, מים) יהיו מיטביים.

כמו במחלות קרקע אחרות, יתכן שמקרופומינה אינה ה"שחקן" היחידי ויכול להיות שהמחלה נגרמת או מעודדוּן אחד. נושא זה נחקר כעת בשיתוף פעולה עם חוקרים ממיג"ל.

עיקרי המסקנות ומחשבות להמשך

הקשר בין הפטריה לצמח – כאשר צמחי הכותנה גדלים בצורה נאותה נראה שהצמח והפטריה נמצאים בשווי משקל של "חיה ותן לחיות". אך כאשר שיווי המשקל מתערער, הפטריה מסוגלת לגרום למחלה.

מניעת עקות – נראה שהשקיה נאותה מאפשרת לצמח להתמודד עם איום המחלה. כאשר הצמח נמצא בעקת מים, אף שזו לא נראית לעין, יש סיכוי שהמחלה תתפרץ. חקלאים מדווחים על **כנימות עלה** כגורם לעקה וממליצים לטפל עם הנגיעות ההתחלתית או אף בטיפול מניעה. **יש לבדוק ולעדכן את נוהלי ההשקיה בכותנת פחמה.**

הדברה כימית – יש להפריד בין יעילות הדברת הפטריה ליעילות בהפחתת המחלה. טיפולי ההדברה נמצאו יעילים בהדברת הפטריה ובהפחתת שיעור איכלוס שורשי הצמחים בפטריה. יחד עם זאת, לא ניתן לשמור על ניקיון מלא של השורש מהפטריה ונראה שגם בכמות פטריה קטנה יחסית, המחלה יכולה להתפרץ כאשר הצמח חשוף לתנאי עקה. בניסוי חומרים בחפץ חיים נראה שטיפול בעמיסטר שמר על הצמחים טוב יותר מחומרי הדברה אחרים שנבדקו. **נושא ההדברה הכימית ראוי שימשיך להיחקר.**

נינוס – שינוי השקיה יכול מחד למנוע התפתחות מחלה אך מאידך יכול לגרום לצמחים התפתחות מואצת שאינה רצויה. טיפול בחומרים מננסים מקובל ובטוח בצמחי אקאלפי אך נמצא לעיתים בעבר כמסוכן לצמחי פימה. טיפול במננסים משנה את מבנה מערכת השורשים ויכול ליעל את מממשק המים בצמח. יתכן שצריך לטפל במננסים בצורה שונה. שינוי במועדי הטיפול, מינונים, מתן דרך המים ולא בריסוס וכו'. **הטיפול במננסים ככלי לריסון הצמח במצבים של השקיה מיטבית ראוי שייחקר.**

גנטיקה – זנים עמידים הם הפתרון האולטימטיבי לפגעים ביוטיים. ההתקדמות נעשית אצל חברות הזרעים. יחד עם זאת, היות והעמידות לא תהייה מוחלטת, ההדברה צריכה להיות אינטגרטיבית ולשמש כלי משלים שיסיע לזנים בעלי עמידות משופרת.

המשך המחקר, מה עוד יש לעשות – השנה נראה שמשקים רבים הצליחו לקבל יבולי שיא. חלק מהם עשו זאת ע"י שינוי ממשק ההשקיה והקפדה על הדברת מזיקים. התקווה היא שהצלחנו להבין את המחלה ולהתגבר עליה. יתכן שזו שנה טובה ובשנים הבאות המחלה שוב תרים ראש. יתכן שיש עוד גורמים שאינם ידועים. הקשר בין המחלה ליבול אינו ברור. להבדיל מגידול ירקות בו ניתן להעריך

בקלות מחלה בגלל גודל הצמח והשתילה בערוגות נמוכות יחסית, בכותנה הערכת הנגיעות קשה בגלל גובה הצמחים, גודל החלקות ופיזור המחלה בכתמים. צילומי אוויר מלווינים או ניטור חלקות בודדות ע"י צילום מרחפנים מאפשר הערכה מדויקת של הנזק. היבול אף הוא ניתן לכימות ע"י מפות יבול המיוצרות בשדה ע"י מערכת מחשוב המותקנת על הקטפת. **הקשר בין המחלה ליבול ראוי שייחקר.**

כיווני מחקר עתידיים

אופטימיזציה של ההשקיה למניעת עקת מים
אופטימיזציה של ההדברה הכימית
אופטימיזציה של יישום מננסיים
ברור הקשר בין תדירות וחומרת המחלה ליבול.