

העמותה הישראלית למחלות צמחים

הועידה ה- 31



ערכו: שאול בורדמן ויגאל אלעד

מרכז וולקני, בית דגן

כ"ד – כ"ה בשבט תש"ע, 8 – 9 בפברואר 2010



הנהלת העמותה הישראלית למחלות צמחים

בשנים 2009 – 2010

יעל רקח
תמר אלון
דוד עזרא
שמעון פיבוניה

ראובן אושר – נשיא כבוד
יגאל אלעד – נשיא
שאול בורדמן – מזכיר
יורם כחלון – גזבר
עמית גל-און

העמותה הישראלית למחלות צמחים מודה מקרב לב לחברות

ולמוסדות שתרמו לפעילותה בשנת תש"ע

תודה מיוחדת ל:

- א.ב. זרעים בע"מ
- אגרסקו בע"מ
- איגוד יצרנים ויבואנים של תכשירים להגנת הצומח, הכולל את:
 - אגן יצרני כימיקלים בע"מ
 - אחים מילצ'ן בע"מ
 - אפעל תעשיות כימיות בע"מ
 - כ.צ.ט. כימיקלים וציוד טכני בע"מ
 - לוכסמבורג תעשיות בע"מ
 - לידור כימיקלים בע"מ
 - מכתשים מפעלים כימיים בע"מ
 - רימי להגנת הצומח והסביבה בע"מ
 - תפזול תעשיות כימיות בע"מ
- תרסיס, חברה לכימיקלים חקלאיים ותעשייתיים בע"מ
- מהדרין פריאור
- מועצת הצמחים

בנוסף, תודותנו העמוקה ל:

- אגרוגרין בע"מ
- ארגון מגדלי פירות
- ביו-בי - מערכות ביולוגיות בע"מ, קיבוץ שדה אליהו
- ביומור ישראל בע"מ
- גניגר מפעלי פלסטיקה בע"מ
- דור כימיקליים
- דנציגר משק פרחים "דן"
- הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית
- ים תיכון זרעים בע"מ
- חישתיל בע"מ
- משתלת שורשים "אחים" (1986) בע"מ
- מיקרולאב מעבדות (99) בע"מ
- מרכז וולקני, מניהל המחקר החקלאי
- עמיר הספקה לחקלאות בע"מ

*תודה מיוחדת למר שמעון צרור אשר עיצב את השער של החוברת

רשימת זוכים * במלגות הצטיינות מהעמותה למחלות צמחים 2010

תלמידי מוסמך

אוהד אגרא

גלעד רובינסקי

שירי ברד

תלמידי דוקטור

אופיר בהר

גלית שהרבני

דיאנה ליבמן

* שמות הזוכים מסודרים לפי א"ב

תוכן העניינים

עמ'

7.....	דבר ההנהלה.....
8.....	תכנית הועידה.....
13.....	תקצירי ההרצאות.....
13.....	דבר הנשיא. יגאל אלעד.....
14.....	הרצאה מוזמנת. גד לובנשטיין.....
15.....	ישיבה א'. אבחון ואפיון גורמי מחלות I.....
17.....	ישיבה ב'. אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות I.....
20.....	ישיבה ג'. יחסי טפיל-פונדקאי I.....
23.....	ישיבה ד'. עמידות ומנגנוני הגנה.....
27.....	הרצאה מוזמנת. נחמיה אהרוני.....
28.....	ישיבה ה'. אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות II.....
31.....	דיווח. שמות למחלות צמחים בישראל.....
32.....	פנל דיון. פגעים פולשים: סכנות והתמודדות.....
33.....	ישיבה ו'. יחסי טפיל-פונדקאי II.....
36.....	ישיבה ז'. אבחון ואפיון גורמי מחלות II.....
38.....	תקצירי הפוסטרים.....

דבר ההנהלה

עמיתים יקרים,
משתתפי הוועידה ה-31,

בוועידה ה-31 מתכנסים עמיתי העמותה למפגש אשר בדומה לקודמיו יציג את פעילותנו המדעית והניסויית בתחום מחלות הצמחים ובקרתן. בחוברת זו מוגשים תקצירי העבודות שתוצגנה בוועידה זו. במהלך הוועידה יוצגו 32 הרצאות בע"פ ו-10 פוסטרים. ההרצאות מייצגות פעילות פורייה של סטודנטים, טכנאים וחוקרים, מדריכים ואנשי שדה של חברות מתחום הגנת הצומח. תודות לכל המציגים וכן ליושבי/ות הראש המנהלים את ישיבות הכינוס.

השנה מוצגים בוועידה נושאים בתחומי אבחון ואפיון גורמי מחלות, אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות, יחסי טפיל-פונדקאי ועמידות ומנגנוני הגנה. תוכן התקצירים מעיד על מחקרים שהצריכו שימוש באמצעים קלאסיים ומולקולאריים כאחד, ובכלי ניתוח משוכללים. העבודות מתמקדות באורגניזם השלם ואוכלוסיות מחוללי מחלה וצמחים מחד, ובמחקר תאי ותוך תאי של גנים ותוצריהם מאידך. מכלול זה מציג מגוון אמצעי מחקר והתמקדות בשאלות מחקריות חשובות ובחיפוש פתרונות מעשיים לצמצום נזקי מחלות הצמחים. גם השנה, לפנינו תכנית עמוסה, וההשתתפות הערה של חברינו מעידה על הפעילות הרבה והמגוונת המתרחשת בתחומינו. הייצוג הנכבד של תלמידים המציגים את עבודותיהם, הינו אות ברור לעניין וההמשכיות במחקר והפיתוח הפיטופתולוגי.

העמותה הישראלית למחלות צמחים מציינת 40 שנה להיווסדה. העמותה נוסדה ב-1969 בשם 'החברה הפיטופתולוגית הישראלית' ויו"ר ההנהלה הראשונה, פרופ' גד לובנשטיין, יפנה זרקור למבט ההיסטורי של ארבעה עשורים של וועידות. כאז כן עתה, מאיימים על צמחי החקלאות פגעים חדשים לבקרים. עם השתכללות והסתעפות הסחר הבין לאומי ובכל דרך אחרת מאיימים עלינו יותר מתמיד פגעים פולשים. נושא זה יידון על ידי קבוצת מומחים בעיצומה של הוועידה.

בנוסף, הנהלת העמותה החליטה ליצור רשימות של שמות מקובלים של מחלות צמחים. הוועדה שמונתה לכך תציג את תהליכי תיעוד ומתן השמות של מחלות. הרשימות יוצגו לחברי העמותה באתר האינטרנט שלנו. נשמח לקבל את תגובותיכם ותרומתכם ליצירת הרשימות אשר בעתיד יהפכו לרשמיות.

גם השנה מוענקות מלגות לתלמידים בתחום מחלות הצמחים ובוועידה עצמה נערכת תחרות סטודנטים על ההרצאות והפוסטר הטובים ביותר מתוך כוונה לעודד את עמיתינו הצעירים לקחת חלק מוביל בוועידה ובעשייה הפיטופתולוגיים. המלגות והפרסים ניתנים בזכות תרומות המתקבלות מחברות בישראל. תודה לכל החברות התורמות המאפשרות לנו לקיים את הכנס השנתי, לתמוך בדור ההמשך וכן לשמור על דמי הרשמה נמוכים, בעיקר לסטודנטים.

ברכות לכל המשתתפים בכינוס. אנו מאחלים לכולנו ועידה פורייה, מעניינת ומוצלחת.

הנהלת העמותה הישראלית למחלות צמחים

תוכנית הועידה השנתית ה- 31 של העמותה הישראלית למחלות צמחים

אולם כהן, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

יום שני, כ"ד בשבט תש"ע, 8 בפברואר 2010

8:15 – 9:00 התכנסות ורישום

9:00 – 9:30 ברכות ודבר הנשיא (עמ' 13)

9:30 – 9:40 טקס הענקת מלגות לסטודנטים/ות מצטיינים/ות

9:40 – 10:00 הרצאה מוזמנת (עמ' 14)

• גד לובנשטיין. העמותה הישראלית למחלות צמחים - 40 שנה להיווסדה.

10:00 – 10:45 ישיבה א' – אבחון ואפיון גורמי מחלות I (עמ' 15)

יו"ר: תמר אלון

- דוד עזרא, גת ת', סוקורדיניקובה י', קוסטו י'. מחלת הנקודות השחורות ברימון.
- ישראל בן-זאב, לוי ע', אלקינד ג', עובדיה ש'. מחלת כתמי הצרקוספורה בעלי גפן בישראל.
- אופיר בהר, קריצמן ג', הדר א', וולקוט ר', בורדמן ש'. מחלת הכתם הגדול בדלועיים: סריקת זני מלון לסבילות ופיתוח מבחן דיאגנוסטיקה לאיתור גורם המחלה בזרעים נגועים.

10:45 – 11:15 הפסקה

11:15 – 12:15 ישיבה ב' – אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות I (עמ' 17)

יו"ר: רוני כהן

- דני שטיינברג, כהן ר', וינטל ח', חורב כ', באומקולר פ', לוצינסקי א', גינזברג ש', גרף ש', איטח נ', אניקסטר י', מניסטרסקי י'. מחלת החילדון בטרגון: לימוד האפידמיולוגיה כבסיס להדברה מושכלת.
- אמנון ליכטר, אבינועם ד'. חיטוי חדרי קירור ותוצרת חקלאית באמצעות תוצרי אלקטרוליזה של תמיסת מלח וספיחת מיקרואורגניזמים כשיטה למניעת התפתחות עובשים לאחר הקטיף.
- ברק כהן, בורשטיין מ', שולחני ר', ירמיהו א', שטיינברג ד'. השפעת יחסי מקור מבלע בצמחי פלפל על התפתחות מחלת הקימחונית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica*.
- עמוס עובדיה, וינטראוב פ', גרה ע', מוואסי מ'. התמודדות עם מחלת צהבון הגזר.

12:15 – 13:45 הפסקת צהריים והצגת הפוסטרים

13:45 – 14:45 ישיבה ג' – יחסי טפיל-פונדקאי I (עמ' 20)

יו"ר: עודד ירדן

- **דיקלה סלע**, גיאנקסין צ', אהרוני א', לוי מ'. השפעת הרכב ומבנה הקוטיקולה הצמחית על הגנה מפני מחלות.
- **יוסי בוסקילה**, צרור ל', שרון מ', טפר-במנולקר פ', וורשבסקי ש', בורדמן ש', אשל ד'. כתמים כהים בתפוחי אדמה לאחר אסיף, כתוצאה מהשתעמות יתר בתגובה לריזוקטוניה סולני.
- **סיגל בראון-הורוביץ**, ברד ש', קובילר א', ליכטר א', פרוסקי ד'. תפקיד וויסות ה-pH הסביבתי ביצירת המיקוטוקסין פטולין ובפתוגניות הפטרייה *Penicillium expansum* בפירות תפוח מאוחסנים.
- **מעין דוידזון**, אלקן נ', קובילר א', פרוסקי ד'. החמצת סביבת הפרי על ידי חומצה גלוקונית במהלך התפתחות ריקבון מהפטרייה *Phomopsis mangiferae*.

14:45 – 15:15 הפסקה

15:15 – 16:45 ישיבה ד' – עמידות ומנגנוני הגנה (עמ' 23)

יו"ר: אביב דומברובסקי

- **רואי בן דוד**, שי ו', דינור ע', פחימה צ'. גילוי גן חדש לעמידות לקימחון *PmG3M* שמקורו בחיטת הבר הממוקם בקצה הזרוע הארוכה של כרומוזום 6B.
- שרלתון ו', **יעל מלר-הראל**, בכתיה מ', היברד ז', אתקינסון ה', מכפרסון מ'. ההשפעה המשותפת של שני dsRNAs על התפתחות נמטודות יוצרות עפצים *in planta*.
- **רפאל פרל-טרבס**, הרמן ר', זבירין צ', ברוטמן י', פרימן ס', דניסוב י', קובלסקי א'. יחסי הגומלין של הפטרייה *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* מגזע 1.2 עם צמחי מלון עמידים ורגישים: אפיון גנטי ופיסיולוגי.
- **מיכל שרון**, פרימן ס', סנה ב'. בחינת עירור הגנה מערכתית בצמחי תודרנית (*Arabidopsis*) על ידי תבדידי ריזוקטוניה היפוויורולנטיים.
- **דיאנה ליבמן**, רב-דוד ד', גל-און ע', וונש ר', זונק ח', אלעד י', לובנשטיין ג'. עגבניות מותמות עם גן המקודד למעכב התרבות וירוס (IVR) מראות עמידות חלקית ל-*Botrytis cinerea*.
- **אבידע שהם**, בורגר י', פרל-טרבס ר', כהן ר'. אפיון עמידות כמותית לפוזריום הנבילה של המלון.

יום שלישי, כ"ה בשבט תש"ע, 9 בפברואר 2010

8:15 – 9:00 התכנסות ורישום

9:00 – 9:30 הרצאה מוזמנת (עמ' 27)

- נחמיה אהרוני. ישום שיטות ידידותיות לסביבה לפני ולאחרי האסיף להפחתת ריקבון בתוצרת חקלאית טרייה.

9:30 – 10:45 ישיבה ה' – אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות II (עמ' 28)

יו"ר: יורם כחלון

- שמעון פיבוניה, לויטה ר', מדואל ע', כהן ר'. הדברה כימית של מחלת ההתמוטטות הפתאומית של המלונים הנגרמת על ידי הפטרייה *Monosporascus cannonballus*.
- רוני כהן, פיבוניה ש', פורת א', מדואל ע', עומר ש', קורן א', אדלשטיין מ'. התאמת מלון מורכב לגידול בהדליה.
- אלעד י', רב-דוד ד', סיטרין א', בורנשטיין מ', אגרא א', בן כליפה ח', מלר-הראל י', שולחני ר', צחנסקי ל', זילבר א', גרבר אלן. ביו-פחם להגברת עמידות צמחים למחלות.
- מנחם בורנשטיין, שהרבני ג', שולחני ר', רקח י', מנוליס ש', שטיינברג ד'. דרכי ההפצה המשנית של מחלת הכיב הבקטריאלי בעגבניות בזמן ובמרחב.
- מעין גולני, עבו ש', בורנשטיין מ', שטיינברג ד'. האם תבדידי אסקוכיטה מאפונת בר עשויים להיות מקור מידבק ראשוני לאפונה תרבותית?

10:45 – 11:15 הפסקה

11:15 – 11:30 דיווח (עמ' 31)

- יגאל אלעד, אושר ר', דינור ע', לוי ע', קריצמן ג', שפיגל ש', כסלו מ'. שמות למחלות צמחים בישראל.

11:30 – 11:45 אסיפה כללית

11:45 – 13:30 פנל דיון. פגעים פולשים: סכנות והתמודדות (עמ' 32)

משתתפים: יעקב קטן (מנחה), מאיר מזרחי, עדנה לוי, חזי אנטיגונוס, אברהם גמליאל

13:30 – 14:30 הפסקת צהרים והצגת הפוסטרים

14:30 – 15:30 ישיבה ו' – יחסי טפיל-פונדקאי II (עמ' 33)

יו"ר: שאל בורדמן

- לאורה צ'לופוביץ, דרור א', כהן-קנדלי מ', פניגיל מ', ברש י', מנוליס-ששון ש'. עיכוב יצירת עפצים בגיבסנית ובסלק ע"י החיידק *Pantoea agglomerans* באמצעות מערכת החישה הקבוצתית (Quorum Sensing).
- תומר גרשון, ירדן ע', פרימן ס'. מעורבות קומפלקס NADPH Oxidase בפתוגנזה של *Colletotrichum acutatum* בתות שדה.
- שחר איש-שלום, אופיר ר', ליכטר א'. אנליזת ביטוי גלובלית של *Botrytis cinerea* בקור.
- צחי פז, קלוסטרמן ס', גרסיה פֶּדְרַחַס מ', באסה-מונטנייס ל', אנדרוז ד', גולד ס'. מערכת 'OSCAR' לבניה מהירה ויעילה של קונסטרוקטים לשיבוש מכוון של גנים באמצעות *Agrobacterium* ובחינתה על הפתוגן *Verticillium dahliae*.

15:30 – 16:00 הפסקה

16:00 – 16:45 ישיבה ז' – אבחון ואפיון גורמי מחלות II (עמ' 36)

יו"ר: עמוס עובדיה

- שמעון פיבוניה, לויטה ר', איתאל א', כהן ר'. התמוטטות חורפית של פלפל בערבה: זיהוי הגורם והקשר בין מופע המחלה ותנאי סביבה.
- יהושוע אניקסטור, עילם ת', בן יהודה פ', עזרתי ס', מניסטרסקי י', סזבו ל' ג". חלדון העלה על חיסת הבר בגולן: האם מין חדש של חילדון?
- מוניר מוואסי, פניגשטיין א', זהבי ת'. המורכבות של מחלות וירוסים בכרמים.

16:45 חלוקת פרסים להרצאות ופוסטרים מצטיינים מבין הסטודנטים ונעילה

פוסטרים להצגה במהלך ימי הועידה

אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות (עמ' 38)

- **גלעד צ'רניקה**, וינברג צ', גרף ש', דרורי ר', דגני א'. מחלת הנבילה המאוחרת בתירס: אפיון מהלך המחלה ואיתור דרכים להדברתה.
- **אוהד אגרא**, רב-דוד ד', בורנשטיין מ', שולחני ר', פרטוט א', אלעד י'. השפעת שינויי מיקרו-אקלים על יחסי פתוגן-צמח-מיקרופלורה מועילה בקימחון העגבנייה.
- **חננאל בן כליפה**, רב-דוד ד', בורנשטיין מ', שולחני ר', פרטוט א', אלעד י'. השפעת שינויי אקלים על יחסי צמח-פתוגן-ומדבירים ביולוגים במחלות מוגברות לחות הפוגעות בצמח העגבנייה.
- **נדיה קורולב**, ממאיב מ, אלעד י'. עמידות לפוליאוקסין ב- *Botrytis cinerea* מחולל העובש האפור בבזיל.
- **ליאור ישראלי**, אורי י', רב-דוד ד', בורנשטיין מ', קנינגסבוכ ד', אהרון צ', יפה א', סילברמן ד', ביטון ש', חדד י', גלעד ז', מאיר א', ציפליץ א', יצחק ש', דקו צ', אלעד י'. השפעת ריכוזי יסודות דשן על תחלואת בזיל מתוק בקשיוניה גדולה ועובש אפור.
- **איתן גולדשטיין**, כהן י', חצרוני א', צרור ל', זיג א', לנסקי א'. פיתוח מערכת תומכת החלטה מרחבית לתכנון חלקות תפוחי אדמה למזעור התפתחות מחלת הדוררת.
- רבינוביץ א', **ניר מוגילנר**, גלידאי ש', וינטל ח'. "ביופילם": תכשיר שיטוח והדבקה לשיפור פעילותם והישרדותם של קוטלי פטריות.
- **בני יעקב**, מוגילנר נ', גלידאי ש', בהט א', רבינוביץ א'. קריאל MZ: קוטל פטריות חדש להדברת כימשון בתפוח אדמה ובעגבנייה.

יחסי טפיל-פונדקאי (עמ' 43)

- **טלי רוזנברג**, נבון נ', טמיר-אריאל ד', בורדמן ש'. מעורבות ליפאז בקטריאלי ביחסי גומלין בין *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* ועגבנייה.

עמידות ומנגנוני הגנה (עמ' 44)

- **מיכאל נורמנטוביץ**, יוגב א', טיילור כ', פרל-טרבס ר'. שימוש בצמחי מלון מהונדסי-שורש לאפיון פרומוטור של גן לעמידות כנגד פוזריום.

תקצירי ההרצאות

דבר הנשיא: שינויי אקלים וההשלכות שלהם על חקלאות ומחלות צמחים.
יגאל אלעד. המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

בחרתי לעסוק בשינויי האקלים הצפויים, שעיקרם התחממות אזורים רבים (טמפרטורת כדור הארץ הממוצעת עלתה במאה ה-20 ב-0.6 מ"צ) וגידול בשכיחותם של אירועי אקלים קיצוניים. תופעות כאלה נקשרות בעיקר (אך לא רק) להגברת פליטת גזי חממה (ג"ח) ובכללם פחמן דו חמצני (פד"ח). פליטת הפד"ח בישראל היא גבוהה ודומה לזאת של מדינות מפותחות אחרות (11 טון לנפש לשנה). דווח כבר על מגמת התחממות בישראל שהחלה משנות ה-70, עלייה במפלס הים וכן על הקצנה בטמפ' היומיות והעונתיות, עלייה בשכיחות ובמשך גלי חום, ובשכיחות השנים הקיצוניות - גשומות או שחונות, פחיתה שנתית במשקעים במזרח ובדרום הארץ ועלייה בשיטפונות עם נפח מים גדול. קיימת תחזית על החרפת מגמות אלה בעתיד: ירידה של 27-4% בכמויות הגשמים עד 2100 בהשוואה לשנת 2000 ועליית טמפ' ממוצעת של 1.5-2.2 מ"צ (תחזית אחת אף אומרת שאזורים על גבול המדבר, כמו ישראל, עשויים להתחמם אף ב-7 מ"צ). אירועים קיצוניים כגון גלי חום, בצורות ושיטפונות עשויים להפוך קיצוניים ושכיחים יותר. צופים שתהליכי מדבור יואצו, יוכחדו מינים רגישים לתנאים ויופיעו מינים האופייניים לאזורים חמים ויבשים יותר. שינויי האקלים צפויים להשפיע על כל תחומי החיים ועל אוכלוסיות נרחבות של בני אדם, בעלי חיים וצמחים בעולם. בישראל צפויים עלייה של פני הים, פגיעה במקורות המים ובאיכותם ושינויים במערכת האקולוגית. לפיכך, יש חשש שבעתיד ייפגעו פגיעה קשה האיזון האקולוגי משק המים והחקלאות. יודגמו היבטים חקלאיים של שינויי האקלים והתרומה האפשרית של החקלאות לצמצום הנזקים. יש צורך לאפיין את השפעת שינויי האקלים על החקלאות. יצור תוצרת חקלאית ואיכותה יושפעו על ידי שינויי האקלים הן בהיבט האגרונומי והגידולי והן בהיבטים של מסחר בין לאומי במוצרים חקלאיים. צפויות השפעות על פגעים ביוטיים כפי שיודגם בתחום מחלות הצמחים. מחלות מסוימות עשויות להחמיר בעוד אחרות יפחתו בחומרתן. ישתנו מועדי הופעתן ומשך הזמן שהן מאיימות על גידולים. כתוצאה תשתנה התפוצה הגיאוגרפית של גורמי מחלה ושל הגידולים הנתקפים על ידם, הופעת פגעים חדשים והפחתה בחשיבות של אחרים. יתכנו אף שינויים באלימות פתוגנים כתוצאה ישירה מעליית ריכוז הפד"ח. שינויים אלה ידרשו שינוי במערך ההתמודדות עם פגעים וביעדי הטיפול של זנים. השינויים במשקעים ובטמפרטורות ישפיעו גם על שלבי גידול קריטיים כגון האבקה, הפריה, חנטה, הבשלה ויצירת זרעים. יעלה הסיכון לגידולים חקלאיים אקסטנסיביים, יגדל הסיכוי להתרחשות בצורת ופוטנציאל היבול יפגע. קיים צורך בפיתוח גידולים עמידים ליובש. בנוסף, בגלל הגדלת הצריכה של מים להשקיה והפחיתה במקורות המים, סביר שבאזורים סמי-ארידיים, תגבר התחרות על משאב המים בין החקלאות לבין משקי בית ותעשייה. נחוצות דרכים להפחתת הפליטה של גזי חממה. כבר היום משתנה התנהגות צרכנים באשר לצריכת מוצרים מיובאים ובכלל זה תוצרת חקלאית. לדוגמה, עולה במערב הדרישה לתיג מוצרים לפי 'חתימת הפחם' שלהם. חתימת הפחם מתעדת את כל פליטות ג"ח בייצור התשומות לגידול ובגידול עצמו. התיג לפי חתימת הפחם יתרום לפחיתה בתרומה ליפליטות, אך יפגע ביצרנים המייצאים ליעדים אלה. כדי להשאר תחרותיים בשוק היצוא יש צורך להפחית בחקלאות המקומית את התלות בתשומות 'עשירות פחמן' כמו דלקים מאובנים, דשנים וחומרי הדברה כימיים. בנוסף קיים צורך להפחית פליטת גזי חממה על ידי בעלי חיים ובאמצעות הגדלת כמות הפחמן המקובעת בקרקע. חקלאות יכולה לשמש כמקור לדלקים ביולוגיים הן בגידול ישיר והן מפסולות החקלאות. לסיכום, יש צורך בהיערכות לצמצום ההיפגעות של החקלאות משינויי האקלים ולהגברת תרומתה למיתון השינוי האקלימי.

הרצאה מוזמנת

העמותה הישראלית למחלות צמחים - 40 שנה להיווסדה. גד לובנשטיין. המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

העמותה נוסדה ב-1969 בשם החברה הפיטופתולוגית הישראלית. היא לא פעלה בחלל ריק. היו מספר מרכזים מקצועיים פעילים בתחום – במינהל המחקר, בפקולטה לחקלאות, בשרות ההדרכה והמקצוע, בשירותי הגנת הצומח וביקורת, באוניברסיטאות-תל-אביב, בר-אילן ובן גוריון, ובחברות לחומרי הדברה. לעמותה כיום כ-450 חברים, ובכנס האחרון (2009) נכחו כ-400 משתתפים. הפיטופתולוגיה בארץ החלה ב-1920 עם בואו של פרופ' ישראל רייכרט לתחנת הניסיונות (אחר כך מכון וולקני) שהחל בהגדרת המחלות והקים את המחלקה למחלות צמחים. החל משנות ה-50 בעקבות הרחבת ההתיישבות לאזורים חדשים- נגב, גליל, חבל לכיש, וכן השקיה בעונת הקיץ, הכנסת גידולים חדשים, יישום הפלסטיקולטורה וכו' חל שינוי באקוסיסטמה החקלאית. הופיעו מחלות ומזיקים שלא נודעו קודם, או שעוצמתם גברה. תחומי מחקר חדשים הופעלו וחלה התרחבות רבה במחקרי מחלות צמחים. מספר אנשי המקצוע גדל מאד והורגש הצורך בשיפור זרימת האינפורמציה בין אנשי המקצוע. מספר שנים לפני הקמת העמותה ב-1967 יזם ד"ר יוסף פלטי את הוועידה הראשונה למחלות צמחים, השנייה ב-1969 והשלישית ב-1972. לאחר מכן לקחה החברה (העמותה) על עצמה את ארגון הוועידות. עד כה התקיימו 30 ועידות שנתיות והשנה מתקיימת הוועידה השנתית ה-31. ההרצאות בוועידות השונות שיקפו את כווני העבודה במוסדות השונים. אם בשנים הראשונות חלק משמעותי הוקדש לטיפול במחלות והדברתן ומיעוטו להבנת מנגנונים וביולוגיה מולקולארית. הרי עם הזמן הצטמצמו תחומים אלה במידה מסוימת ועלה משקלם של מחקרים בסיסיים יותר כולל הנדסה גנטית. כך בוועידה השנייה (1969) עסקו רוב ההרצאות בנושא מחלות בגידולים והדברה קונבנציונאלית (כ-65%), וכ-11% בעמידות ופיסיולוגיה, הרי בוועידה ה-11 (1988) עסקו במחלות והדברה קונבנציונאלית כ-50% מההרצאות, 24% בהדברה לא קונבנציונאלית, 15% בעמידות ופיסיולוגיה ו-6% בהנדסה גנטית. בוועידה ה-30 שהתקיימה ב-2009 עסקו כ-26% בנושאי הדברה, 17% במחלות, 17% בביולוגיה מולקולארית, 14% בעמידות, 11% בהדברה לא קונבנציונאלית ו-11% בפיסיולוגיה. נראה שעם השנים עברו המחקרים מפנולוגיה של המחלות והדברתן (כימית) לכוון של עמידות, ביולוגיה מולקולארית, הדברה לא קונבנציונאלית ופיסיולוגיה.

ישיבה א' – אבחון ואפיון גורמי מחלות I (יו"ר: תמר אלון)

מחלת הנקודות השחורות ברימון. דוד עזרא¹, גת ת¹, סוקורדיניקובה י¹, קוסטו י².¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות.

הרימון (*Punica granatum* L.) נמנה על משפחת הרימוניים (Punicaceae) הכוללת סוג זה בלבד. הרימון הינו עץ עתיק מאוקלס היטב באזורנו, הוא מצוי בארץ כגידול תרבותי יותר מ-5000 שנה. בישראל, הרימון הינו גידול החופשי, יחסית, ממחלות במטע. רוב הפגעים במטע נגרמים על ידי חרקים כגון: כנימות עלה, כנימות קמחיות, כחליל הרימון, עשים ועוד. בשנים האחרונות חלה עליה משמעותית בכמות הנטיעות של מטעי רימון בארץ וזאת עקב העלייה בדרישה לפרי בעיקר לייצוא ובעקבות העלייה במודעות ליתרונות הבריאותיים של רימונים. היקף המטעים בארץ מוערך כיום בלמעלה מ-20000 דונם. אין ספק כי ענף זה הינו בהתפתחות ופוטנציאל הרווחיות של הענף מיצוא פרי משמעותי ביותר לחקלאי הישראלי. לפני מספר שנים זוהתה תופעה חדשה במטעי רימונים המתאפיינת בהופעת כתמים שחורים על פני פירות הרימון. הכתמים נראים מיד לאחר החנטה והם הולכים ומתרחבים עם גדילת הפרי. כתמים אלה נמצאים גם על העלים וגורמים להצהבתם ונשירתם לאחר זמן מה. פנים הפרי והרקמה הנאכלת אינם נפגעים אך חזותו של הפרי ואיכותו נפגעים, במקרים מסוימים עד למצב בו הפרי אינו ראוי כלל לייצוא ולעיתים אף לא לשיווק מקומי. בבחינת התסמינים לא נמצאו עדויות לפגיעה על ידי חרקים. בבידודים שבוצעו מרקמה נגועה בודדה פטריית האלטרנריה (*Alternaria* spp.). ברימון עלולה פטרייה זו לגרום למחלת הריקבון השחור בפנים הפרי אך בדרך כלל היא לא פוגעת בעלים או בפני הפרי. מבחני פתוגניות במעבדה בוצעו על עלים, פירות ופרחים. סימפטומים דומים לאלה המתקבלים במטע התקבלו לאחר 48 עד 72 שעות. במבחני קוץ שבוצעו עם תבדידים אלה על צמחים שלמים התקבלו תסמינים אופייניים למחלה בצמחים המודבקים. אנליזה מולקולארית של אזור ה- β -tDNA ו-*tubulin* של התבדידים הפתוגנים הראתה זהות גבוהה ל-*A. alternata*. פרימרים ספציפיים, המזהים רק את התבדידים הפתוגניים לרימון, פותחו בעבודה זו על ידי שימוש בטכנולוגיית ה-apPCR. פרימרים אלה אינם מזהים תבדידים של הפטרייה הגורמים למחלת הריקבון השחור (פנימי) ברימון או תבדידים שבודדו מצמחים אחרים.

מחלת כתמי הצרקוספורה בעלי גפן בישראל. ישראל בן-זאב¹, לוי ע¹, גניה א¹, עובדיה ש².¹ השירות לאבחון נגעי צמחים, השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר; ²יקבי כרמל.

מחלת כתמי הצרקוספורה בעלי גפן דווחה בישראל ב-1935 וב-1943, אך נעלמה מרישומי מחלות הצמחים בישראל מאז עד סוף שנות התשעים. בשנים האחרונות נראים בכרמי היין, בעיקר בזן קריניאן, כתמי מחלה בעלים, המתחילים להופיע בד"כ לאחר שלב הבוחל. עד לאחרונה לא גרמו כתמים אלה לנזק, אך החל משנת 2006 מופיעים כתמי המחלה בחלקות קריניאן בחומרה ההולכת וגדלה, עד לגרימת נזק המתבטא בהתייבשות עלים ונשירתם עם כל המשתמע מכך. בניסויי הדברה בשנים 08-2007 נבדקו מספר קוטלי פטריות ממשפחות שונות, במרווחי ריסוס ובעיתויים שונים. התכשירים פלינט, סיגנום, וסקור נמצאו יעילים בהדברת המחלה. השירות לאבחון של PPIS איבחן מקרה ראשון של מחלה זאת בתקופה האחרונה, ב-1997, בזן דבוקי (Dabouki) כ-*Phaeoramularia*

dissiliens. ב-2001, משיקולים טקסונומיים, הפך הסוג *Phaeoramularia* לשם נרדף לסוג *Passalora*. בין 2006 ל-2008 הובאו למעבדה בשכירות העולה בכל שנה, דוגמאות קריניאן (Carignan) מישובים שונים, בהם זוהה הגורם *Passalora dissiliens*. בדוגמאות מהזנים פרנצ' קולומבר ופטיט סירה (French Colombard, Petite Syrah) עם סימפטומים דומים, אובחנה הפטרייה *Pseudocercospora vitis*. סקר שבוצע בכרמי קריניאן עם כתמי *P. dissiliens*, מראה כי בלמעלה ממחצית הכרמים, כתמי הפתוגן היו מכוסים בחלקם או בשלמותם בפטרייה מיקופרזיטית שזוהתה במעבדה כ- *Hansfordia* sp. (כנראה *pulvinata*). בשנת 2008 בודדנו את שלושת המינים הנ"ל כמושבות מנבג בודד, במצע ¼ PDA. תרביות אלה משמשות לזיהוי מיני הפטריות בעזרת מעקובת DNA.

מחלת הכתם הגדול בדלועיים: סריקת זני מלון לסבילות ופיתוח מבחן דיאגנוסטיקה לאיתור גורם המחלה בזרעים נגועים. אופיר בהר¹, קריצמן ג'², הדר א'³, וולקוט ר'⁴, בורדמן ש'¹. ¹המחלקה למחלת צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; ²המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ³המעבדה לבריאות זרעים, הזרע גינטיקס; ⁴המחלקה למחלות צמחים, אוניברסיטת ג'אורג'יה, ארה"ב.

מחלת הכתם הגדול, הנגרמת ע"י החיידק *Acidovorax citrulli*, גורמת להתפתחות כתמים נקרוטיים על העלווה ולריקבון הפרי בצמחים רבים ממשפחת הדלועיים. המחלה החלה לצבור חשיבות בסוף שנות ה-80 בעקבות מספר התפרצויות קשות בשדות אבטיח בארה"ב, שהובילו עד ל-100% אובדן ייבול. מאז, התפשטה המחלה לאזורים רבים בעולם, בעיקר הודות ליכולת של הפתוגן להיות מועבר על ידי זרעים. נכון להיום, החיידק עדיין מהווה איום לגידול אבטיחים ומלונים בעיקר נוכח העובדה שלא נמצאו עד כה זנים עמידים למחלה, ושיטות אבחון מזרעים נגועים אינן רגישות ויעילות דיין. בעבודה זו סרקנו זני מלון מסחריים, קווי טיפוח וזני בר במטרה לאתר זנים בעלי סבילות גבוהה לחיידק. מבחני פתוגניות בדרגות התפתחותיות שונות של הצמח הראו כי כל הזנים שנבדקו היו רגישים למחלה ברמות שונות, וכי במקרים רבים לא נראתה קורלציה ברמת הרגישות בין המבחנים השונים. בניסוי אילוח בו הצמחים גודלו עד להנבת פירות, רק כ-2% מהפירות פיתחו תסמינים אופייניים למחלה, אך יותר מ-50% מהפירות נשאו זרעים נגועים, על אף היותם א-סימפטומטיים. תוצאה זו ממחישה את הבעייתיות בייצור זרעים נקיים מגורם המחלה. בניסיון לפתח מבחן מתקדם לאיתור החיידק בזרעים נגועים, פיתחנו פריימרים ספציפיים לחיידק, בעלי יכולת אבחון בתנאי החמרה גבוהים. פריימרים אלו שולבו במבחני Immunomagnetic Separation-PCR (IMS-PCR) המשלבים בין נוגדנים ופריימרים ספציפיים לחיידק המטרה. באמצעות שיטה זו הצלחנו לזהות נגיעות בדגימות של זרעים עד לרמת נגיעות של 0.02%. שיטה זו מהווה אלטרנטיבה אפשרית לשיטת האבחון הקיימת, המבוססת על הנבטת דגימות זרעים בחממה (שיטת ה-Seedling Grow-out), שאורכת זמן רב, עלותה גבוהה ואמינותה שנויה בספק.

שיבה ב' – אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות I (יו"ר: רוני כהן)

מחלת החילדון בטרגון: לימוד האפידמיולוגיה כבסיס להדברה מושכלת.
דני שטיינברג¹, כהן רי¹, וינטל חי¹, חורב כ¹, באומקולר פי¹, לוצינסקי אי², גינזברג שי³, גרף שי⁴, איטח נ⁵, אניקסטר י⁶, מניסטרסקי י⁶.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² מבוא חמה; ³ א.ס.די.איי ספייס, שדה אליהו; ⁴ מו"פ צפון; ⁵ לוכסמבורג תעשיות בע"מ; ⁶ מכון הדגניים, אוניברסיטת תל-אביב.

מחלת החילדון בטרגון נגרמת בארץ על ידי הפטרייה *Puccinia dracunculina*. המחלה גורמת להתייבשויות עלים ולפגיעה בערך המסחרי של המוצר הטרי והמוצר היבש. הבעיה קשה במיוחד בגידול רב-שנתי ורב קצירי, כנראה בגלל ההתעצמות של המידבק בגידול המתמשך המגבילה את השיווק בחלק מהזמן. המידע המצוי בספרות על האפידמיולוגיה של מחלה זו מצומצם ולוקה בחסר ואין מידע מספק אודות האמצעים היעילים לבקרתה ולהפחתת הנזקים שהיא גורמת. יעד המחקר הוא למנוע את פגיעת המחלה באיכות ובכמות היבול. מטרת המחקר היו: לימוד מחזור החיים של הפטרייה וכימות ההשפעה של תנאי הסביבה על הפטרייה כבסיס להבנת התפתחות המגיפה. השלב הגורם למגיפה בפועל הוא שלב הנבגים הבכירים המופצים באוויר וגורמים למגיפה ולפגיעה בצמחים. גורם המחלה שורד את עונת החורף (בתקופה בה צמחי הטרגון מחוסרי עלים) באחת משתי הדרכים הבאות. הראשונה, השלמה של מחזור החיים המיני: לקראת סוף העונה נוצרים צברי נבגים אפילים השורדים עד לעונה העוקבת. הנבגים האפילים נובטים ויוצרים נבגי בסיסה חסרי צבע. נבגי הבסיסה מדביקים עלים ירוקים ומתפתחים מהם צברי מיכלאים שבראש כל אחד מהם מופרשת טיפת נקטר. בתוכם נוצרים נבגי מכלא המדביקים את עלי הטרגון החדשים ומתפתחים מהם צברי נבגים בכירים. הדרך השנייה בה חורפת המחלה היא ע"י השלב הא-מיני: הנבגים הבכירים שורדים מעונה לעונה. בניסויים שבוצעו בתנאים מבוקרים כימתנו את השפעת תנאי הסביבה על נביטת הנבגים הבכירים. מרבית הנבגים (80% ויותר) נובטים בטמפרטורות בטווח שבין 15 ל – 25 מעלות צלזיוס וכשמשך הרטיבות הוא 10 שעות ויותר. המידע שתואר למעלה שימש לפיתוח ממשק מושכל לבקרת המחלה המבוסס על הקטנת המדבק ההתחלי והפחתת קצב הריבוי של הנבגים הבכירים.

חיטוי חדרי קירור ותוצרת חקלאית באמצעות תוצרי אלקטרוליזה של תמיסת מלח וספיחת מיקרואורגניזמים כשיטה למניעת התפתחות עובשים לאחר הקטיף. אמנון ליכטר, דעוס א'. המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

עובשים המצויים על פני פירות וירקות או באוויר של חדרי הקירור הם גורמים מרכזיים להתפתחות ריקבונות במהלך האחסון והדברתם לאחר הקטיף ובמהלך האחסון מהווה אתגר מתמשך. תוצרי אלקטרוליזה של תמיסות מלחים הם חומרי חיטוי יעילים ביותר. מכשיר שפותח בישראל מיישם עיקרון זה תוך העברה יעילה של תוצרי האלקטרוליזה לפאזה האווירית בהספק גבוה. במקביל, וללא קשר לתהליך הפעיל, המכשיר סופח וקוטל מיקרואורגניזמים המצויים באוויר. בסדרה של ניסויים הוכח כי הטכנולוגיה מסוגלת לבצע חיטוי מושלם של האוויר בחללים סגורים ולקטול עובשים על מצעי מזון. כמו כן הוכח כי הטכנולוגיה מסוגלת למנוע התפתחות של ריקבונות במגוון של תוצרת חקלאית לאחר הקטיף ובמהלך האחסון. הוכח גם כי שיטה זו ניתנת ליישום בקנה מידה מסחרי. המחקר הנוכחי עוסק בביסוס הממצאים הקיימים והרחבתם ובחינת ההשלכות השונות של יישום הטכנולוגיה.

השפעת יחסי מקור מבלע בצמחי פלפל על התפתחות מחלת הקימחוניית הנגרמת על ידי הפטרייה *Leveillula taurica*. ברק כהן¹, בורשטיין מ¹, שולחני ר¹, ירמיהו א², שטיינברג ד¹.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי.

קמחוניית נחשבת למחלת העלים ההרסנית ביותר בגידול הפלפל בישראל וכשמתפתחות מגיפות חמורות נגרמים ליבול נזקים משמעותיים. ההתמודדות עם המחלה מבוססת על הדברה כימית ומספר הריסוסים בעונה עשוי להגיע לעשרה ויותר. לרוב ההדברה יעילה, רמת הנגיעות נמוכה והנזק ליבול נמנע, אולם, אסטרטגיית הדברה זו מביאה לידי יישום של ריסוסים מיותרים. מניסויים שבוצעו בשנים האחרונות עלה כי קצב התפתחות המחלה משתנה במהלך עונת הגידול: בתחילת העונה המחלה מתפתחת בקצב מהיר אך בהמשך העונה הקצב מאט. השינוי בקצב התפתחות המחלה מתרחש במועד הסמוך לתחילת הקטיף. ההיפותזה שעמדה בבסיס מחקר זה היא שתגובת צמחי הפלפל לגורם המחלה משתנה כתלות ביחסי מקור-מבלע בצמחים. כדי לבחון את תקפות הנחת המחקר בצענו בחוות הבשור שבנגב המערבי ניסויים בעונות הקיץ 2008 ו- 2009. כל אחד מהניסויים כלל שני טיפולים: בראשון, הוסרו הפרחים במהלך כל עונת הגידול (כדי להפחית את עוצמת המבלע הרפרודוקטיבי) ובשני נותרו הפרחים והתפתחו הפירות. בתחילת הגידול, עד למועד הסמוך לקטיף, לא היה הבדל בקצב התפתחות המחלה בין שני הטיפולים ובשניהם המחלה התפתחה בקצב מהיר מאד. לאחר מכן חל שינוי בקצב התפתחות המחלה: בצמחים בהם הפרחים הוסרו קצב התפתחות המחלה שהצמחים הגיעו למלוא גודלם ובצמחים בהם הפרחים לא הוסרו קצב התפתחות המחלה הואט לאחר ביצוע הקטיף. התקבלו הבדלים בקצבים בין שני הטיפולים. התוצאות תומכות בהשערה שקצב התפתחות הקימחוניית בפלפל מושפע מיחסי המקור-מבלע של הצמחים: כאשר עוצמת המבלע (הווגטיבי ו/או הרפרודוקטיבי) גבוה, קצב התפתחות המחלה מהיר וכאשר עוצמת המבלע נמוך, קצב התפתחות המחלה איטי יותר. הבנת הגורמים המשפיעים על התפתחות המחלה הם תנאי מקדים לפיתוח גישה מושכלת להתמודדות עימה תוך הפחתת השימוש בתכשירי הדברה.

התמודדות עם מחלת צהבון הגזר. עמוס עובדיה¹, וינטראוב פ², גרה ע³, מוואסי מ³.¹ חברת אגרונומיה-שירותים חקלאיים (2001) בע"מ; ² המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי; ³ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

צהבון הגזר הוא שם לקומפלקס של סימפטומים הנגרמים לצמחי הגזר כתוצאה מהתנגעות בקבוצה של פתוגנים, השייכים לקבוצת החיידקים חסרי הדופן, אליהם שייכים הפיטופלסמה והספירופלסמה. אחד הסימפטומים העיקריים היא החוורה של העלווה – צהבון. הסימפטום החשוב הנוסף הוא אובדן השילטון הקודקודי והופעת צמחים רב-גבעוליים המכונים "מטאטא מכשפה". בחלקות מסוימות הנגיעות יכולה להיות גבוהה ובחלקות אחרות אפסית. הטיפול העיקרי במחלה הוא ריסוסים בתכשירים כימיים מתוך כוונה להרוג את הווקטורים של גורמי המחלה הללו – ציקדות (ככל הידוע). באביב-קיץ 2009 הועמד ניסוי שדה גדול במטרה למצוא פתרונות למחלה. ניסוי זה הוא המשך לניסויים שהועמדו ב- 2008, בהם נמצא שכיסוי השטח ברשת "אגריל" הפחית מאוד את נזקי המחלה וכך גם ריסוסים בתכשירי הדברה. בניסוי שנערך בחלקת גזר באזור צומת שוקת, הנגיעות בסימפטומים האופייניים לצהבון הגזר הגיעה בהיקשים קרוב ל- 100%. בבדיקות מעבדה נמצאו הן פיטופלסמה והן ספירופלסמה. במהלך החודשים הראשונים של הניסוי בוצע מעקב אחרי נוכחותם ומספרם של החרקים המועמדים להיות ווקטורים במלכודות דבק צהובות. פעמים אחדות בוצעה לכידת חרקים חיים. כל הציקדות מויינו והוכנסו לכלים בהם היו נבטי גזר שגדלו בחממה. לאחר שבועות אחדים הגזר נשלח לבדיקות מעבדה לאיתור סממנים גנטיים של ספירופלסמה ופיטופלסמה. לראשונה בישראל אותרו שני מיני ציקדות שהעבירו את גורם

המחלה מהצמחים הנגועים בשדה, אל צמחים בריאים. יש לציין שבצמחים הבריאים לא אותרו סימפטומים ויזואלים אלא סממנים גנטיים בלבד. תוצאות הניסוי הראו, שחלקות הגזר שכוסו באגריל מיד לאחר הזריעה והאגריל הוסר בהם כחודשיים לאחר ההצצה, צברו יבול במהירות ולא נגרם בהם למעשה נזק כלכלי. הנגיעות בחלקות, שהריסוסים החלו בהם חודשיים לאחר ההצצה, היתה דומה לזו שבהיקש, שלא רוסס כלל. כמו כן, נמצא שהקשר בין אובדן היבול שיוחס לפיטופלסמה ולספירופלסמה לבין רמת הסימפטום של ההנצה (אובדן השילטון הקודקודי) אינו מובהק, ויתכן שחלק מהנזק הוא נזק ישיר הנגרם לצמחים ע"י החרקים בשדה. העבודה בוצעה במימון מגדלי הגזר.

ישיבה ג' – יחסי טפיל-פונדקאי I (יו"ר: עודד ירדן)

השפעת הרכב ומבנה הקוטיקולה הצמחית על הגנה מפני מחלות. דיקלה סלע¹, גיאנקסין צי², אהרוני א'², לוי מ'¹.¹ המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; ² המחלקה למדעי הצמח, מכון ויצמן למדע.

צמחים חשופים בכל מהלך חייהם למגוון עקות ביוטיות ואביוטיות. בכדי להתגבר על עקות אלו פיתחו הצמחים מגוון מנגנוני הגנה מבניים וביוכימיים. הקוטיקולה הינה אחד ממנגנוני הגנה המבניים אשר מגנים על הצמח מפני פגעים מכניים ומפני פתוגנים. בנוסף להיותה מחסום פיסיקלי כנגד פתוגנים, התברר במחקרים רבים כי מרכיבי הקוטיקולה, כדוגמת מונומרים של קוטיין יכולים לשמש כמשרנים של תגובת ההגנה הצמחית, או להיזון חוזר של הפרשת אנזימי פירוק על ידי הפטרייה והגברת תהליך הפתוגנזה. הגן *SHN1* מקודד לחלבון שעתוק AP2/EREBP2 שתפקידו המוצע הוא וויסות ביוסינתזה של ליפידים. צמחי ארבידופסיס מוטנטים עם ביטוי יתר של החלבון *SHN1* (*SHN1^{OXp}*) הם בעלי מופע ירוק ומבריק יותר ושכבת קוטיקולה עבה פי עשר מטיפוס הבר (WS-0). לאחר הדבקה עם הפטרייה *Botrytis cinerea*, מצאנו הבדל מובהק במהירות ועוצמת ההצהבה בעלים של צמחי *SHN1^{OXp}* לעומת העלים של צמחי ה-wild-type (WT). בנוסף מצאנו כי בעקבות הדבקה עם *B. cinerea* ישנה תמותת תאים מוגברת וצבירת תוצרי חמצן פעיל (ROS) גבוהה יותר בצמחי *SHN1^{OXp}* בהשוואה לצמחי ה-WT. באנליזת Microarray שנעשתה על צמחים מאולחים ב-*B. cinerea* מצאנו כי בצמחי -*SHN1^{OXp}* הייתה עלייה גבוהה יותר באופן ייחודי בביטוי של גנים הקשורים בהזדקנות, עקות חמצון, ותגובות הגנה. בבחינת השפעת הרכב מונומרים של קוטיין שהופקו מצמחי-*SHN1^{OXp}* ומצמחי-WT על נביטת נבגי *B. cinerea* לא נמצאה כל השפעה של הרכב וכמות המונומרים על נביטה והתפתחות הפטרייה *in vitro*, אך כן נמצאה השפעה מעכבת *in vivo* על התפתחות המחלה בעלים מנותקים בתוספת מונומרים של-*SHN1^{OXp}* בהשוואה לעלים שהודבקו עם תוספת המונומרים של ה-WT או ללא תוספת כלל. לאור התוצאות עד כה אנו מניחים כי בצמחי *SHN1^{OXp}* ישנה תגובת הגנה חזקה מדי בהשוואה לצמחי WT כתוצאה מן השינוי בהרכב ותכולת הקוטיין. תגובת יתר זו גורמת לתמותה מהירה יותר של הצמח וכתוצאה מכך לרגישות יתר כלפי הפטרייה הנקרוטרופית *B. cinerea*. אולם ישום של מונומרים של קוטיין שמוצו מצמחי *SHN1^{OXp}* בכמות קטנה מצליח להפעיל את מערכת ההגנה באופן מבוקר ולהביא לעמידות של הצמח.

כתמים כהים בתפוחי אדמה לאחר אסיף, כתוצאה מהשתעמות יתר בתגובה לריזוקטוניה סולני. יוסי בוסקילה¹, צרור לי², שרון מ'³, טפר-במנולקר פ'¹, וורשבסקי ש'⁴, בורדמן ש'⁵, אשל ד'¹.¹ המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר קטיף, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מרכז מחקר גילת, מינהל מחקר חקלאי; ³ המחלקה למדעי הצמח, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב; ⁴ ישובי חבל מעון; ⁵ המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

ענף תפוחי האדמה (תפוא; *Solanum tuberosum* L.) בישראל מייצא כ- 250,000 טון

בשנה כאשר כ- 40,000 טון נאספים טרם התייצבות הקליפה ונארזים בצוברים עם כבול השומר על הלחות במארז. בשנים האחרונות חלה עלייה בהופעת כתמי שעם נקרוטיים על גבי הקליפה (בזן ניקולה), המתפתחים במהלך האחסון וההובלה ומכונים "כתמים כהים". אפיון התנאים בהם נוצרים הכתמים הבהים הראה שטמפרטורת האחסון הרצויה (8 מ"צ), מתקבלת רק לאחר 25 ימים מהאסיף. בניית מערכת מודל שדימתה את תנאי האחסון וההובלה של הפקעות במסחר, אפשרה את השלמתו של מבחן קוד ב- 13-14 מ"צ, והגברת הוודאות שמקור מחלת האחסון בפטרייה *Rhizoctonia solani*, שבודדה מ"הכתמים הכהים". מאנליזת רצף ה- internal transcribed spacer (ITS) של ה-DNA הריבוזומאלי של התבדיל, שהתקבל מהפקעות הנגועות, נמצא דמיון בשיעור של 98.3-99.4% ל-*R. solani* מקבוצת אנסטומוזיס 3 (AG-3) שהיא הקבוצה השכיחה ביותר בתפ"א. בחינה מיקרוסקופית של רקמה פצועה, מודבקת מלאכותית בפטרייה, הראתה תגובה ייחודית של הצטברות מי חמצן ברקמת הפרידרם המלווה ביצירה מוגברת של שכבות של תאי שעם. בנוסף נמצא ביטוי מוגבר של הגנים *StKCS6* ו-*CYP86A33* המעורבים בביוסינתזה של סוברין בקליפת תפ"א, בשיעור של פי- 6.4 ו- 3.4 בהתאמה כבר לאחר 24 שעות, וכן עליה בגן *POP_A* בשיעור של פי- 1.5, 48 שעות לאחר ההדבקה. נראה כי איסוף הפקעות בשלב מוקדם לפני התייצבות הקליפה, מוביל לפגיעה מוגברת, אילוח בפטרייה ותגובת השתעמות יתר של הקליפה במהלך האחסון וההובלה.

תפקיד וויסות ה-pH הסביבתי ביצירת המיקוטוקסין פטולין ובפתוגניות

הפטרייה *Penicillium expansum* בפירות תפוח מאוחסנים. סיגל בראון-הורוביץ^{1,2}, ברד ש¹, קובילר א¹, ליכטר א¹, פרוסקי ד¹.¹ המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²היחידה לנמטולוגיה, המכון להגנת הצומח, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

הפטרייה *Penicillium expansum* גורמת למחלת העובש הכחול בעיקר בתפוחים ובאגסים לאחר הקטיף מובילה לריקבון רך ומימי וגורמת לנזק רב באחסון של תוצרת חקלאית. חשיבותה לבריאות הציבור נגזרת בין היתר מיכולתה לייצר את הרעלן פטולין ובעקבות כך לצריכה ממושכת של הרעלן בתוצרת חקלאית ובמזון מעובד הנגוע בפטרייה. בדומה לפטריות אחרות נמצא כי הפטרייה *Penicillium* מורידה את ה-pH ברקמת הפונדקאי בזמן ההתקפה ע"י הפרשה של חומצות אורגניות בעיקר חומצה גלוקונית וחומצה ציטרית. ערכי ה-pH בציפת פרי בריא נעים בין 3.95-4.31 בעוד שבפרי הנגוע ערכי ה-pH יורדים ל 3.64-3.88. ממצאים קודמים הראו כי הורדת ה-pH ע"י הפטרייה מאפשרת את הפרשה של האנזים פוליגלקטורונאז המעורב בפירוק רקמת הפונדקאי. בגנום הפטרייה *P. expansum* נמצאו שני גנים המקודדים לאנזים גלוקוז אוקסידאז (GOX) האחראיים להפרשת החומצה הגלוקונית. הפחתת ביטוי הגנים המקודדים לאנזים *gox1*, *gox2* על ידי טכנולוגיית RNAi (RNA interference) הובילה לקבלת תבדידים הפגועים ביכולת אכלוס הפונדקאי ובייצור חומצה גלוקונית והטוקסין פטולין. ממצאי עבודה זו הובילו לבחינת הקשר בין תהליך החמצת הסביבה ע"י חומצה גלוקונית והצטברות פטולין. גידול הפטרייה בערכי pH הנעים בין 4.0-9.0 הוכיח כי ייצור חומצה גלוקונית כמו גם ייצור פטולין מושפעים מערכי ה-pH הסביבתי כאשר ערכי pH גבוהים משרים הצטברות חומצה גלוקונית וייצור פטולין, ערכי חומצה גלוקונית ופטולין גבוהים פי 5.4 ו 7.08 בהתאמה ב pH 7.0 לעומת pH 4.0. המתאם החיובי בין יצור חומצה גלוקונית וייצור פטולין נשמר בגידול במקורות פחמן שונים כאשר סוכרוז וגלוקוז מעודדים ייצור חומצה גלוקונית ובעקבותיו ירידת pH וייצור מקסימלי של הטוקסין לעומת מקורות פחמן רב-סוכריים בהם ייצור חומצה גלוקונית ופטולין מעוכב. הקשר בין הצטברות חומצה גלוקונית ופטולין נראה בנוסף לאחר הדגרה באוירה מבוקרת בה ייצור חומצה

גלוקונית ופטולין מושפעים באופן דומה מריכוזי החמצן. הוצאותינו מראות כי הצטברות הטוקסין וחומצה גלוקונית מעוכבת באוירה מבוקרת בה 6% חמצן בתנאי *in vitro* והן *in vivo* בתפוח עץ מאוחסן זאת לעומת 21% חמצן. חשיפת הפטריה לגידול בנוכחות ברזל מראה כי יוני ברזל מהווים רגולטור שלילי להצטברות הטוקסין בתלות להצטברות החומצה הגלוקונית. ממצאי עבודה זו מוכיחים כי ההחמצה של הסביבה הינה חיונית לאכלוס הפונדקאי וליצירת פטולין. הבנת התהליך המבקר את היצירה של פטולין וזיהוי נקודות בקרה יסייעו בפיתוח אסטרטגיות למניעת החשיפה לפטולין ובאבטחת איכות התוצרת החקלאית.

החמצת סביבת הפרי על ידי חומצה גלוקונית במהלך התפתחות ריקבון מהפטרייה *Phomopsis mangiferae*. מעין דוידזון, אלקן נ', קובילר א', פרוסקי ד'. המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

הפטרייה *Phomopsis mangiferae* היא פטרייה גורמת לריקבון עוקץ התוקפת טווח רחב של פירות בשלבי הבשלה מאוחרים. הפטרייה גורמת להפסדים כלכליים בארץ ובעולם. בעבודה זו נמצא כי הפטרייה גורמת לירידת pH תוך כדי תקיפתה וכי היא מושפעת מתנאי ה-pH של רקמת הפרי המאוחסן. הפטרייה מחמיצה את רקמות הפונדקאים, בעלי ה-pH הבסיסי, מנגו וענבים ב 1.2-1.6 יחידות pH בהתאמה. לעומת זאת בפרי הלימון החומצי נצפתה הורדת pH לא משמעותית. בנוסף בגידול הפטרייה במצעי מזון נוזלים בעלי pH התחלתי 4-7 נמצא שככל שה-pH היה יותר בסיסי נצפה הפרש pH גדול יותר. אנליזת תהליך ההחמצה בפירות מאולחים, הראתה כי חומצה גלוקונית מהווה את החומצה האורגנית העיקרית באזור הנגוע. כמו כן במצעי גידול נוזליים נמצא גם כן שהחומצה העיקרית שמופרשת היא החומצה הגלוקונית. בניסוי *in vitro* במצעי גידול שניוניים הביטוי היחסי של הגן *pmGOXI* המקודד לאנזים Glucose oxidase עלה פי 8 – 12 ב pH 7 ו-8 בהתאמה לעומת pH 4. בנוסף נצפתה עלייה של הביטוי היחסי של *pmGOXI* בפירות מאולחים, הצטברות חומצה גלוקונית והצטברות של מי חמצן בקורים וברקמה הנגועה מעלה את ההשערה שהאנזים גלוקוז אוקסידאז מסייע להחמצת הרקמה. מתוצאות אלו ניתן להסיק כי *P. mangiferae* גורמת להחמצת רקמת הפונדקאי באופן תלוי pH התחלתי תוך הפרשה של חומצה גלוקונית לסביבתה הקרובה. בו בזמן רמת הביטוי של הגן המקודד ל- (pmPG1) endopolygalacturonase, אנזים מפתח בתוקפנות הפטרייה, הראה תגובת עלייה בביטוי בתנאים החומציים אשר נוצרים בתהליך ההדבקה ומכאן ניתן להראות את חשיבות מנגנון ההחמצה של הפטרייה בקידום הפתוגניות של הפטרייה *P. mangiferae*. תוצאות המחקר מצביעות על כך של pH הסביבה ישנה חשיבות מכרעת בעידוד תוקפנות הפטרייה *P. mangiferae* אשר גורמת להחמצת אתר ההדבקה ע"י הפרשת חומצה גלוקונית. להחמצה זו יש תפקיד מכריע בפתוגנה שלאחר הקטיף, דבר הגורם לאנזימים פקטוליטיים האחראיים לתוקפנות לבוא לידי ביטוי ולגרום למחלה.

ישיבה ד' – עמידות ומנגנוני הגנה (יו"ר: אביב דומברובסקי)

גילוי גן חדש לעמידות לקימחון *PmG3M* שמקורו בחיטת הבר הממוקם בקצה הזרוע הארוכה של כרומוזום 6B. רואי בן דוד¹, שי וי¹, דינור עי², פחימה צי¹.¹ המכון לאבולוציה, הפקולטה למדעים והוראתם, אוני חיפה; ²המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

מחלת הקימחון בחיטה, הנגרמת ע"י הפתוגן *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Bgt), מתבטאת ברחבי העולם בפחיתת יבול חריפה. אם החיטה *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* מהווה מקור מבטיח למגוון רחב של תכונות ואללים העשויים לתרום לשיפור תכונות אגרונומיות חשובות בחיטה, כגון: עמידות למחלות, עמידות ליובש ושיפור הערך התזונתי. מבחני עמידות לקימחון שהתבצעו על אוסף רחב של קווי חיטת הבר הצביעו על כך שהקו G305 שנאסף מאתר מירון בישראל, עמיד לכל 59 תבדידי קימחון מישראל ומהעולם שנבדקו עד כה. אוכלוסיית מיפוי מתפצלת שמקורה בהכלאה בין קו אם החיטה (G305) וזן של חיטת דורות (Langdon) שימשה לזיהוי ומיפוי של הגן. התפלגות התגובה לאילוח בקימחון של האוכלוסייה המתפצלת הראתה שמנגנון העמידות נשלט על ידי גן יחיד אשר נרשם זמנית כ- *PmG3M*. הגן *PmG3M* מופה על הזרוע הארוכה של כרומוזום 6B בעזרת מפת תאחיזה הכוללת 15 סמני דנ"א מסוג simple sequence repeat (SSR) ו- (CAPS) cleaved amplified polymorphic sequence. פיתוח סמנים בוצע על בסיס רצפי EST תוך שימוש בהומולוגיה שבין חיטה לצמחי המודל אורז ועוקצר מצוי (*Brachypodium distachyon*) המהווים אמצעי חשוב במחקר גנומי בחיטה. סמני ה- EST שימשו כעוגנים למפה הפיזיקאלית של כרומוזום #2 באורז וכרומוזום Bd3 ב- *Brachypodium*. שני הסמנים משני צידי הגן, *Xuhw229* (הפרוקסימאלי) ו- *Xedm149* (הדיסטאלי) מגבילים את האזור הקולינארי באורז ו- *Brachypodium* ל-640Kb ו-3.8Mb בהתאמה. זיהוי גן חדש לעמידות בפני קימחון שמקורו מאם החיטה ומיפוי יתרמו לשיפור העמידות בפני קימחון בזני עלית של חיטה תוך שימוש בשיטות של MAS) Marker-assisted breeding).

השפעה התוספתית של שני dsRNAs על התפתחות נמטודות יוצרות עפצים בארבידופסיס. שרלתון וי^{1,2}, יעל מלר-הראל⁴, בכתיה מי^{1,3}, היברד זי^{1,3}, אתקינסון ה^{1,3}, מכפרסון מי^{1,2}.¹ המרכז למדעי הצמח, ²המכון לביוולוגיה מולקולארית ותאית; ³המכון לביוולוגיה אינטגרטיבית והשוואתית, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת לידס, אנגליה; ⁴המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

דווח לאחרונה ש- dsRNAs חיצוניים מעכבים שלבים פרויטיים של נמטודות ממיני *Meloidogyne* spp. בצמחים. שני גנים שמקורם בנמטודת העפצים *M. incognita* היו במוקד מחקרנו. האחד הוא גן אוקסידאז (dual oxydase) המעורב בקישור המצולב של טירוזין בקוטיקולה נבנית והשני תת יחידה של פפטידאז סיגנל (signal peptidase), קומפלקס חלבון הנחוץ בתהליך עיבודם של חלבונים מופרשים. על אף היות גנים אלה מעורבים בשלבים שונים של התפתחות הנמטודות, התוצאות הפנוטיפיות של RNAi של כל אחד מהם בארבידופסיס הייתה דומה זו לזו: מעל 50% פחיתה במספר הנמטודות

בשורשים ודחייה בהתפתחות הנקבות המייצרות ביצים. נצפה ביטוי של dsRNA מעובד, בעוד לא נמצאו כל RNA מסוג siRNAs בצמחים הטרנסגנים. בפעם הראשונה הוכח שתוצאת הביטוי משולב של dsRNAs אלה שנוצר על ידי הכלאה בין קוי ארבידופסיס היא תוספתית באשר להפחתת מספר הנמטודות ויכולת ההתפתחות שלהן. שילוב RNAi של גנים הינו בעל פוטנציאל להגברת יעילות RNAi ויכול לאפשר בקרה של נמטודות ממינים שונים.

יחסי הגומלין של הפטרייה *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* מגזע 1.2 עם צמחי מלון עמידים ורגישים: אפיון גנטי ופיסולוגי. רפאל פרל-טרבס¹, הרמן ר¹, זבירין צ¹, ברוטמן י¹, פרימן ס², דניסוב י², קובלסקי א¹.¹ הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן; ²המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

צמחי מלון מקו הטיפול הישראלי BIZ מצטיינים בעמידות לארבעת הגזעים המוכרים של פוזריום המלון. בעבודתנו נחקרה תגובת הקו BIZ לפוזריום מגזע 1.2, ואופיינה הבקרה הגנטית של התכונה. הטיפול לעמידות כנגד פוזריום מגזע 1.2 בעייתי בגלל האופי הכמותי של תגובת העמידות, ומיעוט המקורות הגנטיים העשויים לתרום עמידות חזקה ואמינה. הראינו, כי כאשר ההדבקה מבוצעת בתנאים מחמירים במעבדה, העמידות מבוקרת על ידי שני גנים רצסיבים עיקריים, ואילו בתנאי שדה, שם ההדבקה מתונה יותר, מתבטאת העמידות כתכונה דומיננטית. בנינו אוכלוסיית מיפוי בה מתפצלת העמידות לפטרייה זו, וזיהינו באמצעות אנליזת QTL אתר כרומוסומלי המשפיע על התכונה. עקבנו, בעזרת תבדיד פוזריום המבטא חלבון-דווח פלואורסנטי, אחר מהלך האיכלוס של צמחים רגישים וצמחים עמידים בפטרייה, וזיהינו הבדלים כמותיים ביו הגנוטיפים במיקום ובעיתוי של התפשטות הפטרייה. לבסוף, כימתנו בשיטת real time PCR את התעתיקים של שלושה גנים המשתתפים בהגנת צמחים מפני מחלות, והשוונו את רמת הביטוי בין צמחים עמידים מהקו BIZ לצמחים רגישים מהזן עין דור. רמות התעתיק של הגנים המקודדים ל- phenylalanine ammonia lyase, chitinase, hydroperoxide lyase הושרו מהר יותר בקו העמיד, והגיעו לרמה גבוהה בהרבה מאשר בזן הרגיש. כן נצפו הבדלים הדירים ברמה הבסיסית של התעתיקים בין צמחים לא מודבקים משני הגנוטיפים. הבדלים אלו עשויים להסביר את האכלוס המוגבל של צינורות ההובלה בקו העמיד.

בחינת עירור הגנה מערכתית בצמחי תודרנית (*Arabidopsis*) על ידי תבדידי ריזוקטוניה היפוויורולנטיים. מיכל שרון¹, פרימן ס², סנה ב¹.¹ המחלקה למדעי הצמח, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב; ²המחלקה לפתולוגיה וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

תבדידים שונים של העל-סוג ריזוקטוניה מדביקים חלקי וסוגי צמחים שונים וכתוצאה מכך גורמים להפסדים חמורים לגידולים וליבולים חקלאיים בעולם. לעומת זאת, רבים מתבדידי הריזוקטוניה נמצאו כלא-פתוגניים על מגוון רחב של צמחים וחלקם אף הגנו על הצמחים שאיכלסו בפני תבדידי ריזוקטוניה פתוגניים, ו/או פתוגנים צמחיים אחרים. מחקרים קודמים שללו תחרות על מקורות פחמן או חנקן, פעילות אנטיביוסיס או פרזיטיזם כמנגנוני ההגנה, אך נמצא שתבדידים היפוויורולנטיים מעוררים שינויים בהשקעת מטבוליטים משניים בדפנות התא ועלייה בייצור אנזימים הקשורים להגנה בצמחים המוגנים. המחקר הנוכחי מתמקד בהגנות מערכתיות המעוררות בצמחים (SAR

systemic acquired resistance - induced systemic resistance (ISR) על ידי אכלוס בתבדידי ריזוקטוניה היפווירולנטיים מגנים ובפרט בהגנה המתבטאת כנגד ריזוקטוניה פתוגנית. שימוש במוטנטים של תודרנית (*Arabidopsis*) בעלי גנים פגומים במערכת ההגנה המערכתית SAR הראה שמסלול זה הוא חלק מההגנה המערכתית המעוררת על ידי התבדידים ההיפווירולנטיים שנבדקו. אפשרות מעורבות מערכת ISR בהגנה המעוררת על ידי התבדידים ההיפווירולנטיים נתמכה בהגנה המופחתת של מוטנטים המבטאים SAR באופן קונסטיטוטיבי וכן הירידה בהגנה של צמחי המוטנט בגן המתווח בין SAR ל ISR על ידי עיכוב ISR. על ידי שימוש ב quantitative real-time PCR נמצא עירור גנים המעורבים במערכות SAR ו ISR וכן במסלול ייצור פיטואלקסינים בצמחים המוגנים.

עגבניות מותמרות עם גן המקודד למעכב התרבות וירוס (IVR) מראות עמידות חלקית ל-*Botrytis cinerea*. דיאנה ליבמן¹, רב-דוד די¹, גל-און עי¹, וונש ר², זוזנק ח³, אלעד י¹, לובנשטיין ג¹.¹ מחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² אבוגין בע"מ; ³ המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

צמחי עגבנייה הותמרו באמצעות אגרובקטריום עם שטב cDNA המקודד לגן המעכב התרבות וירוס (IVR-inhibitor of virus replication) תחת בקרה של פרומטר קונסטיטוטיבי 35S. צמחי עגבנייה טרנסגניים מדור T3 הראו עמידות חלקית ל-*Botrytis cinerea* מחוללת מחלת העובש האפור. בעלי צמחים העמידים היתה חומרת המחלה פחותה בהרבה מאשר בעלים של צמחי הביקורת. העמידות הייתה חלשה יותר כאשר הצמחים הוחזקו בטמפרטורה של 32 מ"צ לפני ההדבקה, בהשוואה לצמחים שהוחזקו ב-17-22 מ"צ. נמצאה התאמה בין העמידות של צמחי העגבנייה לביטוי תעתיקי IVR (transcripts) כפי שנמצא בבדיקת RT-PCR. ממצא זה הוא אחד המקרים הבודדים בהם גן הקשור לעמידות כנגד וירוס מעורב גם בעמידות למחלה הנגרמת על ידי פטרייה.

אפיון עמידות כמותית לפוזריום הנבילה של המלון. אבידה שהם^{1,2}, בורגר י², פרל-טרבס ר¹, כהן ר¹.¹ הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן; ² המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, היחידה לדלועים, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי.

הטיפול לעמידות כנגד פוזריום הנבילה של המלון (*Fusarium oxysporum* f.sp. melonis מתבסס על הגנים הדומיננטיים *Fom-1* ו-*Fom-2*, המקנים עמידות מלאה לגזעים ספציפיים של הפתוגן. בקוים מסוימים של מלון קיימת עמידות כמותית (עמידות שדה), שמתבססת כנראה על מספר גנים, המקנים עמידות חלקית בלבד, וחוזקה משתנה בקווי טיפוח שונים. מטרת המחקר לאפיון עמידות זאת מבחינה פנוטיפית ומולקולארית. תחילה עקבנו בתאי גידול אחר סימני המחלה ואחוזי התמותה של נבטי מלון משלושים גנוטיפים, לאחר הדבקה מלאכותית בפוזריום משלושה גזעים שונים. הראינו כי בחלק מהקווים קיימת עמידות חלקית, המתאפיינת באחוזי התמותה אופייניים והדירים, בד"כ בין 30-70 אחוזים (לעומת תמותה מלאה של זנים רגישים והישרדות מלאה ללא סימפטומים בזנים עמידים). חלק מהצמחים השורדים סבלו מנקרוזה והצהבה אך לא התמוטטו, וחלקם לא נפגעו כלל. ראינו כי בגנוטיפים מסוימים העמידות הכמותית ספיציפית לגזע הפתוגן, ובמקרים אחרים מדובר בעמידות רחבה. כדי לבחון את התופעה לאורך זמן, הדבקנו בפוזריום המלון צמחים בשלב בוגר יותר (2-4 עלים), וגידלנו אותם

בחממה במשך חודש נוסף. הניסוי כלל שלושה קווים עמידים כמותית, וכן קו רגיש וקו בעל עמידות מלאה. ראינו כי הקווים העמידים-כמותית, למרות היותם אחידים גנטית, גילו שונות בין פרטים בתגובה להדבקה, אולם תגובת הקווים הייתה הדירה, ונצפתה עמידות חלקית, שהתבטאה בנזק מופחת לעומת הזן הרגיש. ניתן היה להתייחס לממוצעי המדדים (גובה הצמח, משקל הצמח), כאל נתונים אמינים המאפיינים רמות עמידות שונות של הקווים. לבסוף בדקנו את רמת הביטוי של הגנים Chitianse ו- Phenylalanine Ammonium Lyase בקווים עמידים כמותית, בהשוואה לקו רגיש ולקו בעל עמידות מלאה, בשיטת ה- Real Time-PCR. ראינו כי בקו עמיד כמותית לא נצפתה הגברה ברורה של הביטוי בתגובה להדבקה, בעוד בקו בעל העמידות המלאה היתה הגברה. באחד הניסויים, שמר הקו העמיד כמותית על רמת ביטוי גבוהה יחסית לאורך זמן, גם לאחר שזו דעכה בקו העמיד. נדרשים ניסיונות נוספים על מנת לאשש תוצאה זאת.

הרצאה מוזמנת

יישום שיטות ידידותיות לסביבה לפני ולאחר האסיף להפחתת ריקבון בתוצרת חקלאית טרייה. נחמיה אהרוני. המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

עקב הגבלות חמורות ליישום כימיקלים לאחר האסיף למניעת התפתחות מחלות באחסון ובמשלוח יש הכרח לפתח שיטות ידידותיות לאדם ולסביבה. השיטות שפותחו בעבודה זו מבוססות על דחיית תהליכי הזדקנות במוצר הקטוף ותודות לכך – הגברת העמידות הטבעית בפני מחלות הנגרמות על ידי פטריות וחיידקים. ייצור מוגבר של אתילן במהלך האסיף והאחסון גורם להחשת תהליכי הזדקנות וריקבון במינים רבים של ירקות, תבלינים ופירות. פחמן דו-חמצני (פד"ח) ידוע כמעכב תחרותי של אתילן ולכן יכול לעכב את פעולתו. סגירת תוצרת טרייה בתוך שקית פלסטית מביאה להצטברות של פד"ח ולירידה ברמת החמצן עקב תהליך הנשימה. בשיטת אריזה זו נוצרת אווירה מתואמת (Modified atmosphere, MA) שניתנת לוויסות על ידי ניקוב חורים זעירים. טיפול לפני או לאחר האסיף בגייברלין גורם לדחיית תהליכי הזדקנות וריקבון במינים ממשפחת הסוככיים (סלרי, פטרוזיליה, שמיר, כוסברה וסייגית), השושניים (עירית, בצל ירוק) וחלק מהמורכבים (חסה). בסלרי שטופל בגייברלין לאחר האסיף נמנעה באחסון ממושך התפתחות בוטריטיס, קשיוניה גדולה, אלטרנריה, סטמפיליום וריקבון לח בקטריאלי. גייברלין מפחית את הרגישות של מינים אלו לפעולת האתילן. על ידי שילוב של טיפול מוקדם בגייברלין, לפני או אחרי האסיף, עם אריזת MA עשירה בפד"ח, ניתן להשיג השפעה מתווספת. שיטה זו מאפשרת לשלוח כמה מיני תבלינים טריים במשלוחי ים. יישום אריזת MA מוגבל עקב הצטברות של מי עיבוי בתוכה הגורמת להתפתחות ריקבון ולנוקים פסיולוגיים. בעבודה משותפת עם חברת סטפאק (חבל תפן) פיתחנו אריזות ייחודיות (Xtend®) בעלות עבירות גבוהה לאידי מים ולפיכך נמנעת הצטברות של מי עיבוי על פני המוצר הארוז הגורמת להתפתחות ריקבון ופגמים פסיולוגיים. שיטת אריזה זו, בה יש בקרת גזים ולחות, מיושמת כיום בארץ ובחו"ל בעשרות מינים של ירקות ופירות.

ישיבה ה' – אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות II (יו"ר: יורם כחלון)

הדברה כימית של מחלת ההתמוטטות הפתאומית של המלונים הנגרמת על ידי הפטרייה *Monosporascus cannonballus*. שמעון פיבונה¹, לויטה רי¹, מדואל עי¹, כהן רי². ¹מו"פ ערבה תיכונה וצפונית; ²המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, היחידה לדלועים, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי.

המלון הוא גידול מרכזי בערבה. מבין מחלות המלון המועברות בקרקע, המחלה העיקרית המסכנת את גידול המלון בערבה ובאזורים אחרים בדרום הארץ היא ההתמוטטות הפתאומית הנגרמת ע"י הפטרייה *Monosporascus cannonballus*. מחלה זו טופלה בעבר ע"י חיטוי קרקע במתיל ברומיד שיושם טרום שתילה. כיום, אין בנמצא חומר לחיטוי קרקע הדומה ביעילותו למתיל ברומיד להדברת המחלה בעונת הגידול האביבית. במחקר המוצג נלמדה יעילות יישום פונגיצידיים שונים להדברת הפטרייה *M. cannonballus* במהלך עונת הגידול; לימוד עיתוי היישום, תדירות היישום והמינון הדרוש של הפונגיצידיים. בשלב ראשון נבחנה במעבדה יעילות פונגיצידיים מקבוצות כימיות שונות לעכב את הגידול הוגטטיבי של הפטרייה בצלחות פטרי. פונגיצידיים נבחרים שנמצאו יעילים במעבדה נבדקו בשדה בעונות הסתיו והאביב 2006 – 2009. נמצאו ארבעה חומרים שהדבירו ביעילות את המחלה ומנעו את תמותת הצמחים. שלושה חומרים הם מקבוצת הסטרובילורינים (עמיסטאר; azoxystrobin) ואו צירוף של סטרובילורין עם חומר נוסף (סיגנום; pyraclostrobin+boscalid) וקומודור; (azoxystrobin+chlorothalonil). פונגיצידי נוסף שנמצא יעיל הוא ספורטק (prochloraz) ששייך לקבוצת האימידאזולים. חומרי הדברה אלו קיבלו רישוי או נמצאים בתהליכים לקראת רישוי לטיפול כנגד מחלת ההתמוטטות במלון. על פי הידע שנצבר עד כה, נמסרו המלצות ליישום הפונגיצידיים במלון בעונות השונות. המלצות אלו אומצו ע"י החקלאים בערבה ובאזורים אחרים בארץ ותורמות להפחתה ניכרת בתמותת הצמחים בשדות ולעליה ביבולים.

התאמת מלון מורכב לגידול בהדליה. רוני כהן¹, פיבונה ש², פורת אי¹, מדואל עי², עומר ש³, קורן אי⁴, אדלשטיין מ¹. ¹המח' לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, היחידה לדלועים, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי; ²מו"פ ערבה תיכונה וצפונית; ³שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות; ⁴משתלות חישתיל.

השימוש בצמחים מורכבים למניעת פגעי קרקע מתרחב במהירות בישראל. חקלאי הערבה מעדיפים לגדל מלונים בעונת האביב בהדליה. גידול מודלה מאפשר הארכת עונת הגידול, טיפול קל ללא נזק לצמחים וקבלת יבולים גבוהים לעומת גידול שרוע. צמחי מלון מורכבים על כנות מסחריות מתמוטטים לעיתים אפילו בקרקעות מחוטאות החופשיות ממחלה. ההתמוטטות הפיזיולוגית מתרחשת לקראת מחצית אפריל כאשר הצמחים עמוסים בפרי וחשופים לטמפרטורות גבוהות. במטרה למצוא כנות דלעת עמידות ל *Monosporascus cannonballus* שיתאימו גם לגידול בהדליה ערכנו סלקציה לשתי תכונות אלו. צמחי מלון מורכבים גודלו בסתיו בגידול שרוע בקרקע מאולחת טבעית במחלה. צמחים מורכבים (צירופי כנה ורוכב), ששרדו את המחלה בסתיו גודלו בהדליה באביב הבא במנהרה עבירה. בניסויים שנערכו בשנת 2008 ו 2009 נמצאו תשע עשרה מיכלואי דלעת בין מיניים מתוך 122 שנבדקו עמידים ל *M. cannonballus*. חמש כנות מתוך אלו לא התמוטטו בגידול האביבי ונמצאו מתאימות לגידול בהדליה. תוצאות אלו

מצביעות על שונות גנטית בתוך אוכלוסיית צמחי הדלעת שתאפשר טיפוח כנות בעלות תכונות מוגדרות והתאמתם לצרכי החקלאים בעונות ובאזורים השונים.

ביו-פחם להגברת עמידות צמחים למחלות. אלעד יי¹, רב דוד די¹, סיטרין אי², בורנשטיין מ¹, אגרא אי¹, בן כליפה חי¹, מלר הראל יי¹, שולחני רי¹, צחנסקי לי², זילבר אי² ואלן גרבר¹.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, ²המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני, בית דגן.

הוצע ליישם פחם המיוצר בתהליך הפירוליזה (פירוק חומני בהעדר חמצן) של ביומסה בקרקעות כמטייב קרקע וכמבלע לפחמן למשך אלפי שנים. לביו-פחם השפעה חיובית על תכונות הקרקע, קליטת מים, זמינות מינרלים, ועידוד אוכלוסיות מיקרוביאליות מועילות. לאור מידע מוקדם זה העלנו את האפשרות שביו-פחם ישפיע גם על עמידות צמחים למחלות. בעת יישום 1-5% ביו-פחם בקרקע ובתערובת גידול נתקבלה פחיתה בתחלואת צמחי פלפל ועגבנייה במחלות נוף הנגרמות על ידי *Botrytis cinerea* (עובש אפור) ו- *Leveillula taurica* (קימחוניית). שעורי הפחיתה בחומרת עובש אפור היו 33-92% ושעורי ההפחתה בקימחוניית היו 72-92% בעלי צמחים בעציצים להם הוסף ביו-פחם, בניסויים שנמשכו עד שלושה וחצי חודשים לאחר ההדבקה. צמחי הניסוי דושו באופן סדיר ולא נמצאו הבדלים משמעותיים בתכולת היסודות בעלי הצמחים מהטיפולים השונים. בגלל הפרדה המרחבית בין אתר יישום הביו-פחם (שורשים) לבין אתר ההדבקה (עלים) ניתן להסיק שנתקבלה השראת עמידות סיסטמית למחלות. נראה שאין התופעה נובעת מהשפעה תזונתית ישירה אך נמצאה השפעה חיובית של תוספת ביו-פחם על גידול עגבנייה ופלפל וכן על פריחה והנבה. בנוסף נמצאה השפעה של הביו-פחם על אוכלוסיות מיקרואורגניזמים בקרקע ובסביבת השורשים ובכלל זה של מיני פסאודומונס, בצילוס וטריכודרמה הידועים ביכולתם להשרות עמידות סיסטמית ואולי פעולתם משמעותית גם במערכת הנוכחית. יתכן שההשראה אינה נובעת רק מהשינוי המיקרוביאלית אלא גם מחומרים ייחודיים שמקורם בביו-פחם. השפעות הביו-פחם על צמחים, מנגנוני העמידות המושרית והמשרנים המיקרוביאלים והכימיים בקרקע האחראים לתופעות אלה נלמדים עתה. לפיכך, לביו-פחם לא רק תרומה כמטייב קרקע ומקבע פחמן אלא גם בעל פוטנציאל כמשרן עמידות בגידולים חקלאיים.

דרכי ההפצה המשנית של מחלת הכיב הבקטריאלי בעגבניות בזמן ובמרחב. מנחם בורנשטיין¹, שהרבני גי¹, שולחני רי¹, רקח יי², מנוליס שי¹, שטיינברג די¹.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

מחלת הכיב הבקטריאלי הנגרמת על ידי הפתוגן *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) מאיימת על גידול העגבניות למאכל בישראל. במעקב שנערך בחלקות גידול מסחריות התברר שהמחלה נפוצה ממוקדי הנגיעות הראשוניים לאורך השורות; המחלה לא מעברה בין השורות ואפילו לא בין שתי השורות הסמוכות של אותה הערוגה. לאורך השורות הייתה שונות רבה בגודל המוקדים אך היו מקרים בהם גודל המוקדים היה 30 צמחים ויותר. מאחר והצמחים הגדלים בשתי שורות סמוכות בערוגה נוגעים זה בזה, נראה שההפצה במרחב לא התרחשה במגע בין העלים או השורשים וגם לא בדרך האוויר. בעקבות כך עלתה ההשערה שהפצת המחלה מתרחשת במהלך פעולות הזירוד, הגיזום וההדליה של הצמחים. כדי לבחון השערה זו ביצענו ניסויים בבתי רשת במכון וולקני ובחוות הבשור. התברר שהמחלה אכן מופצת במהלך הפעולות האגרנטיות לאורך השורות, אך מרחק ההפצה היה מוגבל ל 4-2 צמחים ולא נראה שההפצה למרחקים נגרמת בדרך זו. ישנם מצבים בהם נוצרים בצמחים (בעיקר בצמחים צעירים) טיפות דמיעה. כדי לבחון אם לתהליך הדמיעה חשיבות בהפצה המשנית של גורם

המחלה בצענו ניסויים במכון וולקני ובחוות הבשור. שתילי עגבנייה שאולחו בחיידקים על ידי טבילת השורשים שלהם נשתלו בתחילת שורות של צמחים בריאים. שבוע לאחר השתילה השרנו יצירת דמיעה ונעשתה הדמיה של העברת המחלה על ידי נגיעה בצמחים המאולחים ולאחר מכן בצמחים הבריאים, הסמוכים. כשבוע לאחר מכן נראו תסמיני המחלה בצמחים הבריאים במרחק המרבי האפשרי (בקצה השורה): 4 צמחים בניסוי שבוולקני ו- 15 צמחים בניסוי שבבשור. חודש וחצי לאחר מכן התפתחו תסמיני מחלה חמורים ברוב הצמחים. המסקנה שעולה מכך היא שדרך ההפצה המשנית העיקרית של המחלה מתרחשת בזמן שהפעולות האגרוטכניות מתבצעות כשנוף הצמחים רטוב מדמיעה.

האם תבדידי אסקוכיטה מאפונת בר עשויים להיות מקור מידבק ראשוני לאפונה תרבותית? מעין גולני^{1,2}, עבו שי¹, בורנשטין מי², שטיינברג די².¹ המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; ²המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

מין הבר *Pisum fulvum* (אפון מצוי) נפוץ מצפון הנגב ועד הגליל והגולן. גידול אפונה תרבותית (*P. sativum*) לתעשייה מתבצע בעיקר בעמקי בית שאן ויזרעאל, בסמיכות לאוכלוסיות אפוני בר. המחלה העיקרית הפוגעת באפונה באפונת בר ותרבות היא האסקוכיטה (*Ascochyta blight*). מקור המדבק הראשוני של המחלה הם גופי פרי מיניים ואל-מיניים המתפתחים על שאריות צמחים וכלמידוספורות שהשתמרו בקרקע. אין מידע באם תבדידי *Mycosphaerella pinodes* (מחולל המחלה העיקרי) מאפונת הבר עשויים להוות מקור מידבק ראשוני לאפונה התרבותית. כדי לענות על שאלה זו בחנו אם יש הבדל בדרישות האקולוגיות בין תבדידים שנדגמו מאפונת בר ומאפונה תרבותית, ואם התבדידים נבדלים במידת אלימותם כלפי האפונה התרבותית. נבחנה השפעת הטמפרטורה על נביטת פיקנידיוספורות ועל צימוח תפטיר ונקבע משך הרטיבות הדרוש להדבקה וחומרת המחלה שהתפתחה על צמחי בוחן מזן תרבותי. לא נמצאו הבדלים מובהקים בתגובה לטמפרטורה ולדרישה לרטיבות בין תבדידים שנדגמו מצמחי בר ומצמחי תרבות וגם לא היו הבדלים ברמת האלימות של התבדידים מהמקורות השונים כלפי אפונה תרבותית. התברר שהשונויות במדדים אלה בין התבדידים הייתה גבוהה, אך היא לא הייתה קשורה לפונדקאי ממנו הם בודדו. על פי הדמיון שנמצא בתכונות התבדידים והעדר התאמה בין התבדידים לפונדקאים, ניתן להסיק כי מתקיים מעבר הדדי של הפתוגן בין אוכלוסיות אפונת הבר והתרבות, וקיימת סבירות גבוהה שהמעבר מתרחש בתחילת העונה בזמן שבאוכלוסיות הבר מתקיימים תנאים מיטביים להתפתחות המדבק. מרמת האלימות הגבוהה שהראו תבדידים מאוכלוסיות בר כלפי צמחי התרבות נראה כי מקור זה מסכן את שדות החקלאים במידה לא פחותה ממקורות מדבק אחרים. לממצאים אלו חשיבות רבה בהבנת הגורמים למגיפות בשדות התרבותיים ולתכנון ממשק הדברה יעיל.

דיווח

שמות למחלות צמחים בישראל. יגאל אלעד¹, אושר רי², דינור עי³, לוי עי⁴, קריצמן גי¹, שפיגל שי¹, כסלו מי⁵.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות; ³ הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; ⁴ השרותים להגנת הצומח, משרד החקלאות; ⁵ הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן.

מחלות צמחים מלוות את הצמחים מקדמת דנא. במקורות קדומים כגון במקרא ובספרות חז"ל מופיעים מעט שמות המתארים פגעים כגון שידפון, ירקון, ריקבון, באשה ועובש אך רק חלקם מתקשרים לגורמי נזק ביוטיים. מאז תחילת העשייה החקלאית המודרנית בשליש הראשון של המאה הקודמת (כפי שנמצא אצל מי זגורודסקי, מלון כל-בו לחקלאות, 1939) נקראו מחלות צמחים בשמות עבריים כגון קמחון מדומה, גחלון הדלעונים (אנטרקנוזה), כתמת (צירקוספורה), מגלת העלים, קמחונית (פירינוספורה), קמחונית אבקית (היום קימחון), קימחונית רכה (היום כשותית), חלודה (היום חילדון), גחלנת שעורה מדומה (*Ustilago tritici*), גחלנת שעורה ערומה (*Ustilago nuda*), מחלת יפו, כמהת האבן, סרטן (ע"י 'סדקיה', היום חיידק) וריקבון אפור (היום עובש אפור). עד היום ניתנו שמות רבים למחלות התוקפות גידולים חקלאיים בישראל אך חלק מהשמות שנתנו על ידי ראשוני העוסקים בנושא אינו מקובל היום. למרות שרבות מהמחלות הנגרמות על ידי חיידקים, פטריות ודמויי פטריה (אואומיצטים), נמטודות (נימיות), וירוסים (נגיפים), וירואידים (נגיפונים) ופיטופלסמה, נקראו בשמות, רבים המקרים בהם עדין לא נקבעו להן שמות עבריים. הוועדה לקביעת השמות העבריים שמונתה על ידי הנהלת העמותה הישראלית למחלות צמחים מרכזת את שמות המחלות הקיימים, מעדכנת שמות הדורשים שינוי וממליצה על שמות חדשים כאשר הם חסרים. השמות מוצעים כך שיאפיינו את תסמיני וסימני המחלה, הצבע, הצורה, הנזק או מאפיינים אחרים של המחלות. רשימות השמות יוצגו בפני חברי העמותה לשם אימות ותיקון ולאחר אישור האקדמיה ללשון העברית יהפכו לרשימות המחייבות של שמות המחלות בישראל. במקביל ליצירת הרשימות של השמות העבריים, התגייסו חברי עמותה ליצור רשימות גם בשפה הערבית. הוועדה נסמכת על הרפרנטים משה בר יוסף, דניאל אוריון, יבגני קוזודוי, מוחמד זיידאן ומומחים רבים המסייעים לנו. חברי הוועדה לשמות של מחלות בערבית הינם הישאים יונס (יו"ר), עבד גרה וסמיר דרובי.

פנל דיון

פגעים פולשים: סכנות והתמודדות. משתתפים: יעקב קטן¹ (מנחה), מאיר מזרחי², עדנה לוי², חזי אנטיגנוס³, אברהם גמליאל⁴.¹ המחלקה למחלת צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; ² השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר; ³ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ⁴ המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

פגעים חדשים (מכל הקבוצות) עלולים להגיע בתום לב (כגון ע"י הבאת חומר צמחי), מתוך רשלנות, תוך כדי הברחת חומר צמחי או אחר או בצורה מכוונת ע"י גורמים עוינים (ביוטרור). דרכי ההתמודדות והטיפול דומות בכל המקרים הללו. להלן הנושאים שיש לדון בהם: (1) פיתוח שיטות אמינות, מדויקות ורגישות לגילוי הפגעים, כולל פיתוח שיטות עבור גורמי פגע שאינם מצויים בארץ. (2) הסגר והכחדת הפגע באתר החדירה. (3) הטיפול בפגעים אשר הצליחו לחדור: הסגר, הכחדה והדברה. (4) ההשלכות הפוטנציאליות של ביוטרור. (5) בקרה, תקנות, חוקים ואכיפתם. השיטות לגילוי פגעים חדשים אמנם השתכללו, אך מנגד, הגלובליזציה ושיפור שיטות התובלה מקשות על ההתמודדות עם חדירת פגעים חדשים. מהירות התבססות פגע חדש קשורה בקיום פונדקאי רגיש ותנאים מיטביים להתפתחות המחלה.

ישיבה ו' – יחסי טפיל-פונדקאי II (יו"ר: שאול בורדמן)

עיכוב יצירת עפצים בגיבסנית ובסלק ע"י החיידק *Pantoea agglomerans*

באמצעות מערכת החישה הקבוצתית (Quorum Sensing). לאורה צ'לופוביץ^{1,2}, דרור א'¹, כהן-קנדלי מ'^{1,2}, פניגיל מ'², ברש י'², מנוליס-ששון ש'¹.¹ המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ² המחלקה למדעי הצמח, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב.

החיידקים *Pantoea agglomerans* pvs. *gypsophylae* and *betae* גורמים למחלת העפצים בצמחי גיבסנית וסלק, בהתאמה. הפתוגניות של החיידקים קשורה לנוכחות צבר גנים של *hrp*, פיטוהורמונים ומערכת החישה הקבוצתית (QS). מערכת זו מאפשרת לחיידקים לבקר את ביטויים של גנים בהתאם לגודל האוכלוסיה באמצעות מולקולות קטנות של הומו-סרין לקטון (HSL). בעבודה קודמת בודדנו משני חיידקים אלו את הגנים האחראים לסינתזה של HSL-*pagI* ואת הגן המקודד לפקטור השיעתוק ה-*pagR*. מוטגנזה בגנים אלו גרמה לירידה משמעותית של כ-50% בגודל העפצים לעומת תבדידי הבר. האינטרקציה המולקולרית בין QS, פיטוהורמונים ומערכת בקרת ה-*hrp*, הצביעה על חשיבות ה-QS בביטוי הגנים הדרושים לפתוגניות. מטרת העבודה הנוכחית היא לבדוק את האפשרות להשתמש בסיגנל HSL לעיכוב יצירת עפצים בגיבסנית ובסלק. ייחורי גיבסנית שנלקחו מצמחים מאולחים בחיידק נטבלו בריכוזים עולים של הסיגנל, ונמצא כי ככל שהריכוז עולה יש הקטנה של גודל העפצים. בריכוז הגבוה של 100 מיקרומולר לא התפתחו כלל עפצים. ניסוי שנעשה בצמחי סלק נגועים הראה תופעה דומה. בנוסף נמצא כי הירידה בגודל העפץ היתה תלויה בריכוז החיידקים בצמח. עיכוב התפתחות העפצים מתבטא בעיקר בריכוזים נמוכים של החיידק (10^5 - 10^6 cells/g tissue). כדי להוריד את ריכוז החיידקים לרמה המאפשרת עיכוב יצירת העפצים נבחנה האפשרות של שימוש בקוסציד הידרוקסיד בריכוז של 0.15%. נמצא כי שילוב של קוסציד ו-HSL הוריד משמעותית את גודל העפצים יותר מכל אחד מהחומרים בנפרד. כעת אנו בודקים חומרים נוספים בעלי פעילות דומה לזו של HSL לעיכוב התפתחות העפצים בגיבסנית וסלק.

מעורבות קומפלקס NADPH Oxidase בפתוגנזה של *Colletotrichum*

acutatum בתות שדה. תומר גרשון^{2,1}, ירדן ע'¹, פרימן ס'².¹ המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוני' העברית; ² המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

הפטרייה *Colletotrichum acutatum* J.H. Simonds הינה הגורם העיקרי למחלת האנתרקנוז בתות שדה. בעבר, הוכח הקשר בין מחלת האנתרקנוז בתות שדה לפעילות חלבונים מנטרלים (Scavengers) רדיקאליים חופשיים של חמצן (ROS). הנוצר ע"י NADPH Oxidase (Nox), הינו משתתף מרכזי בתהליכי התפתחות ופתוגנזה של פטריות חוטיות שונות. לפיכך מטרת מחקר זה לאפיין את מעורבות מערכת ה-Nox בתהליכי התפתחות ופתוגנזה של *C. acutatum* (C.a) בתות שדה. תפקידם של הגנים במערכת ה-Nox נלמד בגישה של reverse genetics בעזרת יצירה של חמישה תבדידי

חסר במרכיבי מערכת ה-Nox. רצפי הגנים במערכת ה-Nox ב-Ca פוענחו, אופיינו ושימשו לבניית קסטות להשתקה. שימוש בקסטות אלו הניב עד כה שני תבדידי חסר יחידים Ca1.5 ו-Ca2.3 בהם שובשו הגנים *nox1* ו-*nox2*, בהתאמה. תבדיד Ca2.3 אופייין כבעל מורפולוגיית מושבה, קצב גידול ומספר נבגים אל-מיניים שאינם נבדלים מן הבר. לעומת זאת, תבדיד Ca1.5 נבדל מן הבר בקצב גידול מושבה מהיר יותר מיום שישי לאחר הזריעה, שיעור ייצור נבגים מיניים מופחת ומורפולוגיית מושבה שונה. במבחן פתוגניות ראשוני על עלי תות בוגרים תבדיד Ca1.5 הראה פתוגניות מופחתת בהשוואה לזן הבר. מנגד, להפתעתנו, במבחן פתוגניות זה התבדיד Ca2.3 לא היה פתוגני כלל ולא יצר סימני מחלה במהלך כל הניסוי. במהלך העבודה העתידי יבחן הקשר בין הפגיעה בגנים השונים המשתייכים למערכת ה-Nox לבין התפתחות הפטרייה וכושרה הפתוגני.

אנליזת ביטוי גלובלית של *Botrytis cinerea* בקור. שחר איש-שלום¹, אופיר רי², ליכטר א¹.¹ המחלקה לחקר תוצרת חקלאית; ² המחלקה למדעי עצי הפרי, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

הפטרייה *Botrytis cinerea* גורמת למחלת העובש אפור בלמעלה מ-200 מיני צמחים. השפעתה ניכרת בעיקר בצמחים, שפירותיהם בעלי תכולת פקטין גבוהה, כמו ענבים, תות, ועגבניות, אך העובש האפור פוגע גם ברקמות וגטטיביות בבתי גידול סגורים בהם הלחות גבוהה. פגיעת הפטרייה היא קשה במיוחד לאחר הקטיף בשלב האחסון של הפרי תודות ליכולתה יוצאת הדופן להתפתח בטמפרטורות נמוכות ולחות גבוהה. יכולת זו הופכת את *B. cinerea* לפתוגן ראשי של תוצרת חקלאית המאוחסנת בקור. מטרת המחקר היא להבין את מכלול הגורמים הפיזיולוגיים והגנטיים המאפשרים התפתחות של *B. cinerea* בקור. במסגרת זו בוצע אפיון מקיף של התמודדות הפטרייה עם טמפרטורות נמוכות וקפיאה. השערת המחקר העיקרית היא כי גנים העולים בתגובה לקור עשויים להיות מעורבים גם במנגנון העמידות לקור. סדרה אחת של גנים העולים בתגובה לקור בודדה באמצעות ספריית הפחתה של cDNA ואופיינה באמצעות PCR כמותי. סדרה שנייה של גנים נבחרה על סמך מידע מהספרות אך הסתבר כי הביטוי של מרבית הגנים שנבחרו אינו עולה בתגובה לקור. פרסום גנום הפטרייה איפשר לבצע אנליזת ביטוי גלובלית של תגובת הפטרייה לקור. ההשוואה נערכה על 21,000 יחידות ביטוי הכוללות שני גזעים של הפטרייה ולאחר חשיפה של הפטרייה ל-2.5 או 22 מ"צ למשך 1, 4, 10 ו-24 שעות. אחוז גבוה של הגנים אשר עלו במובהק ($P \leq 0.01$) בתגובה לקור הם גנים שהפונקציה שלהם עדיין אינה ידועה כלל. מבין הגנים בעלי הפונקציה המוגדרת יש עלייה בביטוי של גנים שטרם אופיינו כמעורבים בקור. יש מגוון גדול של תהליכים תאיים העולים בתגובה לקור אך ביניהם ניתן לציין עלייה משמעותית בטרנספורטרים – גנים המעורבים בקליטה של מולקולות שונות מהסביבה לתא, כמו גם בגנים המעורבים בתרגום ובשעתוק וקבוצות נוספות. תוצאות אלו מחזקות את ההשערה כי התפתחות בקור מחייבת שינויים דרסטיים בפעילות התאית.

מערכת 'OSCAR' לבניה מהירה ויעילה של קונסטרוקטים לשיבוש מכוון של גנים באמצעות *Agrobacterium* ובחינתה על הפתוגן *Verticillium dahliae*. צחי פז¹, קלוסטרמן ס², גרסיה פדרס מ³, באסה מונטנייס ל³, אנדרוז ד¹, גולד ס¹.¹ המחי' למחלות צמחים, אוני' ג'אורג'יה, ארה"ב; ² תחנת המחקר בסלינס, קליפורניה, ארה"ב; ³ תחנת המחקר לה מיוורה, מלגה, ספרד.

טרנספורמציה לפטריות באמצעות *Agrobacterium* הינה דרך נפוצה ויעילה לשיבוש פעולת גנים (ATMT – *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation). לאחרונה פיתחנו מערכת בשם 'OSCAR' (One Step Construction of *Agrobacterium*-Recombination-ready plasmids) של פלסמידים בינאריים המיועדים לשיבוש מכוון של גנים באמצעות ATMT. המערכת כוללת: 1) פלסמיד הנושא את סמן הסלקציה, עמידות ל-Hygromycin B, המופעל על ידי פרומוטור קונסטיטוטיבי *trpC* מ-*Aspergillus nidulans* ותחום באתרי רקומבינציה *attP1r* ו-*attP4*. 2) פלסמיד בינארי המכיל, בגבולות ה-T-DNA (Control - *ccdB* of Cell Death B) ותחום ב-*attP2r* ו-*attP3*. 3) שני מקטעי PCR הומולוגיים ל-upstream ו-downstream של גן המטרה, ונושאים אתרי רקומבינציה *attB1r*, *attB2r* ו-*attB3*, *attB4* בהתאמה. מקטעי ה-PCR יחד עם שני הפלסמידים לעיל, עוברים אינקובציה עם אנזים BP Clonase ומתקבל פלסמיד יחיד המכיל את כל מרכיבי המערכת הדרושים לשיבוש מכוון של גן המטרה ומתאים לטרנספורמציה באמצעות ATMT. על מנת לבחון את יעילותה של המערכת, נבנו ששה קונסטרוקטים לשיבוש גנים בפטרייה הפתוגנית *Verticillium dahliae*. הגנום של פטרייה זו רוצף ופורסם לאחרונה (<http://www.broad.mit.edu/>) ומהווה כלי חשוב להבנת הביולוגיה ומנגנוני הפתוגניות. אחד הקונסטרוקטים המיועד לשיבוש הגן V DAG_02161 עבר טרנספורמציה באמצעות ATMT וסמן העמידות החליף את הגן באמצעות רקומבינציה הומולוגית. לסיכום, מערכת 'OSCAR' הינה דרך יעילה ומהירה ביותר לבניית קונטרקטים. היא משלבת שני מקטעי PCR, פלסמיד המכיל סמן עמידות ופלסמיד בינארי. המערכת נבחנה בהצלחה על ששה גנים של *V. dahliae* ונראה כי היא יעילה ביותר לטרנספורמציה באמצעות ATMT.

ישיבה ז' – אבחון ואפיון גורמי מחלות II (יו"ר: עמוס עובדיה)

התמוטטות חורפית של פלפל בערבה: זיהוי הגורם והקשר בין מופע המחלה ותנאי סביבה. שמעון פיבניה¹, לויטה רי¹, איתיאל אי², כהן רי³. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית; ²שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות; ³המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, היחידה לדלועים, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי.

נבילת צמחי פלפל בוגרים במהלך החודשים דצמבר עד פברואר, הידועה גם בשם "ההתמוטטות החורפית בפלפל" מוכרת בערבה מזה שנים רבות. השימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע הפך במהלך השנים את ממדי התופעה לזניחים. בשנים האחרונות עם הירידה ביישום מתיל ברומיד, הופיעה התמוטטות פלפל חורפית במימדים רחבים יחסית בעונות גידול 2004/5 ו-2006/7. התופעה נצפתה בעיקר באזורים הקרים יחסית בערבה, בפארן, צופר ופחות בעין יהב. מהצמחים הנובלים בודד בדרך כלל *Pythium*. בניסויים שנערכו בחדרי גידול מבוקרים בתחנת יאיר אולחו צמחי פלפל בפיתוס שבודד מצמחים נובלים. הצמחים גודלו בטמפרטורות של 14, 25, 10.5 ו-8.6 מ"צ. בטמפרטורות 14 ו-25 מ"צ לא נראה כל נזק לצמחים המאולחים בהשוואה לצמחי בקורת. לעומת זאת בטמפרטורה של 8.6 מ"צ נצפתה תמותת צמחים רבה שהחלה כשבועיים ממועד האילוח. בטמפרטורה של 10.5 מ"צ נצפתה תמותת צמחים חלקית שהחלה מאוחר יותר. התוצאות שהתקבלו מסבירות היטב את הקשר בין מופע המחלה, בית הגידול ותנאי הסביבה. בעשור האחרון נצפתה התמוטטות רבה בעונות גידול 99/00, 04/05 ו-06/07. בשנים אלו הטמפרטורה בחודשים דצמבר וינואר הייתה נמוכה מהמוצע לאורך זמן. הפתוגן זוהה כמין *Pythium* חדש על פי הגודל המשתנה של צורת הספורנגיה ועל פי בדיקה מולקולרית. היעילות של פונגיצידיים למניעת תמותת צמחי פלפל מהתמוטטות חורפית נבחנה בעציצים בתנאי גידול מבוקרים. רידומיל גולד נוזלי (Metalaxyl-M) נמצא יעיל למניעת תמותת הצמחים בתלות לטמפרטורת הקרקע. כאשר הפונגיצידי יושם לקרקע בטמפרטורה של 20 או 14 מ"צ נמנעה תמותת הצמחים מפיתוס לאחר שאלו עברו לטמפרטורה של 8 מ"צ בה מתבטאת המחלה. אולם כאשר הפונגיצידי יושם לקרקע בטמפרטורה הנמוכה, יעילות הטיפול פחתה. הטמפרטורות 20 ו-14 מ"צ מייצגות את טמפרטורת הקרקע הממוצעת בפארן בתחילת נובמבר ובתחילת דצמבר, בהתאמה.

חלדון העלה על חיטת הבר בגולן, האם מין חדש של חלדון? יהושע אניקסטר¹, עילם תי¹, בן יהודה פי¹, עזרתי סי¹, מניסטרסקי יי¹, סזבו לי גי². ¹המכון לחקר הדגנים, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב; ²USDA, אוניברסיטת מינסוטה, ארה"ב.

חלדון העלה של החיטה (*Puccinia triticina*) תוקף את מיני התרבות ומיני הבר של החיטה. בארץ נמצא גם חלדון עלה אחר התוקף את המין בן חיטה קטוע בלבד אשר הוגדר על ידינו כ-*forma specialis* של *P. triticina*. חלדונות עלה מהמין *P. recondita* ידועים בארץ ובעולם כפתוגנים של שיפון ומיני בן חיטה שונים, ובמרוקו קיים *forma specialis* התוקף בעיקר חיטה קשה. פונדקאי הביניים הם מינים שונים ממשפחת הזיפניים (Boraginaceae). בעשור האחרון נמצא מדי שנה טיפוס מיוחד של חלדון העלה של החיטה התוקף את חיטת הבר (*Triticum dicoccoides*), באזור מצומצם, ליד מושב

יונתן ובצומת דליות ברמת הגולן. חילדון זה מאופיין במופע צברי נבגים אפילים גדולים בהרבה מאלו של חלדון העלה של החיטה. החילדון החדש נבדל מחלדון העלה של החיטה (*P. triticina*) במספר מדדים: הנבגים הבכירים (urediniospores) מתפתחים בטמפרטורה נמוכה יותר, בהתאם להופעתו בטבע, בעונה מוקדמת וקרה. הנבגים האפילים (teliospores) והבכירים גדולים ב- 30-40%. נבגי הבסיסה (basidiospores) כפולים בגודלם. כמות ה-DNA בגרעיני הנבגים הבכירים גבוהה ב- 35%. קיימים הבדלים משמעותיים בתחום הפונדקאים של שני החלדונות. יש דמיון בצורת ה-substomatal vesicle בין החילדון החדש לבין חלדון העלה של החיטה. בהשוואת הטיפוס החדש ל-*P. recondita*, נמצא דמיון בגודל הנבגים האפילים ובכמות ה-DNA בלבד. המרחק הגנטי לפי רצף הבסיסים באזור ה-ITS נבדק. לא מצאנו את פונדקאי הביניים של החילדון החדש בטבע (יתכן ואינו קיים באזור) לכן לא ברור כיצד הוא עובר מעונה לעונה בשטח המצומצם בו הוא נמצא. ניסיונות הדבקה *Thalictrum* (פונדקאי הביניים של *P. triticina*) ושל שורה ארוכה של מינים ממשפחת הזיפניים (פונדקאי הביניים של *P. recondita*), לא הניבו תוצאה. עקב אי מציאת פונדקאי הביניים, עדיין לא ניתן לקבוע את מין פטריה חדשה זו.

המורכבות של מחלות וירוסים בכרמים. מוניר מוואסי¹, פניגשטיין א'¹, זהבי ת'².
¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, היחידה לוירולוגיה, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות.

מחלות וירוסים בגפנים, בעיקר מחלת התקפלות עלים (leafroll disease), גורמות לנזקים והפסדים כלכליים כבדים בענבי יין בעולם כולל בארץ. האטיולוגיה של מחלת קיפול העלים טרם נקבעה, אך ידוע כי הווירוס העיקרי אשר כנראה מעורב במחלה הוא *Grapevine leafroll associated virus-3 (GLRaV-3)*. האמצעי השכיח ביותר להפצת והעברת הווירוס בגפנים הוא חומר הריבוי בכרמים קיימת צורת העברה והפצה נוספת והיא ע"י חרקים בעיקר כנימות קמחיות. בשנים האחרונות, מחלת התקפלות העלים מתפשטת בכרמים בישראל בהיקפים רחבים בעיקר בגליל ובגולן ופוגעת קשה בכמות ובאיכות ענבי היין והיין המופק מהענבים. לאור זה הוצע לאחרונה מיזם במטרה להפחית, ואם ניתן למנוע, את נזקי מחלות הווירוסים בענבי יין. בהרצאה תוצג תמונת מצב על המורכבות של וירוסים בגידול הגפן, במיוחד הווירוסים המעורבים במחלת התקפלות העלים ועל הנעשה בארץ ובעולם במטרה להפחית את הנזקים הנגרמים לכרמים ולתעשיית היין.

תקצירי הפוסטרים

אפידמיולוגיה ובקרת גורמי מחלות

מחלת הנבילה המאוחרת בתירס: אפיון מהלך המחלה ואיתור דרכים להדברתה. גלעד צ'רניקה¹, וינברג צי², גרף שי¹, דרורי רי¹, דגני אי¹. ¹מרכז ידע גליל עליון (מיג"ל), קריית שמונה, ²גליל זרעים, ראש פינה.

מחלת הנבילה המאוחרת (Late wilt) היא אחת ממחלות התירס הקשות ביותר שאפיונה העיקרי: התייבשות צמחי תירס לאחר ההפריה בשלב הבשלת חלב. המחלה נפוצה מעל 20 שנה באזור הגליל העליון, בעיקר בעמק החולה. בשנים האחרונות חלה החרפת המחלה והתפשטותה לעמק יזרעאל ובקעת בית שאן. גורם המחלה הוא פטריית הנאדית *Harpophora maydis*, שעד כה הייתה מוכרת בעיקר במצרים שם היא גורמת לנזקים קשים. הפתוגן עמיד בקרקע במשך עשרות שנים ואמצעי ההתמודדות היחיד המיושם כנגדו בארץ הוא שימוש בזנים עמידים המהווים תחליף לזן המוביל גיובילי, שהינו רגיש במיוחד למחלה. יחד עם זאת מוכרים במצריים קווים אלימים העלולים לפגוע גם בזנים אלו. בעבודה הקדמית פיתחנו מבחן לפתוגניות בשורשים מנותקים והתאמנו מבחן מולקולארי מהיר המאפשר לבחון את נוכחות הפתוגן בזרעים. מבחן זה אימת את המצאות הפתוגן *H. maydis* בצמחים נגועים שנאספו בעמק החולה והראה כי הפתוגן מתבסס גם בצמחי תירס עמידים למחלה, אם כי בעיכוב של כשבועיים בהשוואה להתפתחותו בזנים רגישים. עוד מצאנו כי גם זרעי תירס מזנים עמידים עשויים לשמש ווקטור להפצת המחלה. לאחרונה איתרנו רגישות של הפתוגן להורמונים הצמחיים קינטיין ואוקסין, שהתבטאה בדיכוי גדילת המושבות ובמניעת חדירת הפתוגן לשורש מנותק. ממצא זה מרמז על מנגנון עמידות אפשרי ומספק הסבר אפשרי לעיכוב הפתוגן בצמחים עמידים ולהתפתחות המואצת של המחלה בעת עקת יובש. סריקה בצלחות תרבית הצביעה על מספר תכשירים בעלי השפעה מעכבת על התפתחות הפתוגן העשויים לסייע בהתמודדות עם המחלה. אחד מהם, Azoxystrobin במינון 112.5 ג' ח.פ. לדונם (עמיסטר, מכתשים) עיכב באופן משמעותי את התפתחות המחלה בשדה נגוע (נאות מרדכי), והביא לעליה של 100% ביבול, בהשוואה לביקורת לא מטופלת.

השפעת שינויי מיקרו-אקלים על יחסי פתוגן-צמח-מיקרופלורה מועילה בקימחון העגבנייה. אוהד אגרא¹, רב-דוד ד¹, בורנשטיין מ¹, שולחני רי¹, פרטוט אי², אלעד י¹. ¹המח' לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²המכון לחקלאות של סן מיקלה שעל האדיגה, טרנטינו, איטליה.

קימחון העגבנייה נגרם ע"י הפטרייה *Oidium neolycopersici* והוא מתבטא בכיסוי תפטיר לבן סבוך בעל נבגים רבים המצוי על גבי העלים, ציר העלה, הפטוטרת, הגבעול ועלי הגביע. כתוצאה מכך נגרמת ירידה ביכולת ההטמעה של הצמח, פחיתה באיכות הפרי ותמותת הצמח בנגיעות גבוהה. בשנים האחרונות גבר העניין בהדברת קימחונות באמצעות מיקרואורגניזמים אנטגוניסטים וזאת במטרה למנוע שאריות חמרי הדברה כימיים בתוצרת חקלאית. עד כה נמצא כי יעילות תכשירים ביולוגיים נמוכה מזו של תכשירים כימיים בדרך כלל, בין השאר בגלל רגישותם לתנאי מיקרו-אקלים. נדרשת הבנה מעמיקה יותר של האינטראקציה בין הצמח, הפתוגן והמיקרואורגניזמים המועילים והשפעת גורמי אקלים על מערכת זו. במסגרת פרויקט השפעת שינוי אקלים על החקלאות למדנו את השפעת תנאי המיקרו-אקלים על התפתחות והישרדות

המיקרואורגניזמים. בתנאים מבוקרים (תאי גידול, אינקובטורים) בהם יושמו שני מיקרואורגניזמים, האחד חיידק ממין פסאודומנס והשני שמר מהמין רודוטורולה ביישום בודד על עלים ואלה הודגרו 7-14 ימים, נמצאה השפעה מובהקת לטמפרטורה וללחות היחסית. בטמפרטורות נמוכות (10-15 מ"צ) ולחות גבוהה הישרדות שני המדבירים טובה יותר. צמחי עגבנייה שתולים בדליים גודלו בבית רשת בו נקבעו שני משטרי אקלים (רמות לחות יחסית), ושתי רמות קימחון (עם וללא), הצמחים רוססו אחת לשבוע. נמצא כי החיידק רגיש לתנאי המיקרו אקלים; הישרדותו גבוהה יותר בלחות יחסית גבוהה. בנוסף נמצא כי בנוכחות קימחון על העלים עולה יכולת ההישרדות של החיידק לעומת עלים ללא סימפטומים. השמר נמצא לא רגיש לתנאי המיקרו-אקלים והישרדותו טובה יותר מזו של החיידק גם ביישום בודד ומעקב במשך 14 יום. תוצאות דומות התקבלו בקימחון הגפן (*Erysiphe necator*). ממצאים אלו מעידים כי השמר, שורד טוב יותר בתנאי מיקרו אקלים משתנים.

השפעת שינויי אקלים על יחסי צמח-פתוגן-ומדבירים ביולוגים במחלות מוגברות לחות הפוגעות בצמח העגבנייה. חננאל בן כליפה,¹ רב-דוד ד'י,¹ בורנשטיין מ'י,¹ שולחני ר'י,¹ פרטוט א'י,² אלעד י'י.¹ המחקר לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.² המכון לחקלאות של סן מיקלה שעל האדיגה, טרנטינו, איטליה

שינוי אקלים מוגדר כשינוי בעצמת/מספר אירועי התרחשותם של מדדי אקלים כגון טמפרטורה, לחות יחסית, אירועי גשם ומשקעים. לפתוגנים של צמחים, ככל אורגניזם אחר, קיים טווח של תנאי סביבה שבו הם יכולים לשרוד, להתרבות ולגרום מחלה ונזק. שינויי אקלים עלולים להוביל לשינויים בתפוצת הפתוגן, הישרדותו והשפעותיו על הצמח, ויתכן שיובילו להגברה או הפחתת של חומרת מחלה. שימוש במיקרואורגניזמים כנגד פתוגנים נחקר רבות כחלופה 'ידידותית', אך לעיתים יעילותם אינה משתווה למקבילים הכימיים. דווח בעבר על תלות של המדבירים הביולוגים בתנאי סביבה וייתכן כי ניתן לנצל זאת לייעול פעולתם ביישום נכון ושילובים מתאימים. מחלת הכימשון הנגרמת ע"י *Phytophthora infestans* הינה מחלה פוליציקלית, בד"כ הרסנית בגידולי עגבניות ותפוז"א. אחד הגורמים ההכרחיים להתפתחות מגיפה הינו משך הרטבה המאפשר חדירה לצמח. *Botrytis cinerea* גורמת למחלת העובש האפור במרבית גידולי החממה. ככלל מתפתחת המחלה בתנאי לחות גבוהה, והדבקה מתרחשת בהרטבה למספר שעות. במחקרים רבים הפחתת לחות בסביבת הפונדקאי הפחיתה נגיעות. באילוח צמחי עגבנייה במנבגי פיטופטורה בתנאי משך הרטבה של 12,8,6,4 ו-24 שעות נמצאו הבדלים בחומרה ובקצב התפתחות המחלה; קיצור משך ההרטבה ל-8 ו-12 שעות, הפחית מחלה לעומת 24 שעות. אילוח בנבגי בוטריטיס הראה אותם הבדלים בין משכי הרטבה של 4 ו-10 שעות. בהמשך רוססו צמחי העגבנייה בשני תבדידי שמר, שלושה תבדידי חיידקים ופטרייה מהסוג טריכוזדרמה כמדבירים ביולוגים, ואולחו במנבגי כימשון במשכי הרטבה של 8 ו-24 שעות. שניים מהמדבירים הביולוגים הפחיתו מחלה בכ-55% לעומת הביקורת במשך הרטבה של 8 שעות, בעוד במשך הרטבה המיטבי למחלה - 24 שעות, לא נתקבלה הפחתה בחומרת המחלה. נראה שהתנאים המשפיעים על התפתחות המחלה משפיעים גם על יעילות המיקרואורגניזמים.

עמידות לפוליאוקסין ב- *Botrytis cinerea* מחולל העובש האפור בבזיל. נדיה קורולב, ממאיב מ'י, אלעד י'י. המחקר לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

בזיל מתוק (ריחן) הינו גידול רגיש לעובש אפור (*Botrytis cinerea*, בוטריטיס) לפני ולאחר קטיף. פוליאוקסין AL, פונגיציד מעכב הסינטזה של כיטין (מיוצר מ *Streptomyces cacaoi*) משמש להדברת המחלה בבזיל. עמידות לפוליאוקסין דווחה

בחוו"ל אך עדין לא בישראל. נאספו 260 תבדידים של בוטריטיס מצמחי בזיל חולים ומאוויר של שבע חממות בבקעת הירדן ונבדקו לרגישותם לפוליאוקסין במבחן גידול תפטר. חמישים תבדידים ראשוניים נבדקו על טווח ריכוזי פוליאוקסין לקביעת הריכוז הגורם ל 50% עיכוב (EC_{50}) והריכוז המבדיל בין רגישות לעמידות (discriminatory dose, DD). התבדידים לא עוכבו עת גידול על מצע עם 0.001, 0.01 ו 0.1 מיקרוגרם/מ"ל פוליאוקסין, ריכוז 1 מיקרוגרם/מ"ל גרם 10-90% עיכוב ונקבע כ DD. ריכוז 10 מיקרוגרם/מ"ל גרם 80-100% עיכוב ואף תבדיל לא גדל על 100 מיקרוגרם/מ"ל. תבדידים שגדלו בשעור 20-55% על מצע עם הריכוז המבדיל נחשבו רגישים (ממוצע 0.8 EC_{50} = מיקרוגרם/מ"ל) ותבדידים עם מעל 55% גידול על הריכוז המבדיל הוגדרו כפחותי רגישות (ממוצע EC_{50} = 5.3 מיקרוגרם/מ"ל). שאר 210 התבדידים נבדקו לגבי גידולם על הריכוז המבדיל. חממות נבדלו בניהן בשכיחות התבדידים פחותי הרגישות. שכיחות פחותה (23%) נמצאה בגילגל ושכיחות גבוהה נמצאה בחוות עדן ונאות הכיכר (80%) בעוד במחולה ורחוב נמצאה שכיחות בינונית של 60%.

השפעת ריכוזי יסודות דשן על תחלואת בזיל מתוק בקשיוניה גדולה ועובש

אפור. ליאור ישראל¹, אורי יי¹, רב-דוד ד¹, בורנשטיין מ¹, קנינגסבוך ד¹, אהרון צ¹, יפה א², סילברמן ד², ביטון ש², חדד יי², גלעד ז³, מאיר א³, ציפליץ א³, יצחק ש⁴, דקו צ⁴, אלעד יי⁴. ¹מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי; ²שה"מ, משרד החקלאות; ³תחנת צבי, מו"פ בקעת הירדן; ⁴תחנת עדן, מו"פ עמק המעינות.

ריחן (*Ocimum basilicum*) (בזיל) נתקף בחורף בעובש אפור (*Botrytis cinerea*, בוטריטיס) עד כדי תמותת צמחים וריקבון חמור של הענפים לאחר קטיף. בסיס הגבעול בבזיל ולעיתים כל חלקי הצמח נתקפים על ידי קשיוניה גדולה (*Sclerotinia sclerotiorum*, קשיוניה). במסגרת פרויקט 'חוסין' בזילי נלמדים אמצעים קולטורלים לבקרת המחלות ובמחקר זה נלמד משטר דישון באמצעותו תופחת רגישות הצמחים למחלות. בניסויי שדה יושמו דשנים מסחריים ונערך מעקב אחר התפתחות המחלות והיבול במשך עונת הגידול. בתחנת עדן יושמו שני דשנים מסחריים: האחד עם שיעור אמון גבוה (30%) ללא סידן מוסף והשני עם שיעור אמון נמוך (10%) מועשר בסידן. עובש אפור בחממה החלה בסוף ינואר ובמרץ שכיחותו הייתה גבוהה יותר בטיפול בו יושם הדשן עם שיעור האמון הגבוה; הדשן שהמכיל סידן ושעור אמון נמוך הפחית את שכיחות הנגיעות בבוטריטיס בעוד סוג הדשן לא השפיע על תחלואה בקשיוניה ועל כמות היבול. במו"פ בקעת הירדן נבדקו ממשקי הזנה חנקנית, וריסוס בסידן חנקתי. יושמו שעורי אמון מכלל החנקן (6, 27 ו- 41%), ו- 6% אמון בתוספת סידן. עובש אפור תקף את הצמחים בשכיחות גבוהה והיא הופחתה במעט על ידי דישון באמון נמוך. עוצמת ההנבגה הופחתה על ידי דישון באמון נמוך בתוספת סידן. ריסוס בסידן לא השפיע באופן משמעותי על שכיחות וחומרת העובש האפור. יבול נמוך יותר באופן מובהק התקבל בטיפול האמון הנמוך. ניסויים בהרכבי דשן ייחודיים עם השקיה בריכוזי (מילימולר) חנקן (0.4-14.1), זרחן (0.01-0.62) ואשלגן (0.25-5.33) נערכו בעציצים במצע פרליט. חנקן בריכוזים גבוהים הגביר את חומרת הקשיוניה בגבעולי הבזיל והפחית את חומרת העובש האפור בענפים; זרחן ברמות גבוהות הפחית קשיוניה גדולה והחמיר עובש אפור בענפים; אשלגן ברמות גבוהות הביא לפחיתה בקשיוניה גדולה ובעובש אפור. תוצאה דומה התקבלה גם בתום השהיה בתנאי אחסון ומשלוח.

פיתוח מערכת תומכת החלטה מרחבית לתכנון חלקות תפוחי אדמה למיזעור התפתחות מחלת הדוררת. איתן גולדשטיין^{1,4}, כהן יי¹, חצרוני א¹, צרור ל², זיג א³, לנסקי א⁴. ¹המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי;

²מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי; ³ יח"מ; ⁴המחלקה לגיאוגרפיה וסביבה, אוניברסיטת בר-אילן.

פטריית דוררת *Verticillium dahliae* השוכנת בקרקע ובפקעות הזריעה היא הגורם העיקרי למחלת הנבילה המוקדמת בתפוחי אדמה שמשמעותה פחיתה ביבול. הופעת המחלה והתבססותה מושפעת מגורמים רבים כגון אילוח קרקע, היסטוריית מחזור הגידולים, מקורות ריבוי, תכונות הקרקע, עונת זריעה וטיפול כימיים. מטרת המחקר המוצג היא הפחתת הסיכון להופעת או התעצמות מחלת הדוררת בתפוחי אדמה באמצעות תכנון חלקות לגידול תפוחי אדמה. המטרה מומשה באמצעות פיתוח מודל מבוסס ידע-מומחים לחיזוי מחלת הדוררת בתפוחי אדמה לפני זריעה והקמת מערכת תומכת החלטה מרחבית לתכנון חלקות על בסיס רמות מחלה חזויות. תהליך המחקר והפיתוח כלל את השלבים הבאים: 1. סיעור מוחות (של ארבעה מומחים) וסקר ספרות מדעי, לגיבוש סדרה מוסכמת של מדדים, שהינם גורמים ביוטיים ואביוטיים ואמצעי הדברה, שמשפיעים על הופעת המחלה; 2. קביעת משקלות מדדים בשיטת השוואת צמדי מדדים; 3. שילוב קביעות המומחים לכדי מטריצת משקלות אחת. משקלות אלו שולבו במודל מסתכם המחשב רמת מחלה חזויה בחלקות; 4. תיקוף המודל באמצעות השוואת 47 רמות מחלה חזויות ומדודות שנאספו בחלקות מסחריות ובחלקות ניסוי; 5. יצירת תרחישים רב-שנתיים לבחינת השפעת רגישות זנים ומחזורי גידולים; 6. בחינת החלופות המוצעות באמצעות מערכת התכנון תוך יצירת תרחישים מרחביים תלת-שנתיים. השוואה בין רמות מחלה חזויות לבין אלו שבפועל הראתה כי קיימת ביניהן הלימות גבוהה (קאפה משוקללת = 0.9). מניתוח תרחישים עתיים עולה שבזנים שסבילים לפטריית הדוררת, במחזור גידולים דו-שנתי, תלת-שנתי וארבע-שנתי, רמת המחלה החזויה נשארת נמוכה לאורך 10 שנים לפחות ואין צורך לחטא את הקרקע. לעומת זאת, במונוקולטורה יהיה צורך לבצע חיטוי כל חמש שנים. תוצאת תרחיש מרחבי העלתה כי כלל החלקות שנבחרו במשך שלוש שנים רצופות על-ידי המערכת נמצאו בעלות רמת מחלה חזויה נמוכה.

"ביופילם": תכשיר שיטוח והדבקה לשיפור פעילותם והישרדותם של

קוטלי פטריות. רבינוביץ א¹, ניר מוגילנר¹, גלידאי ש¹, וינטל ח². ¹חברת מרחב אגרו בע"מ; ²המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי.

ביופילם הוא תכשיר שיטוח והדבקה מתוצרת Kalo שבארה"ב. ביופילם משפר את הפיזור, ההרטבה וההדבקה של טיפות התרסיס על העלווה והפרי. מטרת עבודה זו הייתה לבדוק באופן כמותי - האם יש תועלת בהוספת ביופילם לקוטל הפטריות, כדי לשפר את פעילותו ואת הישרדותו על גבי נוף הצמחים. כמודל נבחרו הגורמים הבאים: עלוות גידול תפוח-אדמה ועגבנייה, הפטריה גורמת מחלת הכימשון (*Phytophthora infestans*), קוטל הפטריות מנצידן (Mancozeb, 75% ג"ר) והתוספים דבק, שהינו תכשיר הדבקה, ולעומתו, ביופילם, שהינו תכשיר שיטוח והדבקה כאחד. הניסויים נערכו באשל הנשיא בחלקת תפוח אדמה מהזן דרגה וכן בחממה בעגבניה מהזן 449. הטיפולים יושמו על העלווה במרסס גב. לאחר היישום ולאחר התייבשות העלווה וכן לאחר ההמטרה נדגמו עלים מכל חלקות הניסוי והועברו למעבדה, שם אולחו בתרחיף של נבגי כימשון. העלים המאולחים נשמרו בתבניות שכוסו בפוליאאתילן לשמירה על הלחות. בחלוף 7 ימים נבדקו העלים ונספרו העלעלים הנגועים בכימשון. שיטת ההדבקה של עלים בתא לח, המתוארת לעיל, מאפשרת לבדוק את יעילות התכשירים השונים בצורה אמינה. בשיטה זו הגענו להדבקה של עד 100% בעלי תפוח אדמה בטיפול ההיקש המאולח ולהדבקה של כ- 68% בעגבניה בהיקש המאולח. על-פי הממצאים נראה, כי אפשר להאריך את משך הישרדותו של מנצידן על גבי עלוות הגידול על-ידי תוספת של תכשירי שיטוח והדבקה. הארכת משך הישרדותו של מנצידן על גבי עלוות תפוח-אדמה ועגבנייה הביאה למניעה טובה יותר של הינגעות במחלת הכימשון. תוספת ביופילם בריכוז של 0.1% הייתה טובה יותר מאשר

תוספת דבק בריכוז של 0.5%. יש להניח כי הסיבה לכך היא שביופילים בריכוז הגבוה הינו תכשיר שיטוח והדבקה כאחד, לעומת דבק שהינו תכשיר הדבקה בלבד. ביופילים בריכוז הנמוך (0.05%) פעיל בעיקר כמשטח, ולא היה יעיל דיו בהדבקה. מגמה דומה התקבלה בשני ניסויים נוספים, שנערכו בתפוח-אדמה באור הנר ובאשל הנשיא.

קריאל MZ: קוטל פטריות חדש להדברת כימשון בתפוח אדמה ובעגבניה. בני יעקב, מוגילנר נ', גלידאי ש', בהט א', רבינוביץ א'. חברת מרחב אגרו בע"מ.

קריאל MZ הינו קוטל פטריות המיוצר ע"י חברת סינג'ינטה שבשוויץ. קריאל MZ בתוארית של גרגרים רחיפים מכיל שני חומרים פעילים: 1. Mandipropamid – בשיעור של 5% הוא נציג ראשון לקבוצה כימית חדשה – Mandelamides, מונע נביטת נבגים ומעכב התפתחות התפטיר והנביגה בפטריות מקבוצת האאומיצטים. מנדיפרופאמיד נבדק בארץ ונמצא יעיל כנגד גזעים של כימשון (*Phytophthora infestans*) העמידים למטאלקסיל M. לא נמצאו עד כה גזעים עמידים לתכשיר. מנדיפרופאמיד נקלט בשכבת השעווה שעל העלה ובעל כושר טרנסלמינרי. תכונות אלה מקנות עמידות יחסית בפני שטיפה ע"י גשם או המטרה. 2. Mancozeb – בשיעור של 60% - קוטל פטריות פרוטקטנטי רחב טווח מקבוצת הדיתיוקרבמטים. בניסויים שבוצעו בשנים 2007 – 2009, קריאל MZ במינונים 200 – 250 ג'ד' נמצא יעיל בהדברת כימשון, בתפוח אדמה ובעגבניה כאשר יושם בטיפול מניעה או עם הופעת סימני נגיעות ראשונים, בטיפולים עוקבים מידי 7 – 10 ימים. טיפול משולב של קריאל MZ במינון 200 ג'ד' בשילוב עם קורזייט (60% Cymoxanil) במינון 60 ג'ד' הדביר במהירות וביעילות את פטריית הכימשון בתפוח אדמה ובעגבניה ועיכב באופן משמעותי את התפשטות הנגע לצמחים הבריאים. תרומת הטיפולים ליבול הייתה במתאם חיובי ליעילות ההדברה ובאה לכלל ביטוי בכל המדדים האיכותיים והכמותיים שנבדקו. קריאל MZ כמו גם הטיפול המשולב עם קורזייט במינונים המומלצים וכן בכפל מינון, נמצא בטוח לתפוח אדמה ולעגבניה בשטח הגלוי והחסוי.

יחסי טפיל-פונדקאי

מעורבות ליפאז בקטריאלי ביחסי גומלין בין *Xanthomonas campestris*

pv. vesicatoria ועגבנייה. טלי רוזנברג, נעמה נ', טמיר-אריאל ד', בורדמן ש'. המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה. האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות 76100

Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (*Xcv*) הינו חיידק גרם שלילי הגורם למחלת הגרב הבקטרי בעגבנייה ובפלפל. תפוצת המחלה היא עולמית ובעלת חשיבות כלכלית גבוהה, במיוחד באזורים בעלי אקלים חם ולחות יחסית גבוהה. כמו כן, מהווה החיידק מודל בחקר יחסי גומלין צמח-ופתוגן. במעבדתנו, פיתחנו מערכת של *Xcv* שמתבטאים באופן ספציפי במהלך הדבקה של צמחי עגבנייה. מבין הגנים שהתגלו היה הגן *Xcv0536*, אשר מקודד לחלבון בעל הומולוגיה לליפאז מופרש (*LipA*). בעוד שבספרות יש דיווחים על מעורבות ליפאזות בפתוגניות של פטריות, יש מעט ידע על מעורבותן בפתוגניות של חיידקים. לכן מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבדוק האם הגן *Xcv0536* אכן מקודד לחלבון בעל פעילות ליפוליטית ולבחון האם הוא תורם לוירולנטיות של *Xcv*. באמצעות רקומבינציה הומולוגית יצרנו מוטנט הפגוע בגן זה. המוטנט התקשה לגדול במצע שהכיל שמן זית כמקור פחמן יחיד, זאת בניגוד לזן הבר. בנוסף, מבחני פעילות ליפוליטית עם מיצויים שהופקו ממצע גידול מינימאלי בהם גדלו המוטנט והזן הבר הראו באופן מובהק פעילות ליפוליטית מופחתת בפרקציות החוץ-תאיות של המוטנט לעומת אלה של הזן הבר. ניסויי אילוח של צמחי עגבנייה הראו שהמוטנט בעל יכולת פתוגנית, אבל צמחים מאולחים במוטנט פיתחו תסמיני מחלה בצורה איטית יותר בהשוואה לצמחים מאולחים בזן הבר. כמו כן, בדיקות כמותיות שנעשו על ידי מיצוי וספירת חיידקים מדיסקיות עלים, נראתה מגמה עקבית של הפחתת גידול המוטנט יחסית לזן הבר בעלים נגועים. תוצאות המחקר מוכיחות שהגן *Xcv0536* אכן מקודד לחלבון מופרש בעל פעילות ליפוליטית, ושחלבון זה תורם לוירולנטיות של *Xcv* על צמחי עגבנייה.

עמידות ומנגנוני הגנה

שימוש בצמחי מלון מהונדסי-שורש לאפיון פרומוטור של גן לעמידות כנגד פוזריום. מיכאל נורמנטוביץ' מ¹, יוגב א'י¹, טיילור כ'י², פרל-טרבס ר'י¹. ¹המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן; ²המחלקה לפיטופתולוגיה, אוניברסיטת אוהיו, ארה"ב.

ניתן לקבל צמחים מהונדסי שורש (composite plants) על ידי התמרת נבטים צעירים שמערכת השורשים שלהם נקטמה, באמצעות החיידק *Agrobacterium rhizogenes*. נבטים אלו מפתחים מערכת שורשים אדבנטיביים, ובה חלק מהשורשים מכילים את הקונסטרוקט הנבדק. על מנת לחקור את גן העמידות לפוזריום, כיילנו במלון מערכת צמחים "מהונדסי שורש", והשגנו יעילות טובה של התמרה. ערכנו ניסיונות מקדימים כדי לשלול השפעה לא ספציפית של פרוטוקול ההתמרה על עמידות הצמחים. זני מלון שנבדלו בעמידותם לגזע 1 של פוזריום המלון לא שינו את תגובת העמידות או הרגישות שלהם כתוצאה מתהליך ההתמרה והגידול במערכת הידרופונית. הגן הדומיננטי *Fom-2* מקנה עמידות לגזעים 0 ו-1 של פוזריום המלון. הגן זוהה עד כה בעזרת אנליזה גנטית (Joobeur et al. 2004), אך תפקודו הפיזיולוגי טרם אומת במישרין. שיבטנו מקטע של 1450 bp הנמצא במעלה הזרם למסגרת הקריאה של הגן *Fom-2*, וביקשנו לבדוק האם מקטע זה יכול להוות פרומוטור פונקציונאלי. למטרה זו הוכן קונסטרוקט המכיל גן דווח GUS תחת בקרת הפרומוטור המשוער, ויצרנו צמחים מהונדסי שורש המבטאים אותו. הצלחנו להראות כי המקטע המשובט אכן גורם לביטוי הגן הדווח. דגם ביטוי ספציפי נתקבל ברקמה הסמוכה לצרור צינורות ההובלה בשורשים, במיקום המתאים לתגובת הגנה כנגד פוזריום. לא נצפתה אינדוקצייה נוספת על ידי הפטרייה. תפקודו הפיזיולוגי של הגן *Fom-2* בהקניית העמידות ל-FOM1 ייחקר בהמשך.