

מחלות מועברות בקרקע בכותנה – מחקר הקדמי – קיץ 2016

רוני כהן, און רבינוביץ', רוחי רבינוביץ', ניצן יצהר, מיטל אלקבץ,

אריאלה ניב, מיכל אקסלרוד

מבוא

גידול הכותנה בישראל משתנה במשך השנים כתלות במצב המים הזמינים להשקיה, איכות הסיבים והמחירים אותם ניתן לקבל בשוק העולמי. בין השינויים הבולטים שקרו למשק הכותנה בישראל ניתן לראות את הירידה בשטחי הגידול של הטיפוס אקאלה לעומת עליה בגידולי זני הפימה. בשנת 2006 נכנס שחקן חדש בדמות מיכלוא בין-מיני האקאלפי. יחד עם העלייה בהיקפי גידול זני הפימה עלתה גם שכיחות הנזקים הנגרמים מגורמי מחלות קרקע. משורשי צמחים נובלים וגם מצמחים בריאים מבודדות פטריות מסוגים שונים. הפטרייה הבולטת בתדירות הגילוי היא *Macrophomina phaseolina* המוכרת כגורמת לנבילה של צמחים ממשפחות בוטניות שונות כולל כותנה.

חשוב להזכיר שזני הפימה שגודלו בישראל היו רגישים למחלת פוזריום הנבילה של הכותנה הנגרמת ע"י הפטרייה *Fusarium oxysporum f. sp. Vasinfectum*, אך פעילות מחקרית בהובלתם של גד פישלר (פילו) ופרופי יעקב קטן יצרה זני פימה עמידים. העלייה בנזקים ממחלות מועברות בקרקע הובילה לפעילות מחקרית שמטרתה להכיר את הגורמים הביולוגיים והא-ביולוגיים הגורמים לעליה בתדירות ובחומרת המחלה. בגלל התדירות הגבוהה של בידודי *M. phaseolina* והמידע מהספרות בדבר היותה גורמת למחלה הוחלט בשלב זה להתרכז במחקר בפטרייה זו.

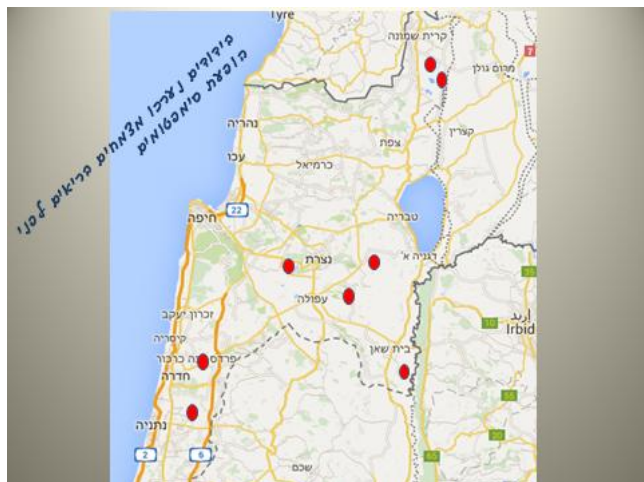
המטרות הספציפיות שהוצבו לעונת 2016 היו:

1. סקירת התפוצה של הפטרייה *Macrophomina phaseolina* בשדות הכותנה
2. שחזור המחלה (השלמת מבחן קוד) בתנאי שדה
3. בדיקת העברת המחלה בזרעים
4. מעקב אחר הופעת המחלה וחומרתה.

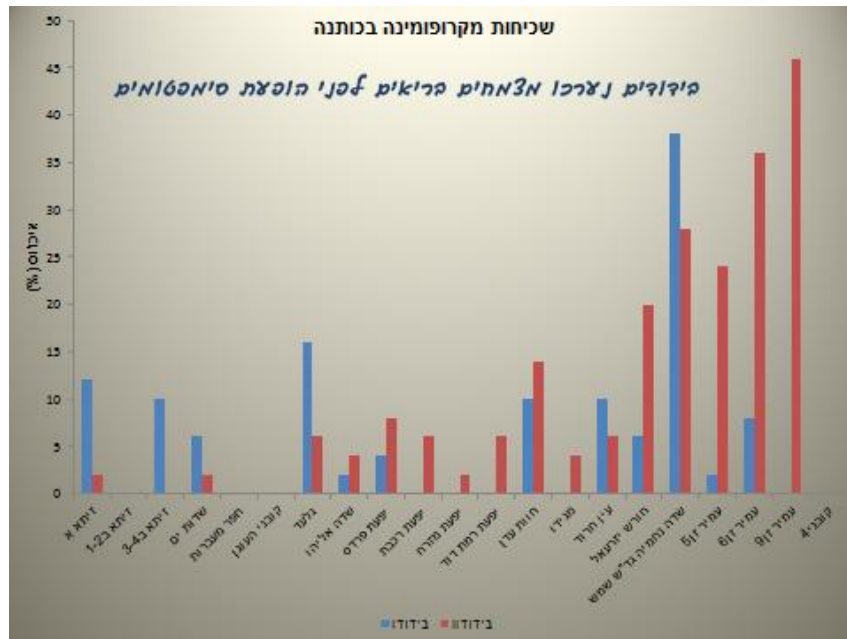
תפוצת הפטרייה *Macrophomina phaseolina* בשדות הכותנה

נוכחות הפטרייה *M. phaseolina* בצמחי כותנה נדגמה בעשרים שדות, מקיבוץ העוגן במרכז הארץ ועד לאצבע הגליל (איור 1).

איור 1: האזורים בהם נדגמו צמחי כותנה לבדיקת נוכחות הפטרייה *Macrophomina phaseolina*. הדגימה נערכה בצמחי כותנה צעירים ובריאים ללא כל סימפטום של מחלה.



השדות נדגמו בשני מועדים : תחילת אפריל וסוף מאי.



איור 2 : שכיחות בידוד הפטרייה *Macrophomina phaseolina* מצמחי כותנה צעירים.

הפטרייה *M. phaseolina* נמצאה בצמחים כמעט בכל השדות שנדגמו. בדגימה הראשונה היא לא נמצאה באזור קיבוץ העוגן, אבל היא נמצאה מאוחר יותר באותם שדות. אכלוס צמחים רב נמצא בשדה נחמיה בשני המועדים. במועד השני נמצא אכלוס צמחים ברמה גבוהה בשדות הגליל העליון (איור 2).

מופע המחלה

הסימפטומים הראשונים שמקדימים את נבילת הצמחים הם הצהבת העלים וקמילתם. מאוחר יותר העלים מתייבשים והצמח כולו קמל (איור 3).



איור 3 : מופע המחלה. מימין, שלבי המחלה הראשונים, הצהבה וקמילה של העלים. מאוחר יותר בתמונה משמאל התייבשות עלים.

נראה שההצהבה והקמילה שבאה בעקבותיה היא תוצאה של הרעלת העלים ע"י רעלנים (טוקסינים) המיוצרים על ידי הפטרייה. רעלנים אלו נעים ממקום ההדבקה בשורש ומוסעים במים אל העלים. עדות לנזק שנגרם ע"י הטוקסינים ניתן לראות בהחמה של צרורות צינורות ההובלה. החמה זאת היא אחד מסימני המחלה וניתן לראותה ע"י קילוף קליפת הגבעול עם סכין (איור 4). הפטרייה אינה נמצאת בגבעול ולמעשה אינה עולה בצמח מעבר לשורש. כאשר השורש נרקב, הפטרייה מפתחת את המיקרו-קשיונות (micro-sclerotia) המהווים את אברי ההשתמרות של הפטרייה. קשיונות אלו נמצאים על שאריות השורש וממתינים בקרקע לפונדקאי מתאים (איור 5).



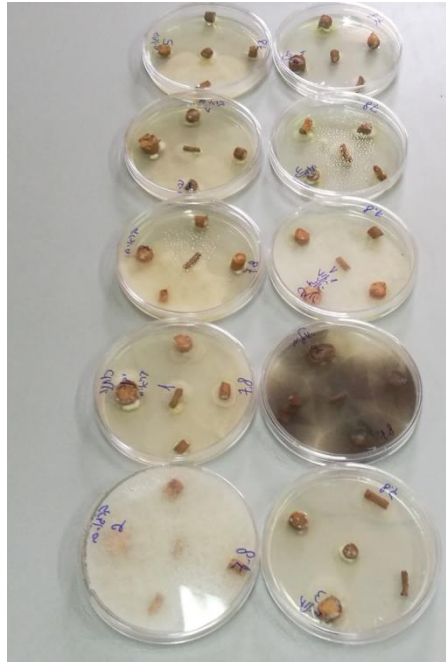
איור 4 : החמה של צרורות הצינורות, נזק שנגרם כנראה ע"י הרעלנים המופרשים ע"י הפטרייה. מימין, חתך אורך בגבעול, משמאל, חתך רוחב.



איור 5 : מיקרו-קשיונות של הפטרייה *Macrophomina phaseolina*. את הקשיונות ניתן למצוא לאחר קילוף הקליפה של שורש נרקב. בשורשים שלא נרקבו לא ניתן למצוא את הקשיונות.

האם *Macrophomina phaseolina* היא הגורם היחיד למחלה והאם נוכחות הפטרייה בצמח תגרום בהכרח למחלה

רמת אכלוס הצמח בפטרייה *M. phaseolina* משתנה לפי גיל הצמח ומיקום השדה. לא תמיד ניתן לבודד את הפטרייה מצמחים חולים (איור 6). טכנית- כלכלית, לא ניתן לדגום את כל השורש. היעדר או מציאת הפטירה בבידודי המעבדה מצמחים נובלים יכול לנבוע לפיכך ממצב בו הפטרייה נמצאת בחלק צמח שלא נדגם או שהמחלה נגרמה ע"י גורם ביוטי או א- ביוטי אחר.



איור 6 : בידודי שורש מצמחים שגדלו בשדות קיבוץ יבנה. מימין בידודים מצמחים חולים ומשמאל בידודים מצמחים בריאים. *M. phaseolina* (פטרייה שחורה בצלחת השנייה מלמטה בצד ימין) נמצאה רק באחד הצמחים החולים מתוך חמישה שנדגמו.

מצב הפוך בו נמצאת פטרייה בצמח והוא אינו נובל מתקיים גם הוא. כל הצמחים שנדגמו בתחילת העונה (איור 1 ואיור 2) היו מאוכלסים ב *Macrophomina* במידה זו או אחרת ולא הראו סימפטומים. מתוך ניסיון העבר ומתוך הדיווחים בספרות המקצועית ברור שהפטרייה יכולה להיות בצמח כבר בשלבי הגידול המוקדמים והמחלה מתפרצת כאשר הצמח נחשף לעקות סביבתיות.

השלמת מבחן קוך - הוכחת מעורבות הפטרייה *Macrophomina phaseolina* בגרימת מחלה

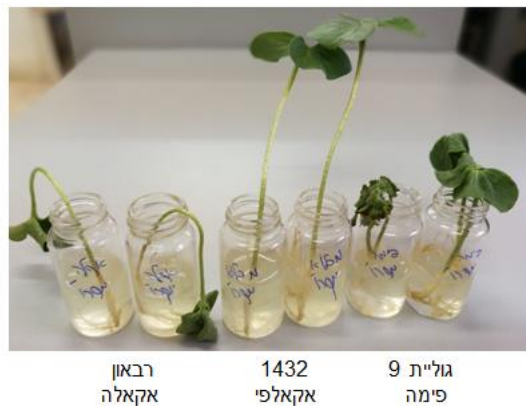
בכותנה בתנאי שדה

צמחי כותנה בגיל חודש וחצי הודבקו בשדות בקיבוץ עמיר ובשדה בקיבוץ שדה נחמיה. הצמחים הודבקו בשתי שיטות, ע"י דקירה של צוואר השורש בקיסם עץ מאולח בפטרייה וע"י שפייה (הגמעה) של רסק פטרייה לקרקע באזור צוואר השורש. כעשרה ימים לאחר ההדבקה נצפו הצהבות והתחלת נבילה של צמחי כותנה שהודבקו בהגמעה בשתי החלקות, כאשר מספר הצמחים החולים וחומרת המחלה היו גדולים בשדה נחמיה. ההדבקה ע"י דקירת צוואר השורש

בקיסם מאולח לא צלחה - הצמח יצר רקמת הגלדה סביב מקום הדקירה. בידוד על גבי מצע מזון הראה שמקום הדקירה מאוכלס ב- 100% בפטרייה אבל מחלה לא נגרמה. בצמחים אחרים דוגמת תות שדה ומלונים ההדבקה בקיסם גורמת למחלה וניתן אף להדביק חלקים על-קרקעיים של הצמח.

תגובת זני כותנה שונים לטוקסינים המופרשים ע"י הפטרייה

הפטרייה *Macrophomina phaseolina* גודלה במצע נוזלי. לאחר שבועיים, הפטרייה סוננה והתסנין שימש לבדיקת תגובת נבטי כותנה לטוקסינים הנמצאים בתסנין. נבטי כותנה של הזנים גוליית 9 (פימה), רב-און (אקאלה) ואקאלפי (מיכלוא בין-מיני) נטבלו בתסנין. כל הצמחים מתו בחשיפה לתסנין המרוכז. כאשר הנבטים נחשפו לתסנין המהול פי 3, האקאלה והפימה מתו והאקאלפי לא ניזוק (איור 7). חשוב לציין שהפימה והאקאלה הראו סימפטומטי נבילה שונים, דבר המצביע אולי על מנגנון אחר בו הטוקסין גורם נזק לצמחים. שיטת בדיקה זו תשוכלל ואמינותה תיבחן לעומת תגובת צמחים לפטרייה בניסויי שדה. נראה ששיטה זו יכולה לשמש לברירה מהירה של חומר גנטי עמיד.



איור 7 : מבחן ביולוגי - טבילת שורשים של נבטי כותנה מזנים שונים בתסנין בו גדלה הפטרייה

Macrophomina phaseolina

האם צבע הגבעול (ריכוז אנתוציאנינים) קשור לעמידות לפטרייה?

בניסוי עציצים הבחנו שיש שונות בצבע הגבעול של זני כותנה שונים. צבע הגבעול של זן הפימה שנבדק הוא ירוק, צבע סגול בהיר בגבעול של האקאלה וצבע סגול עמוק לגבעול של האקאלפי (איור 8).

הצבע הסגול הוא בדרך כלל פיגמנט אנתוציאנין המופיע בצמח כתכונה קיימת גנטית אך מושפעת מקרינת השמש. הצבען משמש הגנה מקרינה אך ידוע גם במעורבות בעמידות נגד מחלות צמחים. כמות והרכב באנתוציאנינים וחומרים פנולים תיבדק. יתכן וממצא-תצפית זה הינו מקרי לזנים אלו. כלליות התופעה והקשר שלה לעמידות יבחן בהמשך.



רבאון
אקאלה

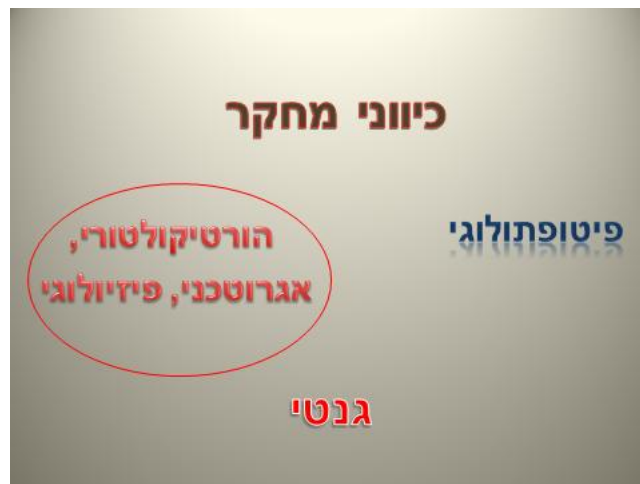
1432
אקאלפי

גוליית 9
פימה

איור 8 : צבע הגבעול בזני כותנה שונים.

כיווני מחקר עתידיים

כיווני המחקר (איור 9) כוללים לימוד במימד הפיטופתולוגי של המחלה, במימד הגנטי ובמימד הפיזיולוגי-הורטיקולטורי.



איור 9 : כיווני מחקר עתידיים.

כיווני המחקר אמורים להשתלב יחד כדי להבין את מהלך המחלה ולמצוא דרכים להתגבר על נזקה. בממד הפיטופתולוגי יש לברר מי הם הפתוגנים המשתתפים ביצירת תסמיני המחלה, לפתח שיטות הדבקה יעילות ולברר את מנגנון גרימת המחלה ובעיקר את מעורבות הרעלנים (טוקסינים) שהפטרייה מפרישה ביצירת הסימפטומים. הבנת תפקיד הטוקסינים וכיול שיטות בדיקה יכולות לשמש לברירת חומר עמיד למחלה. פיתוח זה יעשה תוך השוואה לסימפטומי המחלה בצמחים שיודבקו בשדה. הכיוון המבטיח ביותר לשיפור ההתמודדות עם נזקי המחלה הוא לימוד האינטראקציה בין הצמחים בשדה לסביבה. נראה שצמחים יכולים להיות מאולחים ברמה גבוהה בפטרייה ולא לחלות ואילו צמחים השרויים בעקה יחלו יותר מאשר אלו שאינם חשופים לעקה. לימוד תנאי הגידול והפחתת עקות (למשל ע"י שינויי בסדרי ההשקיה) הוא נדבך חשוב בפיתוח ממשק גידול משופר שיפחית את סכנת התחלואה של הצמחים.