

# העמותה הישראלית למחלות צמחים

## הועידה ה-39



ערכו: סיגל בראון ועמית גל-און

מרכז וולקני, ראשון לציון

כ"כ"א בשבט תשע"ח

5-6 בפברואר, 2018

# הנהלת העמותה הישראלית למחלות צמחים בשנים 2017-2018

עמית גל-און – נשיא

דב פרוסקי – נשיא כבוד

סיגל בראון מיארה – מזכירה

צביקה שכנר – גזבר

שי קובו

שמעון ביטון

אריק שמאי

יעקוב גוטליב



## העמותה הישראלית למחלות צמחים מודה מעומק הלב לחברות

### ולארגונים שתרמו לוועידה ה-39:

- חישתיל
- איבוג'ין
- משתלת שורשים
- משתלת דנציגר
- הזרע סידס
- מרים ומנחם שוהם – יצואני פרי
- קב' סטוקטון
- יח"מ- יישובי חבל מעון
- מיקרולאב מעבדות
- מועצת הירקות
- אגרונומיה שירותים חקלאים
- איגוד יצרני ויבואני חומרי הדברה
  - אגן יצרני כימיקלים
  - גדות אגרו מרחב
  - אפעל תעשיות כימיות
  - כ.צ.ט כימיקלים וציוד טכני
  - לוכסמבורג תעשיות
  - לידור כימיקלים
  - אדמה מכתשים מפעלים כימיים
  - רימי להגנת הצומח והסביבה
  - תפזול תעשיות כימיות
  - תרסיס

## **רשימת זוכים במלגות העמותה למחלות צמחים 2017/2018**

העמותה מודה מקרב לב לשפחת מלצר, על הענקת מלגה לתלמידת מחקר על שם גורי מלצר ז"ל איש חינוך תעשייה ומדע

### **תלמידי מוסמך**

**נעמה לויצקי**

**דור המרשלק**



### **תלמידי דוקטור**

**נתליה פיטוסי**

**עמית פילוסוף**

**ברק דרור - עבור אחזקת אתר העמותה הישראלית למחלות צמחים**

## תוכן עניינים

דבר ההנהלה

תכנית הכנס

תקצירי הרצאות

5		
6-14		
20-64		
21	"פתוגנים של קרקע ושורש: היבטים של הדברה משולבת"	הרצאה מוזמנת: פרופ' יעקוב קטן
20-24	פיתוח ממשק להדברת מחלות קרקע	ישיבה א'
25-28	שיטות מתקדמות לזיהוי גורמי מחלות	ישיבה ב'
29-35	אפידמיולוגיה ודינאמיקה של מחלות	ישיבה ג'
36-44	לימוד יחסי גומלין צמח - פתוגן	ישיבה ד'
45	"התנהגות נחילית-הארבה כמודל-מביוולוגיה ועד רובוטיקה"	הרצאה מוזמנת: פרופ' אמיר אילי
46	"ממחקרים בהתקני מיקרופלואידיקה לאדמה מהטבע: תפקיד המטבוליטים המשניים המיוצרים ו/או מופרשים מצמחים באינטרקציות מעל ומתחת לאדמה"	הרצאה מוזמנת: פרופ' אסף אהרוני
47-52	אפידמיולוגיה של מחלות הנגרמות ע"י וירוסים	ישיבה ה'
53-57	מקורות עמידות בממשק הדברה להתמודדות בפני מחלות	ישיבה ו'
58-64	פיתוח מדבירים ביולוגיים	ישיבה ז'
65-78		תקצירי פוסטרים

## **דבר ההנהלה,**

### **עמיתים יקרים,**

ברוך בואכם לוועידה ה-39 למחלות צמחים.

בוועידה ה-39 אנו חברי העמותה מתכנסים להציג ולהיחשף לפעילות שנעשתה במחקר ופיתוח בתחומי מחלות צמחים בשנה האחרונה. מחלות צמחים הן אחד התחומים החשובים בקידום חקלאות ישראל. למרות הקיצוץ בתקציב מחקר/פיתוח ובכוח אדם הועידה הזו בדומה לקודמותיה מציגה המשכיות וקידמה בתחום המחקר לטובת החקלאים והצרכנים גם יחד.

השנה העמותה מכבדת במושב פתיחה מיוחד את פרופ' יעקב קטן חתן פרס ישראל בחקר מדעי הסביבה וחקר החקלאות. יעקב הינו ממייסדי העמותה וחבר פעיל ומשמעותי בה, הוא העמיד דור חוקרים הממשיכים את דרכו ומחקריו פורצי הדרך מהווים השראה לסטודנטים צעירים העוסקים בחקר מחלות צמחים.

תוכנית הועידה השנה מאופיינת במגוון תחומים הכוללים שיטות לזיהוי מחלות ברמת המיקרו והמקרו, אפידמיולוגיה של מחלות במרחב ובזמן, מיפוי אוכלוסיות של תבדידי מחלות, יחסי גומלין בין צמח פתוגן וממשיקי הדברה המשלבים ביולוגיה וכימיה עם מקורות עמידות.

כמידי שנה הועידה מעודדת ונותנת במה לדור העתיד-סטודנטים וחוקרים צעירים להציג את מחקריהם בתקווה לחיזוק תחום מחלות הצמחים. השנה שילבנו במרבית המושבים חוקר בכיר הפותח את המושב להצגת הנושא באופן מקיף ולאחריו מחקרים ממוקדים יותר.

השנה בצענו מספר נהלים וחידושים: אפשרנו לסטודנטים מחו"ל להציג את פרי מחקרם שנעשו בארץ; כל המועמדים לקבלת מלגות התבקשו גם להציג את מחקריהם בוועידה, ומתוכם ארבעת הנבחרים יקבלו מלגות מוגדלות; אתר העמותה שודרג ומאפשר הצטרפות לעמותה ותשלום דמי השתתפות לכנס השנתי. שילבנו חברות הזנק ונמשיך לעודד שילוב וחדשנות טכנולוגית/כימית בהדברה וזיהוי מחלות. בנוסף למלגות שיוענקו לסטודנטים מצטיינים בתחום מחלות צמחים אנו ממשיכים את מסורת תחרות ההרצאה המצטיינת של הסטודנטים. ועל כך מגיעה תודה לכם המשתתפים ולחברות התורמות המאפשרים את קידום דור העתיד וקיום הכנס השנתי.

השנה כמיטב המסורת, העשרנו את פעילות העמותה בסיור מקיף, מעניין ומהנה ברמת הגולן ששילב את קשיי הגידול והמחלות במטעים עם קטיף דובדבנים חביב וטעים בעין זיון.

תודות לחברי ועדת המלגות שפעלו לקביעת הזוכים במלגה נדיבה, תודה מיוחדת לחברי מזכירות העמותה הפורשים מר יעקב גוטליב, מר שמעון ביטון והגזבר מר צבי שכנר ובמיוחד לד"ר סיגל בראון המזכירה שעשתה לילות כימים בארגון הסיורים המקצועיים והכנסים המדעיים בשלוש השנים האחרונות. הנהלת העמותה רואה בארגון הועידה חברה נעימה, כחלק מתפקידיה בהפצה ובהחלפה של ידע בין חברים ומאחלת לכולנו ועידה פורייה ומוצלחת.

הנהלת העמותה הישראלית למחלות צמחים

# תוכנית הועידה השנתית ה- 39 של העמותה הישראלית למחלות צמחים

אולם כהן, מנהל המחקר החקלאי, ראשון לציון

יום שני, כ' בשבט תשע"ח, 5 בפברואר 2018

8:00 - 8:45	התכנסות, כיבוד קל ורישום
8:45	דברי פתיחה
8:45 - 8:50	ברכות פרופ' אלי פיינרמן, ראש מנהל המחקר החקלאי
8:50 - 9:00	דבר הנשיא דר' עמית גל-און, מנהל המחקר
9:00 - 9:10	טקס הענקת מלגות לסטודנטים/ות - דר' שולמית מנוליס ופרופ' דב פרוסקי נשיא כבוד העמותה

9:10-11:00 ישיבה א' – מושב לכבוד פועלו של פרופ' יעקב קטן בפיתוח ממשק להדברת

## מחלות קרקע

יו"ר: פרופ' אברהם גמליאל

9:10 - 9:20 ברכות – אברהם גמליאל

9:20-10:05 הרצאה מוזמנת – פרופ' יעקב קטן

” פתוגנים של קרקע ושורש: היבטים של הדברה משולבת ”

10:05-10:25 טכנולוגיות מתקדמות בהבטחת בריאות שתילים וחומר ריבוי

## אייל קליין

10:25-10:40 חיטוי סולרי לטיפול בצמחים פולשים בשטחים טבעיים

עוזד כהן, יעקב קטן, אברהם גמליאל, פועה בר ויוסי ריוב

10:40-11:00 יישום אמצעים להדברת פגעי שורש בממשק משולב – נקודת כשל, או מנוף להצלחה?

## אברהם גמליאל

**11:00-11:30 הפסקת קפה**

11:30-11:40 הכרות עם אתר העמותה המתחדש והפייסבוק שלנו – ברק דרור ושירה מילוא כוכבי

**11:40-12:30 ישיבה ב' – שיטות מתקדמות לזיהוי גורמי מחלות**

יו"ר: פרופ' מוחמד זיידאן

11:40-12:00 אבחון גורמי מחלות בצמחים- עבר, הווה ועתיד  
**שולמית מנוליס-ששון**, לאורה צ'לופוביץ, אביב דומברובסקי, ויקטור גאבה, אנדרי בירמן,  
מיכל ראובן ואורית דרור

12:00-12:15 פיתוח סמן מולקולארי לזיהוי תבדיד *Alternaria alternata* פתוגנית הגורמת לריקבון  
הליבה ברימון (*Punica granatum*).

\***אור יוסף עומיסי**, אורנה ליארזי, מעיין גרינברג, ינון דוייטש, דני שטיינברג, דוד עזרא

12:15-12:30 פיתוח כלים חדשניים לזיהוי נגיפים צמחיים בזרעים באמצעות ריצוף מתקדם  
**נטע לוריא**, נועה סלע, עודד לכמן, שולמית מנוליס-ששון ואביב דומברובסקי

**12:30-13:15 ישיבה ג' – אפידמיולוגיה ודינאמיקה של מחלות**

יו"ר: דר' דפנה בלצ'ינסקי

12:30-12:45 העתיד כבר פה – טכנולוגיה לצילום אווירי וזיהוי מחלות  
**גלית שהרבני**

12:45-13:00 זיהוי ואפיון של מיני נמטודות המלווים מיני חיפושיות קליפה שכיחים בישראל  
\***עופר סלונים**, פטריסיה בוקי, צביקה מנדל, אלכס פרוטסוב, עומר גולן וסיגל בראון

13:00-13:15 ביולוגיה של אוכלוסיית הפטרייה *Erysiphe necator* מחוללת מחלת קימחון הגפן בישראל  
\***ליאור גור**, משה ראובני, יגאל כהן, שמואל עובדיה, תרצה זהבי ועומר פרנקל



**13:15-14:10 הפסקת צהריים והצגת פוסטרים**

**14:10-14:55 ישיבה ג' (המשך) – אפידמיולוגיה ודינאמיקה של מחלות**

יו"ר: דר' דפנה בלצ'ינסקי

- 14:10-14:25 מעבר סיסטמי של מחלת הכשותית בצמחי בזיל  
\*לידן פלח-בלוק, יריב בן נעים ויגאל כהן.
- 14:25-14:40 הופעתה המאוחרת של מחלת הכימשון בתפוחי-אדמה בישראל בסתיו 2016  
מריאנה גלפרין, יבגניה רובין, אורי זיג ויגאל כהן
- 14:40-14:55 עיטוי זרעים ומיגון כימי באמצעות טפטפות, למניעת התפרצות מחלת הנבילה המאוחרת  
בשדות תירס  
אופיר דגני, שלומית דור, איל פריידמן, און רבינוביץ ושאול גרף

**14:55-16:10 ישיבה ד' – לימוד יחסי גומלין צמח - פתוגן**

יו"ר: דר' שי קובו

- 14:55-15:10 איפיון אפקטורים המופרשים דרך מערכת הפרשה מסוג III של החיידק הפיטופתוגני  
*Acidovorax citrulli*  
אירנה חימנס-גררו, מוניקה סונאונה, פרנסיסקו פרס-מונטניו ושאול בורדמן
- 15:10-15:25 הצצה לעבר שיח מתוחכם צמח-נמטודה  
\*נתליה סמואל פיטוסי, אלי בורגו, מיכאל קולומיץ, נעה סלע, אדוארד בלאוסוב,  
פטריסיה בוקי, יצחק שפיגל וסיגל בראון-מיארה
- 15:25-15:40 זיהוי חלבון אוירולנטיות של פוזריום המלון והחלבונים הצמחיים הנקשרים אליו  
\*קטיה פשקובסקי, גולן מילר, עמליה בר-זיו ורפאל פרל-טרבס

- 15:40-15:55** החלמה מנגיעות נגיפית בזני בטטה ממזרח אפריקה
- אלכסנדר סמואלה, ויקטור גאבה, עמית גל-און, ליאת אברהמי מויאל, יהודית תם, ריצ'ארד גיבסון, סטומבה מוקסה, אנטוני אוקירור ופיטר ווסואה
- 15:55-16:10** איפיון תבדידי החיידק *Acidovorax citrulli* שבודדו מסולניים בהשוואה לתבדידים מדלועיים
- לאורה צ'לופביץ, מיכל ראובן, אורית דרור, גל ניסן, שאול בורדמן ושולמית מנוליס-ששון

## יום שלישי, כא' בשבט תשע"ח, 6 בפברואר 2018

- 8:00 - 8:30** התכנסות, כיבוד קל ורישום
- 8:30 – 9:15** הרצאה מוזמנת - פרופ' אמיר אילי  
"התנהגות נחילית - הארבה כמודל - מביולוגיה ועד רובוטיקה"
- 9:15 - 10:00** הרצאה מוזמנת - פרופ' אסף אהרוני  
"ממחקרים בהתקני מיקרופלואידיקה לאדמה מהטבע: תפקיד המטבוליטים המשניים המיוצרים ו/או מופרשים מצמחים באינטראקציות מעל ומתחת לאדמה"
- 10:00-10:50 ישיבה ד' (המשך) – לימוד יחסי גומלין צמח פתוגן**  
יו"ר: דר' שי קובו
- 10:00-10:20** כיוונים חדשים להבנת תהליך הרגולציה וביוסינטזה של המיקוטקסין פטולין בתהליך התקפה של פירות נשירים ע"י הפטרייה *Penicillium expansum*  
דיליפ קומר, ז'ואנה טאנוס, אדאורד סיונוו, ננסי קלר ודב פרוסקי
- 10:20-10:35** הגברת עמידות של פירות מנגו אדומים כנגד עקות ביוטיות ואביוטיות לאחר קטיף

פרידיפ קומר, אולג פיינברג, דליה מאורר, סוניה דיסקין, וולו סיוונקליאני ונעם אלקן

10:35-10:50 לקראת תחיית אוסף הפטריות של האוניברסיטה העברית בירושלים  
יעל מלר הראל, מילשלין ביבי, הגר לשנר, תמר אבין-ויטנברג, יותם ציפר-ברגר, גילה  
כחילה ברגל, רוזה גופמן ושי קובו

### 10:50-11:20 הפסקת קפה

### 11:20-12:35 ישיבה ה' – אפיזמיולוגיה של מחלות הנגרמות ע"י וירוסים

יו"ר דר' אביב דומברובסקי

11:20-11:35 בחינת יכולת ההפצה של ToBRFV באמצעות דבורת הבומבוס (*Bombus terrestris*)  
בצמחי עגבניות  
\*נעמה לויצקי, ילנה בקלמן, אלישבע סמיט, נטע לוריא, יניב מזרחי, עודד לחמן ואביב  
דומברובסקי

11:35-11:50 מעורבות הגנים *CsRDRIb* ו-*CsRDRIc* בהגנה בפני וירוסים במלפפון  
דיאנה ליבמן, דליה וולף, מיכאל קרבציק, בקלה אבאביה, יוליה שניידר, אורית עמיר-  
שגב, מיטל שטרקמן, מלניה פרלסמן ועמית גל-און

11:50-12:05 הופעת לוויין בטא בארץ והשפעתו על עמידות גנטית לוורוס צהבון האמיר של העגבניה  
דנה גלברט ומשה לפידות

12:05-12:20 ההרכב הגנטי של אוכלוסיות נגיף ה-PVY בתפוחי אדמה בישראל  
ליאת אברהמי מויאל, יהודית תם, נועה סלע, מנחם ברונשטיין, רן שולחני, ציון דר  
וויקטור גאבה

12:20-12:35 השפעת הטמפרטורה על התמוטטות צמחי מלפפון בזמן הדבקה משולבת במיני פיתיוס  
ונגיף ה-CGMMV  
עמית מרי פילוסוף, אביב דומברובסקי, יגאל אלעד, אמנון קורן, עודד לכמן, אמית

גייסוואל, פאוזי אבו-מוח, נטע מור ועומר פרנקל

**12:35-13:25 הפסקת צהריים והצגת פוסטרים**

13:25-13:30 צביקה שכנר, גזבר העמותה דוח כספי שנתי

**13:30-14:30 ישיבה ו' – מקורות עמידות בממשק הדברה להתמודדות בפני מחלות**

יו"ר: דר' מגי לוי

13:30-13:45 עמידות לכשותית הדלועים בקווי טיפוח של מלפפון

\*דניאל כץ, רבקה המר, יריב בן נעים ויגאל כהן

13:45-14:00 חיפוש מקור גנטי להתמודדות עם מחלת הצהבון בגזר

\*דור המרשלק, ציון דקו ואופיר בהר

14:00-14:15 עמידות אבטיח לקימחון הדלועים תלויה בפלואידיות ובבכירות

יריב בן נעים, רבקה המר, שני יעל-דגן ויגאל כהן

14:15-14:30 איתור חומר גנטי עמיד של צמחי תות שדה *Fragaria×ananassa* כנגד הפטרייה הפתוגנית

*Macrophomina phaseolina* ובחינת השונות הגנטית של הפטרייה בישראל

\*בר פיקל, ניר דאי, מרסל מימון, מירב אלעזר, זכריה תנעמי, עומר פרנקל, מוחמד אבו

טועמה, נטע מור, עמיר שרון וסטנלי פרימן

**14:30-16:10 ישיבה ז' - פיתוח מדבירים ביולוגיים**

יו"ר: דר' חגי קרחי

14:30-14:50 "אנדופיטים מסריחים - מסתבר שיש הפתעות בחיים"

דוד עזרא

- 14:50-15:10 נובקטרה, תכשיר ביולוגי מורשה להדברת מחלות צמחים חיידקיות  
גיורא קריצמן
- 15:10-15:25 רגב : ההיבריד הראשון של Stockton Group  
דפנה בלצ'ינסקי ויאיר נתיב
- 15:25-15:40 תערובת נדיפים סינטטית, ממקור פטרייתי, מדבירה את הפטרייה הפתוגנית *Sclerotium*  
*rolfsii* באדמה  
אורנה ליארזי, מרינה בניחיס, אברהם גמליאל ודוד עזרא
- 15:40-15:55 תערובות פפטידים רנדומליים מעכבות חיידקים פיטופתוגניים שונים ומפחיתים סימפטומים של מחלות צמחים הנגרמות על ידי חיידקי *Xanthomonas*  
\*שירי טופמן\* חלי תמיר, דפנה תמיר-אריאל, שרוני שפיר, צבי חיוקה ושאול בורדמן
- 15:55-16:10 זיהוי ואפיון נגיף חדש מהסוג *Cripavirus*, בחינת הפתוגניות כנגד כנימות עלה ובחינת שילובו כרכיב בתכשיר עתידי להדברה ביולוגית של כנימות עלה  
\*ניב מזרחי\*, נטע לוריא, אלישבע סמיט, עודד לכמן, נועה סלע ואביב דומברובסקי

16:10 חלוקת פרסים לסטודנטים על הרצאות מצטיינות  
ברכות, תודות, גבינות ויין ולהתראות בשנה הבאה !!



## פוסטרים שיוצגו במהלך ימי הועידה

1. השפעת חיידקים פקטוליטיים על יבול תפוחי אדמה בישראל  
שרה מרדכי-לבוש, לאה צרור, אורלי ארליך, מרינה חזנובסקי, מיכל ראובן, אורית דרור, לאורה צ'לופוביץ ושולמית מנוליס-ששון
2. איפיון אוכלוסיית סטרפטומיצטים בישראל ופיתוח פרוטוקול לגילוי החיידקים בקרקע  
אורית דרור, לאורה צ'לופוביץ, מיכל ראובן, מרינה חזנובסקי, אורלי ארליך, אורי זיג, לאה צרור ושולמית מנוליס-ששון
3. פיתוח שיטות לקביעת רגישות פירות רימון למחלת הריקבון השחור הפנימי  
רן שולחני, דוד עזרא ודני שטיינברג
4. סקר מחלות בקטריאליות ופטריטיות הנישאות בפקעות תפוחי אדמה; (2013-2017)  
אורלי הולצר ארליך, מרינה חזנובסקי, שרה לביוש, איזבלה גלילוב ולאה צרור
5. פגיעה במסלול הביוסינתזה של NAD כאמצעי להדברת פטריות פתוגניות  
גאוסם אנאנד, דניאל וייגר, יעל אלמוג ושי קובו
6. מחלת הקימחון בדולב מזרחי בבית גידולו הטבעי בישראל  
ליאור גור, עודד כהן, איריס שוברט, גיל ובר, עודד בר-שלום, תמיר אביעוז, צבי מנדל ומשה ראובני
7. פיתוח מערכת של עריכה גנומית - CRISPR/Cas9 באמצעות *Agrobacterium rhizogenes* המשרה יצירת שורשים  
בקלה אבאביה, דיאנה ליבמן, דליה וולף, יוליה שניידר ועמית גל-און
8. זיהוי גנים שמושרים ע"י הסינגל ferulic acid תלויי פקטור השעתוק ChAP1 ב- *Cochliobolus heterostrophus*  
היבא סמעאן, סאמר שלבי, אורית גולדשמיט ובנימין הורביץ

9. השימוש הנכון והמדויק של ELISA לזיהוי חלבונים של נגיפים  
יהודית תם וויקטור גאבה

10. פרלוגים של *rad21* בפוזריום אוקיספורום  
מניש פאריק, יעל אלמוג, רותם כהן, שירה מילוא-כוכבי ושי קובו

11. הדברה של כשותית הבזיל באמצעות פונגיצידיים מכילי Oxathiapiprolin  
יגאל כהן, יבגניה רובין, יריב בן נעים ומריאנה גלפרין

12. עמידות לפונגיצידיים של *Peronospora belbahrii* מחולל מחלת הכשותית בבזיל  
לידן פלח-בלוק, יריב בן נעים, דיויד סילברמן ויגאל כהן

13. אפיון מהלך ההדבקה של בוטריטיס צינריאה על עגבנייה באמצעות פרופיל תעתקים  
דרוב אדיטיה סריואסטאוה, איסווארי פאנדאראניקה פג, עמר פרנקל, דב פרוסקי, יגאל אלעד  
ואריה הראל

# שקוף שזה בריא.

שתילי העגבניות של חישתיל מיוצרים במשתלות מרוחקות מאזורי גידול אינטנסיביים ובתקנים מחמירים של הגנת הצומח. למה אנחנו עושים את זה? כדי להגיע לחקלאי עם שתילים נקיים, בריאים ואיכותיים.



100% HISHTIL מקצועיות

משרד מכירות אשקלון | טל. 08-6747555 | פקס 08-6747540  
משרד מכירות נחלים | טל. 03-9373136 | פקס 03-9373127  
www.hishtil.co.il | חישתיל - Facebook







מחלות צמחים מסבות נזק של מיליארדי דולרים לתעשיית החקלאות העולמית, שגדל בכל שנה עקב עמידות גוברת לקוטלי עשבים וחרקים.

אבוג'ן, בעזרת היכולת המחשובית, מאגרי הנתונים וכוח האדם האיכותי, מספקת לכך מענה דרך הזרעים (הנדסה ועריכה גנטית), כימיה, ועולם הבקטריות.

אבוג'ן בע"מ, ג'ד פינשטיין 13, רחובות. טלפון: 08-9311900,  
מייל: info@evogene.com, אתר: www.evogene.com

# החמקו

שתיל עם יתרון  
אדיר



-יבול גבוה  
-עמיד לקור  
-און צימוח חזק  
-מעמיק שורשים  
-מתחמק ממחלות קרקע



משתלת שורשים "אחימ" (1986) בע"מ  
משתלה לייצור וריבוי שתילי ירקות ותבלינים

מושב עין הבשור, ד.נ. נגב מיקוד: 8540500 טלפון: 08-9982675  
פקס: 08-9982549, 08-9965077 E-mail: klali@shorashim-ltd.com

# DANZIGER

At the Floriculture  
**FRONTIER**  
OVER 60 YEARS  
of breeding and production



IMAGINE MORE

 **DANZIGER**  
www.danziger.co.il |   

# Wazera

## Seeds of Growth

”הזרע”, חלוצה עולמית בתעשיית הזרעים, מציעה מומחיות, מחויבות ותמיכה לצד ניסיון בן עשרות שנים עם טכנולוגיה מתקדמת.

הזרע הינה חברת הזרעים הגדולה בישראל, נמנית עם חברות הזרעים המובילות בעולם. באמצעות שילוב של ניסיון בן עשרות שנים עם טכנולוגיה מתקדמת. אנו מכליאים, מטפחים, מפתחים, מייצרים ומשווקים מגוון רחב של זרעי ירקות לחקלאות ברחבי העולם. החברה מספקת למגדלים וצרכנים ברחבי העולם פתרונות ייחודיים וחדשניים ופותחת בפניהם אפשרויות חדשות של צמיחה ושגשוג. בהתאם לדרישות הצרכנים, ”הזרע” מפתחת מוצרים בעלי טעם ומראה משופרים, שהינם בריאים יותר ובעלי חיי מדף ארוכים. עם זאת, החברה קשובה לצרכי המגדלים ועוסקת בפיתוח זנים הצורכים פחות מים, מניבים יכול רב יותר, עמידים בפני מחלות וידידותיים יותר לסביבה. זרעי מכלוא אלה ביססו את מעמדה של ”הזרע” כמותג עולמי מוביל.

”הזרע” מהווה חלק מקבוצת ”לימגרין”, תאגיד חקלאי בינלאומי שבסיסו בצרפת. כקואופרטיב חקלאי, קבוצת ”לימגרין” כיום הינה חברת הזרעים הרביעית בגודלה בעולם והשנייה בגודלה בתחום זרעי הירקות.

**ישיבה א'**

**מושב לכבודו פועלו של פרופ' יעקוב קטן  
בפיתוח ממשק להדברת מחלות קרקע**

**יו"ר פרופ' אברהם גמליאל**

## הרצאה מוזמנת

### פתוגנים של קרקע ושורש: היבטים של הדברה משולבת



יעקב קטן

המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה,  
האוניברסיטה העברית, קמפוס רחובות

פתוגנים של קרקע ושורש תוקפים גידולים רבים. הם מתאפיינים בקשר הדוק לקרקע והם מושפעים מתכונותיה הכימיות, הפיסיקליות והביולוגיות ומהאגרוטכניקה הנהוגה, כגון השקיה. נבגי הקיימא של הפתוגנים נמצאים במצב מנוחה ומוגנים (פונגיסטזיס) אך הם נובטים בהשפעת הפרשות השורשים, חודרים לצמח ויוצרים מחלה וגופי קיימא ברקמות המשמשים להשרדות. התערבות בכל אחד מהשלבים הללו מהווה אמצעי פוטנציאלי להדברה. הגישה של ההדברה עברה שינויים רבים במהלך הזמן. מטקטיקה פשוטה של קטילת הפתוגן לאסטרטגיה אינטגרטיבית של הדברה משולבת (IPM) המתחשבת בדרישות הגידול, הסביבה ושיקולי חקיקה וכלכלה. הכלי המרכזי הוא שילוב שיטות הדברה לשם קבלת הדברה משופרת תוך צמצום השימוש בחומרי הדברה. פיתוח כלים תומכי החלטה המבוססים על ידיעת הקשרים של גודל אוכלוסיית הפתוגן – שיעור המחלה – שיעור הנזק לצמח – שיעור הנזק הכלכלי יאפשר ביצוע הדברה רק כאשר היא נחוצה ועשויה להועיל. טיפוח זנים עמידים למחלות והרכבות וחיטוי קרקע (פיסיקלי, כימי, ביולוגי) הם השיטות הראשיות להדברת מחלות שורש. שימוש בהנדסה גנטית לטיפוח זנים מעורר שאלות. למשבר המתיל ברומיד היו השלכות רבות שעלינו ללמוד. החיטוי הסולרי אומץ בצורה נרחבת בארץ ובמקומות רבים בעולם והסיבות לכך ידונו. ישנן שיטות הדברה נוספות: הדברה ביולוגית, פונגיצידים, שימוש באמצעים חקלאיים, הצנעת חומר אורגני, עמידות מושרית ועוד, אף כי יעילותם הוכחה במחקרים רבים השימוש בהם מצומצם יחסית והסיבות לכך ידונו. יש מקור לאופטימיות שהשימוש בשיטות הללו יורחב עוד בעתיד.

## טכנולוגיות בהבטחת בריאות שתילים חומרי ריבוי

קליין אייל

משתלות חישתיל בע"מ, הירדן 22 מושב נחלים 4995000

בריאות חומרי הריבוי הינה גורם מפתח בחקלאות המתועשת. השימוש בחומר ריבוי שאיכותו ירודה, או שנגוע בפגעים, עלול לא רק לפגוע בפרוטנציאל היבול ובאיכותו, אלא גם לגרום לאילוח אמצעי הייצור ולנזקים כלכליים נוספים. המשתלה הינה מערכת חקלאית אינטנסיבית, מאוכלסת כל השנה ומאופיינת במגוון זנים ובעומד גידול מקסימלי. בקרת חומרי הגלם והאמצעים המשמשים לייצור שתילים כגון זרעים, ייחורים, תרביות-רקמה ומצע-גידול, וכן תהליכי הייצור עצמם מהווים אתגר פיטוסניטרי משמעותי, הכולל מניעת פגעים ואפידמיה במשתלה ובתוצרת. פרוטוקול הגידול עשוי לסייע בבקרת הפגעים ואף לתרום להגברת סבילות השתילים לעקות במהלך התבססותם בשדה. נמצא ששינוי בהרכב הדשן גרם להגברת ריכוז הסידן בשתילי פלפל ב-30%; תחלואת השתילים שנשתלו בקרקע מאולחת טבעית ב-*Pythium aphanidermatum* פחתה ב-60% בהשוואה לביקורת. עם זאת, שילוב עקת חום מתמשכת הפחית מסבילות השתילים. הרכבת שתילים הינה אמצעי נוסף להתמודדות עם גורמי מחלה שוכני קרקע ולשיפור הביצועים ההורטיקולטוריים של זנים שונים. לדוגמה, הרכבת מלפפון או אבטיח על כנת TZ שאינה עמידה לוירוסים, או על כנת נורית, העמידה ל Cucumber green mottle musaic virus (CGMMV) תרמה להפחתת התפשטות המחלה בשדה בשיעור של 29%-ו-54%, בהתאמה. בנוסף, תרמה הכנה נורית להגברת היבול בשיעור של עד 30%, בהשוואה לטיפולים שנבחנו. אמצעים נוספים, המבוססים על גישות פיזיקליות, ביוסטימולציה וכן שיטות יישום נמצאים בתהליכי בחינה והתאמה לשתלנות ויתרמו לביצועי חומר הריבוי ולבריאותו.

## חיטוי סולרי לטיפול בצמחים פולשים בשטחים טבעיים



עודד כהן<sup>1</sup>, יעקב קטן<sup>2</sup>, אברהם גמליאל<sup>3</sup>, פועה בר<sup>4</sup> ויוסי ריוב<sup>5</sup>

<sup>1</sup> מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין

<sup>2</sup> המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות,

מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, ירושלים

<sup>3</sup> המחלקה להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, בית-דגן

<sup>4</sup> המחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר-שבע

<sup>5</sup> המחלקה למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, ירושלים

החיטוי הסולרי נמצא יעיל כנגד מגוון מזיקים, מחלות קרקע ועשבים רעים בחקלאות. ניסויים ראשוניים ליישום בשטחים טבעיים לדיכוי התחדשות של צמחים פולשים לאחר הסרת הנוף נעשו על שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) בשמורת פלמחים. התוצאות הראו יעילות רבה בדיכוי הזרעים בקרקע ובמניעת הצצה למשך שנתיים ממועד סיום הטיפול. המורכבות הכרוכה בהרטבת הקרקע טרם החיפוי, העלות היקרה הכרוכה בשימוש בשתי יריעות, וכמו גם חלקות הניסוי הקטנות, העמידו את הישימות של ממצאי הניסוי בקנה מידה רחב בשאלה. לאחרונה נעשו שני ניסויים לבחינת כלים להתאמת החיטוי הסולרי לשטחים טבעיים. בניסוי הראשון הקרקע כוסתה ביריעה מיד לאחר גשמי המלקוש במטרה ללכוד את לחות הקרקע הטבעית עד לתקופת הקיץ. הניסוי נעשה בשנים שונות ובבתי גידול שונים. בניסוי השני, החיטוי הסולרי ייושם בחלקה גדולה של ארבעה דונם באזור חופה המזרחי של הכנרת. החיטוי נעשה בתנאים של קרקע יבשה ללא הרטבה. שני הניסויים הביאו לקטילת בנק הזרעים של השיטה הכחלחלה כמעט באופן מוחלט, וכתוצאה מכך למניעת התחדשות נבטים של שיטה בחלקות המטופלות. לעומת זאת, בנק הזרעים בחלקות הביקורת נותר גדול וחיוני, והביא לשגשוג של מאות ואלפי נבטים למ"ר. יתרה מזאת, החיטוי מנע הצצת עשבים בלתי רצויים בשטח המטופל למשך עונת הנביטה הראשונה, עובדה שיש בה כדי לסייע בשיקום הצמחי היזום של השטח על ידי הפחתת התחרות. לאחרונה נמצא, שהשימוש בחיטוי סולרי יעיל גם כנגד מעוצים פולשים נוספים, וביניהם: שיטת עלי ערבה (*Acacia salicina*), צחר כחלחל (*Leucaena leucocephala*) ופרקינסוניה שיכנית (*Parkinsonia aculeate*). לאור האמור, החיטוי הסולרי נראה היום לרוונטי ליישום כנגד מגוון צמחים פולשים ובמגוון בתי-גידול.



## יישום אמצעים להדברת פגעי שורש בממשק משולב – מגבלות, או מנוף להצלחה

אברהם גמליאל

המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ראשון לציון

פתוגנים שוכני קרקע שורדים ומופצים באמצעות מגוון רב של אמצעים שמהווים מקורות מדבק שונים. מקורות המדבק שמייצרים פתוגנים שוכני קרקע מלבד בקרקע כוללים חומר ריבוי מאולח (זרעים, ייחורים, חומר ריבוי וגטטיבי), מים, וקטורים (חרקים, בעלי חיים), פונדקאים סמויים, ועוד. על כן, התמודדות יעילה עם מחוללי מחלות שורש מחייבת התמודדות עם כל מקורות המידבק, בכל שלבי הגידול, וגם לפניו ובסיומו. המגמות הנוכחיות בחקלאות מחייבים בנוסף שימוש באמצעים אשר ממזערים את ההשפעה השלילית על האדם, החי והסביבה הצמחית. גישה מערכתית להתמודדות עם פגעי קרקע משלבת את כל רכיבי מערך הגידול אשר עשויים להשפיע על התמודדות מוצלחת עם פגעי קרקע. התמודדות מוצלחת משלבת ומפעילה את כל האמצעים כדי להקטין את התנאים להתפתחות והישרדות הפגעים, מחד ולהגביר את יעילותם של אמצעי ההדברה המופעלים. התמודדות זו כוללת הפעלה של האמצעים האופטימליים כדי להתערב ולשבש את התפתחותו של הפתוגן בכל שלבי מחזור החיים שלו. אמצעים אלה כוללים יישום נכון של תכשירים לחיטוי קרקע באמצעי משולבים נוספים. הצלחת חיטוי הקרקע תלויה בשיטת היישום, שימוש באמצעים נוספים כגון סוג יריעות החיפוי, חימום הקרקע ושילוב אמצעים כימיים ופיזיקליים נוספים. הפחתת המדבק שנוצר במהלך הגידול מתבצעת לקראת תום עונת הגידול, באמצעות קטילת השורשים והפתוגן שבתוכם. פעולה זו מונעת את התעצמות האינקולום בקרקע. יישום אמצעים נוספים כגון תכשירי הדברה ממקור כימי או ביולוגי במהלך הגידול, משפרים את יעילות ההתמודדות עם פגעי הקרקע ומבטיחים את בריאות הגידול. אמצעי ההתמודדות עם פגעי שורש אינם רבים. לכן, יישום נכון ותכליתי של כל האמצעים בנפרד ובמשולב יבטיחו גידול בריא וחופשי ממחוללי המחלה.

**ישיבה ב'**

**שיטות מתקדמות לזיהוי גורמי מחלות**

**יו"ר פרופ' מוחמד זיידאן**

## איבחון גורמי מחלות בצמחים- עבר, הווה ועתיד

שולמית מנוליס-ששון, לאורה צ'לופוביץ, אביב דומברובסקי, ויקטור גאבה, אנדרי בירמן, מיכל ראובן  
ואורית דרור

המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

שיטות רבות, המבוססות על עקרונות שונים, משמשות לזיהוי וגילוי גורמי מחלות בצמחים. ביניהן ניתן למנות את השיטות לבידוד הפתוגן על מצעי מזון, איפיון פנוטיפי, מבחני פתוגניות ושיטות סרולוגיות ומולקולריות שונות. בשיטות אלו ניתן לאבחן את גורמי המחלה לעיתים בספציפיות וברגישות רבה. אולם ישנם מקרים לא מעטים בהם שיטות האבחון הקיימות אינן יעילות דיין לגילוי רמה נמוכה של הפתוגנים בזרעים וברקמות הצמחיות וזאת עקב קושי בבידוד הפתוגנים על מצעי מזון, רגישות שיטות ה-PCR למעכבים צמחיים וחוסר ידע על רצף הגנום של הפתוגנים. בנוסף, יש צורך לבצע בדיקה נפרדת לכל אחד מהפתוגנים החשובים של אותו הגידול. גם במקרים בהם סימני המחלה אינם ברורים יש צורך לבצע בדיקות שונות לזיהוי קבוצות טכסונומיות של פתוגנים אפשריים. בשנים האחרונות עם פיתוחן של טכנולוגיות ריצוף מתקדמות נפתחה דרך נוספת לאבחון מספר גורמי מחלות בו זמנית בזרעים ובחומר צמחי נגוע. שיטות הריצוף המכונות ( Next Generation Sequencing (NGS נבדקות כבר היום לאיבחון וירוסים ווירואידים בגידולים שונים. לאחרונה פותחה שיטה חדשנית לריצוף, מהדור השלישי, הנקראת Nanopore sequencing והמבוססת על ריצוף של מולקולת דנ"א או רנ"א בודדת המועברת דרך נקבובית (nanopore) במכשיר. טכנולוגית זו מאפשרת ריצוף של מקטעי דנ"א ארוכים וניתוח ביואינפורמטי מהיר לקבלת תוצאות בזמן אמת. בהרצאה נדון באפשרויות השימוש בשיטות הריצוף המתקדמות לגילוי פתוגנים בזרעים ובצמחים בהם לא מצליחים לגלות את גורם המחלה וזאת בהשוואה לשיטות האיבחון המקובלות כיום.

## פיתוח סמן מולקולארי לזיהוי תבדיד *Alternaria alternata* פתוגנית

### הגורמת לרקבון הליבה ברימון (*Punica granatum*)



אור יוסף עומיסי<sup>1,2</sup>, אורנה ליארזי<sup>1</sup>, מעיין גרינברג<sup>1</sup>, ינון דוייטש<sup>1</sup>, דני שטיינברג<sup>1</sup> ודוד עזרא<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי; <sup>2</sup> המגמה לקיימות וסביבה, המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן.

מחלת ריקבון הליבה ברימונים (*Punica granatum*) נגרמת ע"י הפטרייה *Alternaria alternata*. הפטרייה חודרת בפריחה לצלקת ממנה, נודדת דרך עמוד העלי למגורה התחתונה של הפרי. למרות שהפטרייה נמצאה בכ 90% מצלקות הפרחים הפתוחים במטע, בדר"כ רק אחוזים בודדים מהפירות מפתחים תסמיני מחלה. עם זאת, ישנם לאחרונה דיווחים על נגיעות גבוהה של עד כ 50% מהפרי במטע. הסבר אפשרי לכך שרק חלק מהפרחים המאולחים מפתחים את המחלה, נמצא באפשרות כי קיים תבדיד פתוגני (pathotype) ספציפי של הפטרייה הגורם למחלה. שכיחותו של תבדיד פתוגני זה, כפי הנראה, נמוכה יחסית לשאר האוכלוסיה של הפטרייה מאותו סוג במטע ולכן גם אחוז ההדבקה הגורמת למחלה קטן. הנזק הכלכלי הנובע מהמחלה מתבטא בעיקר בפחת ביבול. כיום, ההתמודדות היחידה עם המחלה היא על ידי זיהוי הפרי הנגוע במטע והרחקתו, דבר הדורש רמת מומחיות גבוהה. הדברה כימית אינה יעילה. פיתוח אמצעי זיהוי ספציפי ויעיל לפתוגן הינו שלב חשוב בחקר האטיולוגיה, האפידמיולוגיה ופיתוח כלים שישמשו להתמודדות עם המחלה. מטרת עבודה זו הינה פיתוח כלים מולקולאריים לזיהוי התבדיד הפתוגני של הפטרייה גורמת המחלה. לשם כך, תבדידים של הפטרייה גורמת המחלה בודדו מפירות חולים והופק מהם DNA ששימש לסריקת בשיטת ה apPCR. בשיטה זו תבדידי הפטרייה מריקבון הליבה הושוו אל תבדידים ממקורות שונים עם כ 50 תחלים חוזרניים. בנוסף, ריצוף הגנום השלם של ארבע תבדידים שונים של *A. alternata* הגורמים למחלות שונות ברימון, הדרים ואפרסמון מבוצע. הגנומים ישמשו אותנו בהמשך העבודה לאיתור איזורים השונים בן התבדידים השונים. על בסיס שונות זו יתוכננו תחלים ייחודיים לרצפים הקיימים רק באלטרנריה שבודדה מריקבון הליבה, וזאת במטרה לאתר רצף ייחודי לפטרייה שישמש כסמן לאבחון נוכחות הפתוגן.



## פיתוח כלים חדשניים לזיהוי נגיפים צמחיים בזרעים באמצעות ריצוף

### מתקדם

נטע לוריא, נועה סלע, עודד לכמן, שולמית מנוליס, ואביב דומברובסקי  
המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון

בשנים האחרונות ניכרת עלייה בהופעת גורמי מחלות צמחיים שמקורם בחומר ריבוי נגוע מיובא או מיוצר בישראל. שיטות האיבחון המצויות כיום בשימוש נרחב מתקשות לתת מענה בזיהוי גורמי מחלה ברמות נמוכות. מטרת המחקר הינה פיתוח שיטות אבחון רגישות ומדויקות, המבוססות על טכנולוגיית ריצוף מתקדם (Next generation sequencing (NGS) לאבחון נגיפים ווירואידים בזרעים של גידולי ירקות חשובים בישראל. ההנחה היא, כי שימוש בטכנולוגיית ה-NGS ישפר במידה ניכרת את זיהוי הנגיפים והוירואידים הנמצאים במכסות הזרעים, גם כאשר הם מצויים בטיטר נמוך. בנוסף, תאפשר זיהוי בו זמני של מספר נגיפים/וירואידים, ללא צורך במידע מוקדם על הימצאותם. נגיף הטובמו החדש בעגבנייה ToBRFV והפוספיווירואיד, PSTVd מנגעים צמחי עגבנייה שימשו לכיול של פרוטוקול העבודה בו הופקו RNA נגיפי מזרעים (מותפחים או ללא התפחה) שהתקבלו מפירות של צמחים נגועים. ה-RNA הנגיפי שימש להכנת ספריות אשר הורצו על מכשיר הריצוף המתקדם של אילומינה Mi-seq. אנליזה ביואינפורמטית של תוצאות הריצופים (siRNA) אפשרה זיהוי של הפתוגניים ToBRFV ו-PSTVd בדוגמאות השונות של זרעי עגבנייה נגועים. כמו כן, נראה כי פעולת ההתפחה תרמה להגדלת כמות ה-siRNA בדוגמאות. בזרעים יבשים, התקבלה כמות קטנה של siRNA בהשוואה לכמות הגדולה משמעותית שהתקבלה בזרעים לאחר התפחה של 48 שעות. בניסוי נוסף לבחינת רגישות זיהוי הנגיפים בזרעים נגועים במכסות זרעים, נבחנה השאלה האם פלטפורמת הריצוף המתקדם תזהה נגיעות (ToBRFV או PSTVd) של זרעים ביחס של 1:50. מתוצאות ריצוף מתקדם של total RNA שהופקו מזרעים נגועים במכשיר אילומינה Hi-seq בריכוז הנ"ל התקבל רצף הגנום השלם של ToBRFV עם כמות קריאות הגבוהה יותר בזרעים היבשים.

**ישיבה ג'  
אפידמיולוגיה ודינאמיקה של מחלות**

**יו"ר דר' דפנה בלצ'ינסקי**



## העתיד כבר פה – טכנולוגיה לצילום אווירי וזיהוי מחלות

גלית שהרבני

חברת Taranis, רחוב הברזל 3 תל אביב 6971005

כיום, קיימות מספר גישות שפותחו בחקלאות מדייקת על מנת לספק לחקלאי מערכת תומכת החלטה (Decision Support System) לניהול המשק החקלאי. חברת Taranis, חברה לחקלאות מדייקת, מפתחת מודלים המבוססים על נתונים הכוללים חיישני שדה, צילומי לוויין, תחזית מזג אוויר, מודלים של מחלות ונתוני ניטור מהשטח. טכנולוגיה חדשה, AI<sup>2</sup>, שפותחה על ידי Taranis, כוללת מצלמה המורכבת על מטוסים ומסוקים ומאפשרת צילום איכותי (עד 0.1 מ"מ לפיקסל) תוך כדי פיצוי מהירות. בחברה פותחו אלגוריתמים ייחודיים אשר מאפשרים להבדיל בין צמחים שניזוקו לצמחים בריאים. המערכת מספקת תצוגה ברזולוציה גבוהה של אלפי נקודות בשדה ומאפשרת הערכת של נזקים ביוטיים ואביוטיים. טכנולוגיית AI<sup>2</sup> מסוגלת לזהות את התסמין הראשון בשדה!! הטכנולוגיה מקנה למגדל תמונות איכותיות ברזולוציה של העין האנושית תוך כיסוי שטח רב, בזמן אמת ובמהירות גבוהה יותר מהשיטות המסורתיות הקיימות כיום. לדוגמה, המערכת מסוגלת לכסות 8000 דונם במשך שעה עם יותר מ-2,000 תמונות משדה סויה, בעוד תהליך הניטור של אותו שטח על ידי האגרונום אורך כארבעה ימים. היתרונות של הטכנולוגיה הם זיהוי מוקדם של צמחים שניזוקו תוך כיסוי שטח גדול של שדה נבדק במהירות ובזמן אמת ואפשרות להעריך את יעילות הטיפול שיושמו וביצוע החזר תשומות. בנוסף, אינטגרציה בין השכבות השונות במערכת מאפשר לחקלאי לקבל החלטות מושכלות.



## זיהוי ואפיון של מיני נמטודות המלווים מיני חיפושיות קליפה שכיחים בישראל

עופר סלונים<sup>1,2</sup>, פטריסיה בוקי<sup>1</sup>, צביקה מנדל<sup>1</sup>, אלכס פרוטסוב<sup>1</sup>, עומר גולן<sup>3</sup> וסיגל  
בראון<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מרכז וולקני, ראשון לציון;  
<sup>2</sup>החוג לאגרואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית;  
<sup>3</sup>אגף הייעור, קרן קיימת לישראל, אשתאול

בעשרים שנה האחרונות *Bursaphelenchus xylophilus*, מין נמטודה קטלני שמקורו בצפון אמריקה, הגורם ל"מחלת הנבילה באורנים", מתפשט במערב הים התיכון. מיני הסוג *Bursaphelenchus* מועברים בין העצים ע"י יקרונים וחיפושיות קליפה. חיפושיות (Scolytinae) קליפה נושאות את מיני הסוג, אך מיני נמטודות המקומיים הנישאים על ידם אינם נחשבים מזיקים. היוזמה למחקר נעוצה בחשש של חדירת *B. xylophilus* לישראל והצורך להבחין בין למין זה לבין מיני *Bursaphelenchus* מקומיים. מערכת היחסים הנפוצה בין חיפושיות הקליפה לנמטודות היא "נשיאה לצורך הפצה" (phoresy). רוב מיני הנמטודות הנישאים על חיפושיות הקליפה הינם אוכלי פטריות, חיידקים, ומיעוטם טפילים של החיפושיות. בניגוד למידע הרב הקיים אודות פאונת הנמטודות המלוות חיפושיות הקליפה באזור אגן ים התיכון, חברת הנמטודות המלוות אותן בישראל אינה מוכרת. מטרת עבודה זו היא ליצור את מסד הנתונים הראשוני לחברת הנמטודות הנמצאות באסוציאציה עם חיפושיות קליפה בארץ. שמונה מינים של חיפושיות קליפה נבדקו עד כה מתוך גזעים של עצי יער ופרי. מתוך החיפושיות בודדו נמטודות לשם זיהוי ואפיון. הזיהוי נעשה עפ"י מורפולוגיה בשילוב עם כלים מולקולריים לקביעת הסוג והמין. בעזרת שימוש בתחלים כלליים לנמטודות הוגברו מקטעים מתוך ה ITS, 28S ו 18S ב rDNA. מקטעים אלו הושוו לרצפים המופקדים במאגרי המידע בכדי למצוא מינים קרובים. מתוך החיפושיות זוהו כ- 14 מיני נמטודות כשחמישה מתוכם מהסוג *Bursaphelenchus* ואחרים מהסוגים *Ditylenchus*, *Micoletzkyia*, *Devibursaphelenchus*, *Cryptaphelenchus*, בנוסף זהו גם שני מינים טפיליים מהסוגים *Parasitylenchus* ו- *Parasitorhabditis*. חיפושיות הקליפה של האורן נשאו את מספר המינים הגדול, במיוחד *Orthotomicus erosus*. אין עדויות לפתוגניות של מיני הנמטודות המקומיים שנבדקו בסקר על העצים הפונדקאים עליהם חיים מיני החיפושיות הנשאיות. לא התקבל בסקר מין נמטודה עם קרבה גנטית גבוהה למין הפתוגני *B. xylophilus*.





## ביולוגיה של אוכלוסיית הפטרייה *Erysiphe necator* מחוללת מחלת

### קימחון הגפן בישראל

ליאור גור<sup>1,2,5</sup>, משה ראובני<sup>1</sup>, יגאל כהן<sup>2</sup>, שמואל עובדיה<sup>3</sup>, תרצה זהבי<sup>4</sup> ועומר פרנקל<sup>5</sup>  
<sup>1</sup> מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין; <sup>2</sup> הפקולטה למדעי החיים,  
אוניברסיטת בר-אילן, רמת גן; <sup>3</sup> יקבי כרמל; <sup>4</sup> שירות ההדרכה והמקצוע, מחוז גליל-גולן, משרד  
החקלאות;  
<sup>5</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומדע העשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון;

קימחון נחשבת לאחת ממחלות הגפן החשובות ביותר בישראל וברחבי העולם. המחלה, הנגרמת על ידי הפטרייה *Erysiphe necator*, פוגעת בעלים ובגרגרים, וכתוצאה- ביבול ובאיכות היין. מקור ההתהוות של הפטרייה *E. necator* אינו ברור. בצפון אמריקה קיים מגוון גנטי גדול של גפני בר ושל טיפוס הפטרייה, אך הוא איננו יכול להסביר את כל מגוון הטיפוסים הגנטיים הקיימים בעולם. המגוון הגנטי באירופה, דרום אמריקה ואוסטרליה, מצומצם - אך שונה מזה שבמזרח ארה"ב, וכולל שני טיפוסים גנטיים (ביוטיפים) בלבד הקרויים A ו-B. בישראל לא בוצעו עבודות מקיפות על אופי האוכלוסייה באמצעות כלים גנטיים רגישים, אך מקובל לחשוב שהוא דומה לזה שבאירופה. עם זאת, בישראל נצפו בשנים האחרונות תופעות חדשות של שבירת עמידות לקימחון בזני גפן היברידיים דוגמת איזבלה, עלייה בשכיחות עמידות הפטרייה לקוטלי פטריות ומופע שונה וייחודי של הפטרייה על העלים. אלה הובילו להשערה שייתכן שבישראל יש מגוון גנטי שונה מזה שבאירופה היכול להתבטא גם בפנוטיפים שונים בעלי חשיבות חקלאית. בעבודה הנוכחית נדגמו 120 תבדידים של קימחון הגפן מרחבי הארץ, מצפון הגולן ועד לכיש. אנליזה גנטית באמצעות סמני SSR הראתה שקיימות בארצנו שתי אוכלוסיות נפרדות של הפטרייה. האחת שייכת לקבוצה B האירופית. השנייה בעלת מבנה גנטי ייחודי לישראל השונה מקבוצה A האירופית ומכל הקבוצות הגנטיות הידועות בארה"ב. נמצא כי 50% מהתבדידים בצפון הארץ שייכים לביטיפ הישראלי, לעומת 24% בלבד בשפלה. דיגום בתחילה, אמצע וסוף העונה הראה כי הביטיפ הישראלי שכיח ב 19, 37 ו- 46% מהאוכלוסייה, בהתאמה. הביטיפ הישראלי הופיע רק על 21% מהגפנים המרוססות בסטרובילורנינים, לעומת 50% בגפנים לא מרוססות. התוצאות מעידות על אופייה הייחודי של האוכלוסייה הישראלית. הסיבות להופעת הביטיפ הישראלי נמצאות בברור.

## מעבר סיסטמי של מחלת הכשותית בצמחי בזיל

לידן פלח-בלוק, יריב בן נעים ויגאל כהן

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן, ישראל 5290002

האואומיצט *Peronospora belbahrii* גורם למחלת כשותית חמורה בצמחי בזיל. בשדה, המחלה מתבטאת בכתמים כלורוטים על גבי העלים אשר הופכים נרקוטיים בהדרגה וגורמים לנשירת העלים. כאן אנו מדווחים על מעבר סיסטמי של הפתוגן *P. belbahrii* בצמחי בזיל. בניסויי מעבדה שנערכו בתאי גידול, שתילי בזיל אולחו על-ידי הנחת טיפות של תרחיף נבגים על-גבי זוג הפסיגים, זוג העלים הראשון, זוג העלים השני, זוג העלים השלישי, זוג העלים הרביעי או זוג העלים החמישי, והודגרו בתא ערפל למשך לילה לצורך האינפקציה. לאחר מכן הועברו הצמחים המאולחים אל תא גידול ב  $25^{\circ}\text{C}$  בתנאי אור רצוף על-מנת לאפשר את יצירת הסימפטומים, ולמשך לילה אחד בתא ערפל על מנת לאפשר הנבגה. בכדי לקבוע את תנועת הפתוגן בתוך הצמח, עקבנו אחר נוכחות הסימפטומים והופעת הספורולציה, ביצענו בדיקות מיקרוסקופיות לזיהוי תפטיר הפתוגן בצמח, וריאקציה PRC לדוגמאות מחלקי הצמח השונים. בכל הצמחים אשר היו בגיל פסיגים ובהם אולחו זוג הפסיגים, נצפתה המחלה בקודקודי הצמחים, והגבעולים שנלקחו לריאקציית PCR הראו נוכחות מקטע בגודל 134bp ספציפי ל-*P. belbahrii*. צמחים נגועים סיסטמית אלו הפסיקו לגדול. בצמחים שאולחו בגיל 2-4 עלים, ההעברה הסיסטמית של המחלה אובחנה ב-70%-90% מהצמחים, בצמחים שאולחו בגיל 6-8 עלים, ההעברה הסיסטמית של המחלה אובחנה ב-50% מהצמחים, ובצמחים שאולחו בגיל 10-12 עלים, ההעברה הסיסטמית של המחלה אובחנה ב-20% מהצמחים. בצמחים שאולחו בגיל 6-12 עלים הניצנים הצדדיים הנמצאים מעל ומתחת לעלים שאולחו הראו נגיעות גם כן. בדיקות מיקרוסקופיות ומבחני PCR מאשרים כי ישנו מעבר של הפתוגן מהעלים שאולחו אל העורק הראשי ומשם אל הגבעול כלפי מעלה ומטה, אולם לא אובחנה נוכחות של הפתוגן בשורשי הצמחים. תוצאות אלו מצביעות כי *P. belbahrii* מסוגל לנוע באופן סיסטמי בצמחי בזיל, ונפוץ יותר בצמחים צעירים. הפתוגן נע לאורך רקמות ההובלה של הגבעול אל הקודקוד, אל העלים והניצנים הצדדיים אך לא אל השורש.

## הופעתה המאוחרת של מחלת הכימשון בתפוחי-אדמה בישראל בסתיו 2016

מריאנה גלפריין<sup>1</sup>, יבגניה רובין<sup>1</sup>, אורי זיג<sup>2</sup> ויגאל כהן<sup>1</sup>

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן,<sup>1</sup>  
יח"מ, ישובי חבל מעון המועצה האזורית אשכול<sup>2</sup>

בכל שנה בעשור האחרון, פרצה מחלת הכימשון בגידולי תפוחי אדמה בסוף אוקטובר עד אמצע נובמבר. בסתיו 2016, לא תועדה מחלת הכימשון ברחבי בארץ. הכימשון הופיע בתקופה מאוחרת, אמצע מרץ 2017, כחמישה חודשים מאוחר מן המועד הרגיל. כדי להבין את הסיבות לעיכוב יוצא הדופן בהופעתה המאוחרת של המחלה, בדקנו פקעות תפוחי האדמה אשר שימשו כחומר זריעה, וכמו כן ניתחנו את תנאי מזג האוויר ששררו באוקטובר 2016 עד מרס 2017 בהשוואה לשנים קודמות. שש מאות פקעות נזרעו בחוות בר אילן בבית רשת בחודש דצמבר 2016. חמישה שבועות לאחר הזריעה שישה צמחים הראו סימפטומים של כימשון על העלווה ובחלקים תת קרקעיים של הגבעולים. פקעות האם נראו בריאות לחלוטין עם הוצאתן מן הקרקע, אך הדגרה של פרוסות מן הפקעות בתנאי לחות גרמה לנביגה שופעת של *Phytophthora infestans*, דבר המעיד כי פקעות הזריעה ששימשו את החקלאים היו חסרות סימפטומים אך נגועות בכימשון. ניתוח מזג האוויר הצביע על שתי סיבות עיקריות לאי הופעת הכימשון: מחסור בגשם בין אוקטובר 2016 לפברואר 2017 ביחס לשנים קודמות, וכן ירידה של 60% במספר אירועי ההדבקה הפוטנציאליים, כלומר תקופות של 6 שעות של RH 90% בטמפרטורות של 10-20°C. מתוקף תוצאות אלו הגענו למסקנה כי מדבק ראשוני של *P. infestans* היה נוכח בסתיו 2016 אבל הגורמים הסביבתיים לא התאימו להתפשטותה של המחלה.



## עיטוי זרעים ומיגון כימי באמצעות טפטפות, למניעת התפרצות מחלת הנבילה המאוחרת בשדות תירס

דגני אופיר<sup>1,2</sup>, דור שלומית<sup>1</sup>, פרידמן איל<sup>3</sup>, רבינוביץ און<sup>4</sup> וגרף שאול<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל, קריית שמונה, ישראל

<sup>2</sup> המכללה האקדמית תל-חי, תל-חי, ישראל

<sup>3</sup> חברת נטפים, תל אביב, ישראל

<sup>4</sup> שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, ראשון לציון, ישראל

מחלת הנבילה המאוחרת (Late wilt) גורמת לנזקים חמורים בשדות תירס ברחבי ישראל. המחלה מאופיינת בהתייבשות מהירה של הצמחים בשלב הפריחה והבשלת הפרי. גורם המחלה – הפטרייה *Harpophora maydis*, נישא על ידי זרעים ושורד בקרקע תקופות ארוכות. כיום אמצעי ההתמודדות היחיד כנגדו הוא שימוש בזני תירס עמידים למחלה. בעבודה קודמת הראינו כי התכשיר Azoxystrobin (AS), במינון 112.5 ג' ח.פ. לדונם, ביישום משולש בהגמעה בשלוחה לשורה, מנע את תסמיני המחלה בשדה. כאן נבחן טיפול, שהינו ישים מבחינה כלכלית, הכולל הגמעה משולשת של התכשיר Azoxystrobin + Difenconazole (AS+DC), במינון 250 ג' ח.פ. לדונם) או תערובת פונגיצידיים אחרות, בטיפול משולב עם עיטוי זרעים, בשלוחה לשתי שורות צמודות (מרווח שורות של 50 ס"מ במקום 96 ס"מ). איתור מולקולארי מבוסס Real-Time PCR שפותח לאחרונה, אפשר ניטור רגיש של DNA הפתוגן בתוך רקמות הפונדקאי. עיטוי זרעים בתערובת AS+DC עיכב את התפשטות הפתוגן ברקמות התירס עד גיל 50 (בסמוך למועד הופעת התסמינים הראשונים וההפריה בגיל 55-57 יום), אך לא מנע את התפתחות המחלה מאוחר יותר (בגיל 70). טיפול ההגמעה ב- AS+DC היה המוצלח ביותר ובטיפול לשתי שורות צמודות הוריד את כמות ה- DNA של הפתוגן בשורש ובגבעול של צמחי הניסוי לרמות אפסיות. טיפול זה הפחית את הופעת התסמינים ב- 41% והעלה את כמות היבולים הכללית ב- 20%. יתר על כן, כמות היבולים מסוג א' (משקל קלח מעל 250 גר') בטיפול זה עלתה מ- 27% ל- 63%. לא נמצאו שאריות חומרי הדברה בקלחים. הצלחה זו מאפשרת לראשונה טיפול, שהינו כלכלי, כנגד הגורם למחלת הנבילה המאוחרת בתירס, ואשר ניתן ליישמו בקנה מידה רחב בשדות, למיגון זני תירס רגישים.

**ישיבה ד'  
לימוד יחסי גומלין צמח-פתוגן**

**יו"ר דר' שי קובו**



## איפיון אפקטורים המופרשים דרך מערכת הפרשה מסוג III של החיידק

### הפיטופתוגני *Acidovorax citrulli*

אירנה חימנס-גררו<sup>1</sup>, מוניקה סונאונה<sup>1</sup>, פרנסיסקו פרס-מונטניו<sup>2</sup> ושואל בורדמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות<sup>2</sup>; המחלקה למיקרוביולוגיה, הפקולטה לביולוגיה, אוניברסיטת סביליה, סביליה, ספרד

חיידקים פיטופתוגנים מסוימים משתמשים במערכת הפרשה מסוג III על מנת להעביר אפקטורים חלבוניים אל תוך תאי הפונדקאי. אפקטורים אלה תורמים לוירולנטיות של החיידק ע"י שיבוש של המטבוליזם התקין ו/או דיכוי של תגובת ההגנה של תאי הפונדקאי. *Acidovorax citrulli* הנו חיידק גרם שלילי הגורם למחלת הכתם הגדול החיידקי בדלועיים (bacterial fruit blotch, BFB). זו מחלה הרסנית שמהווה איום לתעשיית הדלועיים, בעיקר למלון ואבטיח. על פי הבדלים גנטיים, ביוכימיים, והעדפה לפונדקאים שונים, תבדידי *A. citrulli* מתחלקים לשתי קבוצות עיקריות: קבוצה I הכוללת תבדידים שבודדו בעיקר ממלון ומדלועיים אחרים שאינם אבטיח, וקבוצה II, הכוללת תבדידים שבודדו בעיקר מאבטיח. אנליזה השוואתית של אפקטורים של החיידק הראתה ששתי הקבוצות נבדלות באופן משמעותי בהרכב וברצפים של האפקטורים שלהן. AopW1 נמנה בין האפקטורים בהם אנו מעוניינים. אפקטור זה בעל דמיון לאפקטור HopW1-1 מ-*Pseudomonas syringae*, התורם לוירולנטיות של החיידק ע"י פגיעה בסיבי האקטין בשלד המאכסן. נמצא שרצף AopW1 שמור בין תבדידי *A. citrulli* השייכים לשתי הקבוצות, למעט באזור בעל שונות גדולה (hypervariable region, HVR) של כ-45 חומצות אמיניות, הממוקם באזור ה-N-טרמינלי/מרכזי של האפקטור. ביטוי גרסאות שונות של AopW1 בתאי שמר ובצמחי *Nicotiana benthamiana*, וניסוי וירולנטיות עם מוטנטים של *A. citrulli* הפגועים באפקטור זה על צמחי מלון ואבטיח, הראו ש-AopW1 מקבוצה I- אך לא מקבוצה II- בעל רעילות חזקה ותרומה משמעותית לוירולנטיות של *A. citrulli*.



## הצצה לעבר שיח מתוחכם צמח-נמטודה

נתליה סמואל פיטוסי<sup>1,2</sup>, אלי בורגו<sup>3</sup>, מיכאל קולומיץ<sup>3</sup>, נעה סלע<sup>1</sup>, אדוארד בלאוסוב<sup>1</sup>,  
פטריסיה בוקי<sup>1</sup>, יצחק שפיגל<sup>1</sup> וסיגל בראון-מיארה<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לאנטומולוגיה, נמטולוגיה והיחידה לכימיה, מרכז וולקני,

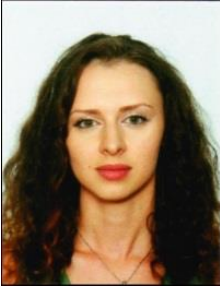
ראשון לציון;

<sup>2</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, למזון וסביבה ע"ש רוברט ה.

סמית של האוניברסיטה העברית.

<sup>3</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומיקרוביולוגיה, אוניברסיטת טקסס A&M.

נמטודות יוצרות עפצים מסוג *Meloidogyne spp.*, מן ההרסניות ביותר בגידולים חקלאיים. עובדת היותן בעלות טווח פונדקאים רחב וצמצום נמטוצידיים המותרים לשימוש הובילו לקושי רב בהדברתן. מכאן, קיים צורך בזיהוי גנים ומסלולי איתות המעורבים באינטראקציה נמטודה-צמח, שיספקו הבנה עמוקה לגבי גורמים גנטיים המעורבים בבקרת האינטראקציה הטפילה. אפקטורים, המופרשים על ידי הנמטודות, מהווים נקודת ממשק בין הטפיל לפונדקאי. מחקר זה מתמקד באנליזה מולקולרית לבחינת האינטראקציה בין האפקטורים המופרשים על ידי *M. javanica* וגורמים גנטיים צמחיים, תוך התמקדות בהבנת תפקידם בשיבוש מערכות הגנה צמחיות ו/או מניפולציה שלהן לטובתן. מעורבותם של מסלולים ליפידים בבקרת מערכות הגנה הוכחה לאחרונה במערכות צמח-פתוגן. על מנת לחשוף שינויים במסלולים ליפידים במהלך האינטראקציה צמח-נמטודה, בצענו מטאבולום של אוקסיליפינים (נגזרות של חומצות שומן) של צמחי עגבנייה המאולחים בנמטודה *M. javanica* על ידי LC/MS-MS. ריכוז של אוקסיליפינים רבים עלה /ירד בזמני הדבקה שונים. תוצאות אלו הראו במובהק כי התבססות הנמטודה בצמח כרוכה בשינויים במסלולים ליפידים. ההשערה המרכזית של המחקר הנוכחי הינה שאפקטורים המופרשים על ידי *Meloidogyne spp.* משבשים מסלולים ליפידים בעלי תפקיד בבקרת תגובת ההגנה הצמחית. לזיהוי אפקטורים אילו, הושלם טרנסקריפטום של *M. javanica* בחשיפה ל-2 אוקסיליפינים: 9-HOT, 13-KOD ולפרוטופלסטים של עגבנייה על מנת לחקות את הסביבה הפנימית של הצמח. חשיפת הנמטודה לטיפולם אילו השרתה ביטוי של אפקטורים רבים, מתוכם 22 זהו כאפקטורים בעלי תפקיד פוטנציאלי בהצלחת התבססות הנמטודה בצמח. אימות מיקום האפקטורים בנמטודה התבצע על ידי FISH (Fluorescent in situ hybridization). בהמשך איתור אתר המטרה בתא המאחסן נעקוב אחר ביטוי האפקטורים *in planta* תוך הבנת האינטראקציה המתוארת תוביל לחשיפת גורמים גנטיים חדשים שיובילו לפיתוח אמצעים חדשים ידיוותיים להדברת הנמטודות.



## זיהוי חלבון אוירולנטיות של פוזריום המלון והחלבונים הצמחיים הנקשרים אליו

קטיה פשקובסקי, גולן מילר, עמליה בר-זיו ורפאל פרל-טרבס  
הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן, רמת גן 5290002

מחלת הנבילה של מלון נגרמת על ידי הפטריה *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. הפתוגן חודר לשורשים, מתפשט בצינורות העצה, ומפריש שם חלבוני אפקטור המכונים גם גורמי Avr המשתתפים בתהליך ההדבקה. חלבוני NBL צמחיים מקודדים על ידי גנים לעמידות, מזהים את האפקטורים, ומאתחלים תגובת הגנה. באנליזה פרוטיאומית שערכנו זיהינו במוהל העצה חלבון פטרייתי, שהוא כנראה  $Avr^2$ , אשר מזוהה על ידי התוצר של גן העמידות *Fom-2*. במערכת של Yeast two hybrid חלבון העמידות והחלבון הפטרייתי לא נקשרו ישירות, אבל הם עוררו תגובת HR (רגישות יתר) בעלים של טבק הבנתמיאנה. בנינו ספרייה לביטוי של cDNA בשמרים משורשים של מלון מאולח בפוזריום, וסרקנו אותה עם "פיתיון"  $Avr^2$ . בודדנו מספר פלסמידים עם מקטעים של חלבונים צמחיים שונים. אלה ישמשו לנו כנגודת מוצא ללימוד ההיכרות המולקולרית בין מלון לפוזריום ברמת החלבון.



## החלמה מנגיעות נגיפית בזני בטטה ממזרח אפריקה

אלכסנדר סמואלה<sup>1</sup>, ויקטור גאבה<sup>2</sup>, עמית גל-און<sup>2</sup>, ליאת אברהמי מויאל<sup>2</sup>, יהודית תם<sup>2</sup>, ריצ'ארד גיבסון<sup>3</sup>, סטומבה מוקסה<sup>1</sup>, אנטוני אוקירור<sup>1</sup> ופיטר ווסואה<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לייצור חקלאי, אוניברסיטת מקרירי, קמפלה, אוגנדה  
<sup>2</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, בית דגן;  
<sup>3</sup>המכון למדעי הטבע, אוניברסיטת גריניצ', צ'טאם מריטיים, אנגליה

בטטה (*Ipomoea batatas* L.) הוא אחד הגידולים החשובים בארץ ובעולם. אחד הגורמים העיקריים לפגיעה ביבול הבטטות הוא נגיעות נגיפית. באופן מעניין נמצא כי למספר זני בטטה במזרח אפריקה יש יכולת להחלים (Reversion) מהנגיף הנפוץ *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV). יכולת זו נבחנה גם עבור נגיפים ממשפחת ה-*Potyviridae*: *Sweet potato virus C*, SPFMV ו-*Sweet potato mild mottle virus*, משפחת ה-*Closterovirid*: *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV) ומשפחת ה-*Geminivirid*: *Sweet potato leaf curl Uganda virus*. זני הבטטה שנבדקו היו זנים ממזרח אפריקה: New Kawogo, NASPOT 1 ו- NASPOT 11 וזנים מארה"ב: Resisto ו- Beaugard. נוכחות הנגיפים נבדקה ע"י הרכבה של הצמח הנבדק על צמח הבוחן *I. setosa* ובדיקת התסמינים ו/או בטכניקות המבוססות על PCR/RT-PCR. התוצאות הראו שזני הצמחים ממזרח אפריקה החלימו מרוב הנגיפים בקצב מהיר, לעומת זאת מעט מאוד צמחים מזנים שמקורם מאמריקה החלימו מהנגיפים. באופן מעניין אף צמח לא החלים מהדבקה יחידה או כפולה הכוללת את הנגיף-*Sweet potato chlorotic stunt*, והחלמה מהדבקה כפולה התרחשה רק כאשר הנגיפים היו ממשפחת ה-*potyviruses*. בנוסף, צמחים שהחלימו מ-SPFMV הודבקו שנית בהצלחה עם SPFMV ע"י הרכבה אך ללא הצלחה בהדבקה מכנית. צמחים אלו החלימו מההדבקה השנייה בקצב מהיר יותר מההחלמה בהדבקה הראשונה. עוד נמצא שתהליך ההחלמה מתרחש במהירות גדולה יותר עם העלייה בטמפרטורה והוא מוגבר ע"י דישון. לסיכום, עבודה זו מראה שלצמחי בטטה ממזרח אפריקה יש יכולת להחלים מנגיעות נגיפית וליכולת זו יש משמעות בשליטה על מערך הגידול והנגיעות בשדה.

## איפיון תבדידי החיידק *Acidovorax citrulli* שבודדו מסולניים בהשוואה לתבדידים מדלועיים

לאורה צ'לופוביץ<sup>1</sup>, מיכל ראובן<sup>1</sup>, אורית דרור<sup>1</sup>, גל ניסן<sup>1</sup>, שאול בורדמן<sup>2</sup> ושולמית מנוליס-ששון<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון; <sup>2</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, רחובות

מחלת הכתם הגדול החיידקי הנגרמת ע"י הפתוגן *Acidovorax citrulli*, היא מחלה הרסנית הגורמת להפסדים כלכליים ניכרים בגידולי דלועיים בעיקר אבטיח ומלון. המחלה מתבטאת בפגיעה הרסנית בנבטים וצמחים צעירים או בצמחים מניבים, תוך פגיעה ישירה בפרי. ידועות שתי קבוצות גנטיות עיקריות של חיידק זה, כאשר קבוצה I כוללת תבדידים שבודדו ממינים שונים של דלועיים ואילו קבוצה II כוללת תבדידים שבודדו בעיקר מאבטיח. בשנים האחרונות התגלו במשתלות בארץ צמחי עגבנייה וחציל חולים שמהם בודדו חיידקי אסידובורקס. איפיון תבדידים אלו בהשוואה לתבדידים שבודדו מדלועיים (אבטיח ומלון) נעשה באמצעות PCR עם פריימרים ספציפיים לפתוגן, ריצוף של רנ"א ריבוזומלי (16S), אנליזה באמצעות רצפים חוזרניים ERIC, BOX ואנליזה באמצעות Pulsed-Field Gel Electrophoresis. נמצא שהתבדידים מסולניים דומים לתבדידים מקבוצה II. אנליזה של ריצוף בשיטת Nanopore sequencing שנעשתה לאחרונה חיזקה את התוצאות שהתקבלו בשיטות הקודמות. מבחני פתוגניות של התבדידים על פונדקאים שונים כולל אבטיח, מלון, עגבנייה וחציל הראו שהתבדידים מסולניים היו אלימים יותר על עגבניה, חציל ואבטיח בהשוואה למלון. מדידת ביטוי גנים לוירולנטיות בתבדידים השונים הראתה כי באופן כללי ביטוי הגנים היה גבוה יותר כלפי הפונדקאי שממנו בודדו החיידקים לראשונה.

## תובנות חדשות להבנת הבקרה של סינתזת מיקוטוקסין פטולין ע"י פטריית עובש

### *Penicillium expansum*

דיליפ קומאר<sup>1</sup>, יואנה טאנוס<sup>3</sup>, אדוארד סיונוב<sup>2</sup>, ננסי קלר<sup>3</sup>, ודב פרוסקי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, <sup>2</sup>מחלקה לחקר איכות מזון ובטיחותו, מכון וולקני ראשון לציון, ישראל,

<sup>3</sup>מחלקה למיקרוביולוגיה רפואית, אוניברסיטה של ויסקונסין, מדיסון ארה"ב

פטולין (Patulin) - מיוצר ע"י מספר מיני *Aspergillus*, *Penicillium* ו-*Byssochlamys*. המין העיקרי והחשוב מבחינת ההשלכות הבריאותיות הינו *P. expansum*. פטולין יכול להימצא בפירות, גרעינים ומזון אחר אבל הזיהום העיקרי בפטולין הינו בתפוחי עץ מעופשים. פטולין אחראי להשפעות מוטגניות וטוקסית בבעלי חיים ובני אדם. עבודה הקדמית הראתה שיצירת פטולין מבוקרת ע"י הגן האחראי על סינתזה של מטבוליטים משניים, LaeA. אבל העובדה שגן זה מעוכב בנוכחות ריכוזים גוברים של סוכרוז בתנאי in vitro הובילה אתנו לאפיון של הגן CreA המבקר תגובה לסוכרים ב-*P. expansum*. תוצאות של המחקר הראו שגם CreA מבקר סינתזה של פטולין ותוקפנות של הפטרייה בפרי; הדבר מצביע על קשר לתהליכים מטבוליים ראשוניים של סוכרים התורמים בצורה עקיפה לסינתזה של פטולין.

## הגברת עמידות של פירות מנגו אדומים כנגד עקות ביוטיות ואביוטיות לאחר קטיף

פרידיפ קומר, אולג פיינברג, דליה מאורר, סוניה דיסקין, וולו סיוונקליאני ונעם אלקן

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מכון וולקני, ראשון לציון, 7505101

סקירת של למעלה משמונים זני מנגו הראתה כי פירות מזני מנגו אדומים, המכילים יותר אנטוציאנינים, הינם יותר עמידים לאחסון בטמפרטורות תת אופטימליות ולרקבונות הנגרמים מהפטרייה *Colletotrichum*. בכדי לחזק את הממצא כי אנטוציאנין קשור לעמידות הפרי, פירות מנגו 'שלי' נקטפו מהחלק הפנימי והחיצוני של העץ. פירות מנגו המתפתחים בחלקו החיצוני של העץ וחשופים לקרינת שמש צוברים אנטוציאנינים ומפתחים צבע אדום בקליפתם בצד החשוף לשמש לעומת פירות המתפתחים בחלקו הפנימי של העץ אשר יישארו ירוקים. אכן, פירות אדומים הראו עליה משמעותית ברמת האנטוציאנינים, הפלבנואידים והאנטיאוקסידנטים בעוד שמדדי ההבשלה לאורך האחסון נשארו דומים. למרות ההבשלה הדומה, פירות אדומים היו יותר עמידים לצינה, לרקבונות צד ורקבונות עוקץ ולהדבקה ב *C. gloeosporioides*. אכן, קיימת פעילות אנטי-פטרייתית ישירה של עיכוב גידול תפטיר ונביטת נבגי *C. gloeosporioides* על-ידי החומרים האורגניים בקליפת הפירות האדומים, בהשוואה לחומרים שהופקו מפירות ירוקים. באפיון הפלבנואידים והאנטוציאנינים מקליפת הפירות האדומים והירוקים, נמצא כי בקליפת הפרי אותם פוליפנולים קשורים לסוכרים שונים. מעניין לציון, כי הורדת הסוכרים מהפוליפנולים הגבירה באופן משמעותי את הפעילות האנטי-פטרייתית. בנוסף, נמצא כי הפירות האדומים היו עמידים גם בצד הירוק שלהם בהשוואה לפירות הירוקים, תוצאה המצביעה על השראת עמידות. לסיכום, מחקר זה מצביע על יישומים אגרו-טכנולוגיים שונים הקשורים לעמידות פירות אדומים למחלות ולצינה לאחר קטיף לצורך ייצור פרי איכותי יותר והארכת האחסון.

## לקראת תחיית אוסף הפטריות של האוניברסיטה העברית בירושלים

יעל מלר הראל<sup>1</sup>, מילשלין ביבי<sup>2</sup>, הגר לשנר<sup>2</sup>, תמר אבין-ויטנברג<sup>2,3</sup>, יותם ציפר-ברגר<sup>2</sup>, גילה כחילה ברגל<sup>2,4</sup>, רוזה גופמן<sup>1</sup>, שי קובו<sup>5</sup>

<sup>1</sup>האגף לנגעי ומחלות צמחים, השירותים להגנת הצומח ולביקורת

<sup>2</sup> אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>3</sup>המכון למדעי החיים ע"ש אלכסנדר סילברמן, הפקולטה למתמטיקה ומדעי הטבע, האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>4</sup>בית הספר לרפואה וטרינרית, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>5</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

בירושלים

אוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטה העברית בירושלים כוללים כ-12 אוספים מתחומים שונים, ביניהם אוסף הצמחים הלאומי. באוסף הצמחים שמורה קולקציה נדירה של פטריות פתוגניות לצמחים שנאספו על ידי פרופ' טשרנה רייס (Tscharna Rayss; 1890–1965) במחצית הראשונה של המאה העשרים. האוסף מכיל אלפי דגימות של צמחים עם מחלות פטרייתיות שנאספו בארץ ובעולם, זוהו וקוטלגו על ידי פרופ' רייס.

במהלך הסמינר נציג כיצד לאחר עשרות שנים של תרדמה, אוסף הפטריות חוזר לחיים. האוסף נמצא בתהליכי קיטלוג דיגיטלי לבניית מאגר מידע לרשותה של קהילת החוקרים. נציג שתי דוגמאות של דגימות משנות הארבעים שעברו בהצלחה זיהוי מולקולרי ומראות שהאוסף יכול לשמש כמקור של חומר ביולוגי למחקרים שונים. בנוסף, לאחר שנים של חוסר פעילות התעוררותו לחיים של האוסף, בעל ההכרה הבינלאומית, מאפשר הפקדה ותיעוד של מינים חדשים, כפי שבוצע לפני מספר חודשים. מכאן, האוסף הישן מהווה משאב יקר ערך המאפשר מחקריים עתידיים בתחומי פיתופטולוגיה, אקולוגיה ואבולוציה.

## הרצאה מוזמנת



### התנהגות נחילית – הארבה כמודל – מביולוגיה ועד רובוטיקה

אמיר אילי

בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

התופעה המרהיבה של צעידה מתואמת בארבה, כאשר נחילים המונים מיליוני פרטים נעים לאורך מאות קילומטרים כשהם מכלים בדרכם בתי גידול טבעיים ומעשה ידי אדם, ממשיכה מאז ימי קדם לאיים על החקלאות ולאתגר את המדע. אחת הסיבות העיקריות לכך היא שאין לנו מספיק הבנה של כמה מעקרונות היסוד שבבסיס ההתנהגות הקולקטיבית-המתואמת והדינמיקה שלה. עקרונות אלה כוללים שאלות מפתח לגבי הביולוגיה של הארבה, כמו גם היבטים אחרים, כלליים-תיאורטיים של התופעה. כדי להתמודד עם בעיות אלה, אימצנו מספר גישות ושיטות משלימות: (א) הארבה נחקר בתנאים מבוקרים במעבדה, (ב) מעקב אחר חגבים בודדים בנחיל ושיטות ניתוח חדשניות מספקים תובנות על ההתנהגות הדינמית של הפרט והקבוצה, (ג) מודלים תיאורטיים מסייעים בהבנת האינטראקציות בין החגבים לבין עצמם ובין הפרט לקבוצה, (ד) מניפולציות מבוקרות של הסביבה וסימולציות של החלטות הפרט והנחיל בתגובה לשינויים בסביבה מאפשרים להבין את האינטראקציות בין הפרט, הנחיל והסביבה. לבסוף, (ה) כל האמור לעיל נעזר בפיתוח של בינה מלאכותית ורובוטיקה בהשראת הארבה. אלה בתורם יספקו אמצעים לאימות הממצאים שלנו, בדיקת תחזיות ויישום רעיונות חדשים. ההרצאה תדגים את הגישה רבת הרבדים שלנו על-ידי סקירת ממצאים אחרונים, כאלה שפורסמו וגם כאלה שעדיין לא, ועל ידי תיאור מספר שיתופי פעולה וכיווני מחקר עתידיים.

## הרצאה מוזמנת

**ממחקרים בהתקני מיקרופלואידיקה לאדמה מהטבע: תפקיד המטבוליטים המשניים המיוצרים ו/או מופרשים מצמחים באינטראקציות מעל ומתחת לאדמה**

אסף אהרוני

המחלקה למדעי הצמח והסביבה, מכון ויצמן למדע

צמחים מייצרים למעלה משלוש מאות אלף חומרים וככל הנראה בהרבה יותר. למרות היותנו רחוקים מלהבין את תפקידם של חומרים אלו בחיי הצמח רובם ככל הנראה אמצעים בהגנת הצמח. ייצורם של חומרים אלו הינו במקרים רבים קבוע ובאחרים מושרה במהלך התפתחות או בתנאי סביבה שונים. המחקר במעבדתנו מתמקד בהבנת בקרת הצמח על המסלולים המטבוליים בזמן ובמקום ובהקשר לאינטראקציה עם אורגניזמים אחרים בסביבת הצמח. מספר קבוצות כימיות הנוצרות בשכבת תאי האפידרמיס, חלקן מעורבות בבניית הקוטיקולה, שכבה שומנית המכסה את כל חלקי הצמח העילאיים, הינן מטרות חשובות במחקרנו. המחקר משלב מספר מערכות ניסוייות ובכללן מיקרופלואידיקה, הידרופוניקה ואדמה מהטבע. בהרצאה זו אתן מספר דוגמאות של עבודות שבהן נחקרו הביוסניטזה, מעבר ובקרה של מסלולים מטבוליים בחלקי צמח עילאיים ומתחת לאדמה והקשורות להגנת הצמח באמצעות מגוון טכנולוגיות 'אומיקס' ובשילוב עם גנטיקה. כחלק מגישה מחקרית רב-מערכתית זו משולבים גם ניסויים בהנדסה מטבולית שתוצאתם הרכבה של מסלולים מטבוליים וחומרים בצמחים שלעולם לא ייצרו את חומרים הללו. צמחים מהונדסים אלה הינם כלי מחקר מדרגה ראשונה להבנת פעילותם של קבוצות כימיות ספציפיות בתגובת הצמח לפתוגנים ולאינטראקציות (כולל חיוביות) בכלל. כדוגמא עכשווית לכך הראינו לאחרונה שפיגמנטים הנחשבים לבעלי פעילות במשיכת מאביקים לפרח הינם ככל הנראה בעלי תפקיד נוסף בהגנה על הצמח. לבסוף, בהרצאה אתאר ניסיונות ראשוניים לבצע פעילות מחקרית מסוג זה בטבע ולא רק בתנאי מעבדה ולשלב מספר אורגניזמים שונים במערכת ניסויית אחת.

**ישיבה ה'  
אפידמיולוגיה של מחלות הנגרמות ע"י  
וירוסים**

**יו"ר דר' אביב דומברובסקי**





## בחינת יכולת ההפצה של ToBRFV באמצעות דבורת הבומבוס (*Bombus terrestris*) בצמחי עגבניות

נעמה לויצקי<sup>1,2</sup>, ילנה בקלמן<sup>1</sup>, אלישבע סמיט<sup>1</sup>, נטע לוריא<sup>1</sup>, יניב מזרחי<sup>1,3</sup>, עודד  
לחמן<sup>1</sup>, אביב דומברובסקי<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מכון וולקני, ראשון לציון

<sup>2</sup> החוג לקיימות וסביבה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר-אילן

<sup>3</sup> החוג לאגרואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

נגיף הקמטים החומים בעגבנייה (*Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) זוהה בארץ בשנת 2014. הנגיף הופץ אל מרבית אזורי גידול העגבניות בארץ. תסמיני המחלה הנגרמת מ-ToBRFV כוללים נימור מוזאיקה ע"ג העלים, החמות ע"ג הגבעול ושדרת הפרי וכתמי צבע בהירים-צהובים בפירות. ToBRFV שייך לסוג *Tobamovirus*, נגיפים מקבוצה זו משתמרים בקרקע לפרקי זמן ממושכים וידועים ביכולת הפצה גבוהה במגע מכאני (יד, כלים חקלאיים). גידול צמחי עגבנייה בחממות דורש ביצוע פעולות אגרוטכניות כך שאירועי הדבקה עשויים להתרחש לכל משך הגידול. הגנים לעמידות המשולבים בזני העגבנייה המסחריים *Tm-1 Tm-2 Tm<sup>2</sup>* אינם מגינים מפני הדבקה ב-ToBRFV. דבורי הבומבוס (*Bombus terrestris*) משמשות כמאביק הנפוץ ביותר בגידולי עגבניות. בישראל, גדלים כ-22,000 דונם של עגבניות בבתי צמיחה המאובקים בלעדית על ידי דבורי הבומבוס. מטרת העבודה: לימוד ההפצה של ToBRFV באמצעות דבורי בומבוס. תוצאות סקר לזיהוי ToBRFV בכורות שנאספו מחממות עגבנייה נגועות בנגיף מצא כי הנגיף נוכח בכל רכיבי הכוורת (חלת הכוורת וחיפוי הכותנה) ובדבורי הבומבוס הבודדות כשריכוז הנגיף הגבוה ביותר נמצא בבטן הדבורה. הפקה של תכשיר נגיף מנוקה מחלת כוורת הנגועה בנגיף שימשה לזיהוי: מולקולרי באמצעות RT-PCR, מורפולוגי במיקרוסקופ אלקטרוני ולמבחן ביולוגי. נערכו ניסויים ביולוגיים לבדיקת יכולת ההפצה של ToBRFV על ידי כוורת דבורי בומבוס שנאספו מחלקות עגבנייה מסחריות נגועות בנגיף. מהתוצאות שהתקבלו, נצפתה נגיעות של 59% בבית הזכוכית, 22% ו-11% בבית הרשת. בהתבסס על התוצאות המחקר, הוכחנו כי דבורי הבומבוס סופחות את הנגיף על גופן ומשמרות אותו ברכיבי הכורות. כך שדבורי הבומבוס תורמות להפצה של ToBRFV מצמחים נגועים לצמחים שכנים בריאים ובכך מתוספות אל צורות ההפצה המכאניות.



## מעורבות הגנים *CsRDR1b* ו-*CsRDR1c* בהגנה

### בפני וירוסים במלפפון

דיאנה ליבמן<sup>1</sup>, דליה וולף<sup>2</sup>, מיכאל קרבציק<sup>1</sup>, בקלה אבאביה<sup>1</sup>, יוליה שניידר<sup>1</sup>,  
אורית עמיר-שגב<sup>2</sup>, מיטל שטרקמן<sup>1</sup>, מלניה פרלסמן<sup>1</sup> ועמית גל-און<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה וחקר עשבים; <sup>2</sup> המחלקה לחקר ירקות, מכון וולקני, ראשון לציון

לגנים RNA-dependent RNA polymerases (RDR) תפקיד חשוב בהגנה מפני נגיפים ובבקרת גנים צמחיים. פעילותם מבוססת על סנתזה של RNA דו-גדילי (dsRNA) המהווה תבנית למערכת השתקה Gene silencing. האנזים RDR1 מעורב בהגברה של dsRNA וויראלי כחלק ממערכת ההשתקה לפירוק גנום הנגיף. במלפפון אפיינו לראשונה 4 גנים של *CsRDR1* (*RDR1a, b, c1, c2*) המתבטאים ברמות שונות לפני ואחרי הדבקה בנגיפים שונים. הגנים *CsRDR1a,b,c* בעלי הומוולוגיה של 60-58% ברמת חומצות אמיניות בעוד שהגנים *CsRDR1c1,c2* כמעט זהים (97% הומוולוגיה), כאשר לכל 4 הגנים רצף שונה של פרומוטר. ביטוי גבוה של *CsRDR1b* אופייני בזני מלפפון בעלי עמידות חלקית למספר וירוסים, בעוד שהגנים *CsRDR1c1,c2* אינם מתבטאים בצמחים בריאים. בהדבקת מלפפון בנגיפים שונים אופיינה עליה מתונה בגן *CsRDR1b* ועליה דרמטית בביטוי של הגנים *CsRDR1c1,c2*. ביטוי שונה של *CsRDR1b* לעומת *CsRDR1c1,c2* מרמז על בקרה שונה של גנים אלו. הקשר בין רמת הביטוי של *CsRDR1b* עם עמידות לוירוסים שונים מחזק את ההנחה שגן זה הוא גן לעמידות ייחודי. באמצעות מערכת ה-CRISPR/Cas9 יצרנו מגוון של מוטנטים בגנים *rdr1b* ו-*rdr1c1,c2*. פגיעה בגנים אלו הביאה להחמרה בתסמיני הנגיף ביחד עם עליה בהצטברות הנגיף. צמחים בעלי מוטציה הומוזיגוטית בגנים *rdr1b* (חסר של 34 בסיסים) ו-*rdr1c* (חסר של 2 ו-1 בסיסים בגן *rdr1c1* ו-*rdr1c2* בהתאמה) הראו רגישות מוגברת להדבקה ב-CMV לאחר 4 ימים מהדבקה, כאשר במוטנטים של *rdr1c* הדבקה ב-CMV גרמה לתמותת הצמחים 6 ימים לאחר הדבקה. החמרת תסמינים התקבלה גם אחרי הדבקה ב-CVYV, בעוד שהרגישות להדבקה ב-ZYMV הייתה פחות. ראוי לציין, שמוטנטים של *rdr1c* הראו תסמינים ויראליים חזקים יותר מאשר מוטנטים של *rdr1b*. הבקרה של הגנים *CsRDR1b* ו-*CsRDR1c1,c2* נלמדת במעבדתנו כחלק מהבנת מנגנון ההשתקה הייחודי לצמחי דלועיים.



## הופעת לוויין בטא בארץ והשפעתו על עמידות גנטית לווירוס צהבון האמיר של העגבניה

דנה גלברט ומשה לפידות

המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון

להדבקת צמחים בוורוס נילווים לעיתים גורמים אינפקטיביים נוספים, שאינם שייכים לוורוס התוקף את הצמח. גורמים אלה נספחים במהלך ההדבקה לוורוס התוקף אשר מאפשר את שיכפולם ומשמש עבורם כווירוס מסייע. אחד מהגורמים הללו נקרא לוויין, כאשר הלוויין אינו מסוגל להשתכפל בעצמו והוא נסמך על הווירוס המסייע לשיכפול, מתעטף בחלבון המעטפת של הנגיף, ומועבר מצמח לצמח כמו הנגיף. בשנת 1997 זוהה לראשונה לוויין שחומצת הגרעין שלו היא דנ"א ונקרא לוויין בטא. מאוחר יותר נמצא כי לווייני בטא נפוצים מאד באזור דרום מזרח אסיה, תמיד באסוסיאציה עם ווירוסים בעלי גנום אחד ממשפחת ווירוסי הבגומו – כמו ווירוס צהבון האמיר של העגבניה. כמעט בכל המקרים בהם נמצא לוויין בטא הוא גרם להחרפת תסמיני המחלה של הצמח הנגוע. גנום הלוויין מקודד לחלבון אחד בלבד כאשר חלבון זה הוא מדכא של מנגנון ההשתקה הצמחי. כיום מניחים שדיכוי מערכת ההשתקה ע"י לוויין הבטא הוא הגורם להחרפת תסמיני המחלה כאשר הצמח מודבק בוורוס ובלוויין גם יחד. בשנת 2013 נערך ניסוי שדה בירדן אשר בחן את רמת העמידות של קווים שונים של עגבניה לוורוס צהבון האמיר. חלק מהקווים העמידים הראו באופן מפתיע סימפטומים חריפים של מחלת צהבון האמיר. נמצא כי הצמחים היו נגועים גם בוורוס וגם בלוויין בטא, אשר כפי הנראה גרם לשבירת העמידות ולהחרפת תסמיני המחלה. לקראת סוף שנת 2016, נראו תסמיני מחלת צהבון האמיר יוצאי דופן בחריפותם בזן העגבניות דיאגרמה, זן בלתי מסיים בעל עמידות לצהבון האמיר, בחממות במושב רוויה. נמצא כי הצמחים נגועים בוורוס צהבון האמיר ובלוויין בטא. הנחת העבודה שלנו היא כי הופעת לוויין בטא בארץ גרמה לשבירת העמידות למחלת צהבון האמיר בזן דיאגרמה.



## ההרכב הגנטי של אוכלוסיות נגיף ה-PVY בתפוחי אדמה בישראל

ליאת אברהמי מויאל<sup>1</sup>, יהודית תם<sup>1</sup>, נועה סלע<sup>1</sup>, מנחם ברונשטיין<sup>1</sup>, רן שולחני<sup>1</sup>, ציון דר<sup>2</sup>,  
וויקטור גאבה<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, ראשון לציון ;  
<sup>2</sup> שירותי הדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

גידול תפוחי אדמה בישראל הוא הגדול בהיקפו בארץ. הנגיף העיקרי אשר פוגע בתפוחי אדמה בכל רחבי העולם הינו PVY (*Potato virus Y*). רצפי הנגיף השלם שבודדו ממקומות רבים בעולם מראים כי קיימים 5 גזעים לא רקומביננטיים ו-36 גזעים רקומביננטיים. עד כה, רצפים שלמים של הנגיף בישראל לא דווחו ועל כן המבנה הגנטי של אוכלוסיית ה-PVY בישראל לא ידוע. בין השנים 2014-2017 נאספו במעבדתנו פקעות תפוחי אדמה נגועות ב-PVY שמקורן משדות שונים בריחבי הנגב הצפון מערבי. על מנת לזהות את הגזעים של ה-PVY בפקעות הנגועות השתמשנו ב-multiplex PCR שבה מתקבל דגם תוצרי PCR אופייני לכל רקומביננט בהתאם לפולימורפיזם באזורים החובקים את אתרי הרקומבינציה של הרקומביננטים השונים (Chihk-Ali et al, 2013). בתוצאות התקבלו 5 דגמים שונים של תוצרים, דבר שרמז על קיומם של 5 רקומביננטים שונים. על מנת לאמת את תוצאות הבדיקה ריצפנו כל אחד מהדגמים בריצוף עמוק של Illumina MiSeq וגילינו ששלושה דגמים שונים מייצגים רקומביננט אחד המזוהה במאגרי הגנומים העולמי כ-PVY-NTNa, והשניים האחרים הם רקומביננטים המזוהים כ-PVY-NWi ו-PVY-SYRIII. בהתאם לנתוני הרצפים המלאים שינינו את ההרכב הפריימרים ב-multiplex PCR כך שכרגע הבדיקה מסוגלת לזהות ולהבדיל בין גזעי ה-PVY הישראליים בצורה ספציפית ואמינה יותר. אנליזת אוכלוסיות ה-PVY בתפוחי אדמה מאזור הנגב הצפון מערבי בין השנים 2014-2017 מראה כי בכל אחת מהשנים רוב הגזעים בשדות הם גזעים רקומביננטיים כשהעיקרי בהם הוא NTNa. באופן מעניין נמצא רק פעם אחת גזע הורי לא רקומביננטי, PVY-O. בנוסף, הרקומביננט SYRIII, שבדרך לראשונה מסוריה, נמצא בבדיקה שלנו רק בשנת 2015. בדיקת ה-multiplex PCR שפותחה בעבודה זו ומאפשרת לזהות ולהבדיל בין הגזעים השונים של ה-PVY יש חשיבות בתחום הדיאגנוסטיקה, ביכולת להבין את מקור ההדבקה ובהבנת הדינמיקה של אוכלוסיית ה-PVY בישראל.

## השפעת הטמפרטורה על התמוטטות צמחי מלפפון בזמן הדבקה משולבת במיני פיתיוס

### ונגיף ה-*CGMMV*

פילוסוף עמית מרי<sup>1,2</sup>, דומברובסקי אביב<sup>1</sup>, אלעד יגאל<sup>1</sup>, קורן אמנון<sup>3</sup>, לכמן עודד<sup>1</sup> גייסוואל אמית<sup>1</sup>, אבו-מוח פאוזי<sup>1</sup>, מור נטע<sup>4</sup> ופרנקל עומר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>פתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון, <sup>2</sup>אגרוקולוגיה ובריאות הצמח, פקולטה לחקלאות מזון ואיכות הסביבה, רחובות, <sup>3</sup>משתלות חישתיל<sup>4</sup> שה"מ

הדבקה משולבת של צמחים במספר מיני פתוגנים עלולה להתבטא בסימפטומים שונים וחמורים יותר בהשוואה להדבקה בכל פתוגן בנפרד. בשנים האחרונות נצפו בחממות עמק חפר התמוטטויות ועיכובי צימוח של צמחי מלפפונים בוגרים. נמצא שהצמחים המתמוטטים היו נגועים בנגיף ניקוד ומוזאיקה של עלי המלפפון (*Cucumber Green Mottle Mosaic Virus* (*CGMMV*)) המשתייך לסוג *Tobamovirus*. בנוסף, הצמחים המתמוטטים היו נגועים בקיץ ובסתיו בפתוגן *Pythium aphanidermatum*, הידוע כגורם בעונות החמות למחלת חולי נופל (מקמקת). בחודשי החורף והאביב היו הצמחים נגועים בעיקר במין פחות מוכר בארץ, *P. spinosum*, הידוע בעולם כמחולל מחלה בטמפרטורות נמוכות יותר. השערות המחקר הן א) קיים אפקט סינרגיסטי של עוצמת המחלה המתפתחת בעקבות ההדבקה המשולבת בנגיף *CGMMV* עם מיני הפיתיוס; ב) הטמפרטורה משפיעה באופן משמעותי על עוצמת ההדבקה המשולבת בפיתיוס החורפי בהשוואה לפיתיוס הקיצי. תחילה, שני מיני ה-*Pythium* נבדקו בתאים מבוקרי טמפרטורה (18, 25 ו-32 מ"צ) ללא הנגיף. תמותת צמחי המלפפון מ-*P. spinosum* הייתה גבוהה משמעותית ב-18 מ"צ בעוד שב-32 מ"צ לא התרחשה כלל תמותה. התמותה מ-*P. aphanidermatum* הייתה גבוהה משמעותית ב-32 מ"צ ו-25 מ"צ בהשוואה ל-18 מ"צ. בהמשך הניסוי, הצמחים שאוכלסו על ידי הפיתיוס הודבקו בנוסף גם בנגיף. כתוצאה מכך נצפתה השפעה סינרגיסטית על שעור התמותה אשר עלתה בכל שילובי הטמפרטורות (ובכלל זה 50 אחוזי תמותה בצמחים שהודבקו ב-32 מ"צ ב-*P. spinosum*) בהשוואה לצמחים שהודבקו בנגיף לבדו או בפיתיוס לבדו בהם לא תועדה כמעט תמותה מאוחרת בטמפרטורות השונות. ניתן להסיק כי השילוב של נגיף ה-*CGMMV* ומיני הפיתיוס לוקחים חלק בתופעת ההתמוטטות, ומחמירים אותה גם בתנאים תת-מיטביים לפתוגן.

**ישיבה ו'**

**מקורות עמידות בממשק הדברה להתמודדות  
בפני מחלות**

**יו"ר דר' מגי לוי**

## עמידות לכשותית הדלועים בקווי טיפוח של מלפפון

דניאל כץ, רבקה המר, יריב בן נעים, יגאל כהן

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן, ישראל 5290002

כשותית הדלועים הנגרמת ע"י האוואמיצט *Pseudoperonospora cubensis* הינה מחלה הרסנית של דלועים ברחבי העולם. לאחר התעוררות מחודשת של המחלה בישראל בשנת 2002 ובארה"ב בשנת 2004, הופיעו תבדידים בעלי זוויגיות חדשה שהובילו לשבירת כל העמידויות בזני התרבות המסחריים (1). בעבודה זו, אנו מדווחים על עבודה רב-שנתית מוצלחת ליצירת קו מלפפון בעל עמידות למירב התבדידים של *P. cubensis*. שני זני בר של מלפפון בעלי עמידות למחלה, אך בעלי איכות פרי ירודה - PI-197088 ו-PI-330628 נבחרו לניסוי. הקווים חולקים ביניהם מספר גנים לעמידות, אך לא את כולם. בשלב ראשון, כל קו עבר הפרייה עצמית לייצוב העמידות גנטית ולאחר מכן, שני הקווים עברו הפרייה הדדית לקבלת מכלוא F1. לאחר הפרייה עצמית במשך שלושה דורות נוספים, מכלוא F4 עבר הכלאה עם זן תרבות, רגיש לכשותית. צמחים מאוכלוסיית F2, אשר הראו עמידות לתבדידי המחלה ואיכות פרי גבוהה, עברו הכלאה חוזרת עם ההורה מזן התרבות הרגיש. לאחר שישה דורות של סלקציה וטיפוח לעמידות ואיכות, קיבלנו קו מכלוא יציב בעל עמידות גבוהה ואיכות מעולה. בנוסף, אנו מדווחים על מספר אתרים בגנום (QTL's) אשר נמצאים בתאחיזה לעמידות כנגד מספר רב של תבדידים. בשנים 2016 ו-2017 נבחנו העמידות נגד שבעה תבדידים שונים של הפתוגן, באוכלוסיית F2 מתפצלת (SMR-18 X PI-197088, n=170) בשדה ובמעבדה. לשם הניתוח הגנוטיפי נעזרנו בטכנולוגיית NGS, על מנת לקבל אלפי SNP's פולימורפים בתוך האוכלוסיות הנ"ל. אתרי ה-QTL הספציפיים שהתקבלו כנגד כל תבדיד הם: 23C – שני אתרים בכרומוזום 4 ושניים בכרומוזום 5; Pol.1 – אתר אחד בכרומוזום 1, אחד בכרומוזום 4 ושניים בכרומוזום 5; Pol.4 – שני אתרים בכרומוזום 7; US506 – שני אתרים על כרומוזום 1 ושניים על כרומוזום 2; 81C – שני אתרים בכרומוזום 4 ושניים בכרומוזום 5; 88C – שני אתרים בכרומוזום 3 ואחד בכרומוזום 6; 90C – אתר אחד בכרומוזום 1, שניים בכרומוזום 4 ושניים בכרומוזום 6; תבדיד שדה 2016 – שני אתרים בכרומוזום 3 ואחד בכרומוזום 5; תבדיד שדה 2017 – אתר אחד בכרומוזום 4 ואחד בכרומוזום 5. הנתונים הללו תומכים בתיאוריה שהורשת העמידות הינה תלויית תבדיד (2). כמו כן Wang et al (3) זיהה אף הוא 11 QTL's כנגד כשותית הדלועים באוכלוסייה דומה, ואלו יכלו להסביר 73.5% מפנוטיפ העמידות.



## חיפוש מקור גנטי להתמודדות עם מחלת הצהבון בגזר

דור המרשלק<sup>1,2</sup>, ציון דקו<sup>3</sup> ואופיר בהר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון; <sup>2</sup> החוג לאגרוקולוגיה

ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית;

<sup>3</sup> מו"פ עמק המעינות

מחלת הצהבון בגזר גורמת לנזקים קשים לתעשיית הגזר בארץ ובעולם. עיקר הנזק נגרם כתוצאה מפגיעה באיכות הגזר וביבול. היסטורית, המחלה משויכת לחיידקים תוך-תאיים, אובליגטוריים, כגון פיטופלסמה וספירופלסמה, אך לאחרונה נמצאה בשיוך הדוק ביותר עם החיידק *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Lso). הינו חיידק אובליגטורי המועבר ע"י וקטורים חרקים כגון *Bactericera trigonica* או *Trioza apicalis* (פסילות גזר), ישירות לרקמות השיפה, שם הוא מתרבה ומתפשט. אופן ההתמודדות העיקרי עם המחלה הוא ריסוס כימיקלים אינטנסיבי המכוון כנגד הפסילה, ויעילותו אינה מספקת. מיקומו של החיידק בתאי השיפה מונע את חשיפתו ישירות לחומרי הדברה, דבר המקשה על הדברתו באמצעים סטנדרטיים. כיום לא ידוע על עמידות גנטית למחלות הנגרמות על ידי ליבריבקטר. במחקר זה ביצענו סריקת זני גזר תחת ההשערה שסריקת מגוון רחב של זנים תצביע על טיפוס בעל סבילות גבוהה יותר למחלה מהזנים התרבותיים המקובלים. טיפוס שכזה יוכל לשמש בסיס לתוכניות טיפוח גזר ובנוסף לסייע בהבנת אופן ההתמודדות של צמחים עם מחלות ליבריבקטר. הערכה ראשונית של תסמינים נערכה עם נבטים של 99 זני גזר, אך לא זוהה טיפוס מצטיין. בשלב הבא, נשתלו 99 זני הגזר בשדה מסחרי. לאורך הגידול נוטרה אוכלוסיית הפסילה, מספר ההטלות בזנים השונים, ובסוף הגידול נאספו הגזרים וחומרת המחלה בזנים השונים הוערכה. גילינו כי הזנים האסייטיים סבילים יותר ביחס למערביים, וכי קיים קשר חיובי בין הטלות לחומרת המחלה בקבוצה זו. בניסוי כולו, עשרים וחמישה זנים הציגו פחיתה משמעותית בתסמינים ביחס לזן המסחרי, וכ-88% מדוגמאות הגזרים שהציגו תסמינים נמצאו חיוביות בבדיקות מולקולריות, וזאת בכדי לחזק את שיוך Lso למחלה. בהמשך, נעצב ניסוי הדבקה מכוונת לזיהוי וברירתו של טיפוס בעל סבילות הדירה למחלת הצהבון.



## עמידות אבטיח לקימחון הדלועים תלויה בפלואידיות ובכירות

יריב בן נעים, רבקה המר, שני יעל-דגן ויגאל כהן

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן, ישראל 5290002

מחלת קימחון הדלועיים הנגרמת על ידי *Podanthera xanthii* הינה מחלה חמורה באבטיח אשר תוקפת בכל עונות השנה ובכל אזור. נכון להיום, זנים מסחריים, דיפלואידים או טריפלואידים (חסרי זרעים) רגישים באופן מוחלט לקימחון. לפיכך, חקלאים מסתמכים בעיקר על תכשירים כימיים לבקרת המחלה. מחקרי הורשה שביצענו הראו כי העמידות נגד הגזעים W1 ו W2, של *P. xanthii* המתקבלת ממקורות העמידות PI 189225, BIU-119 ו PI 482312 (*Citrullus lanatus var. citroides*) נשלטת על ידי גן יחיד בעל דומיננטיות חלקית בשלב הפסיג, אך גן נוסף בעל אפקט אדיטיבי נדרש לעמידות מלאה בתנאי שדה. בעבודה זאת אנו מראים כי התקדמות המחלה בתנאי שדה תלויה הן בנוכחות הגן לעמידות והן ברמת הפלואידיה. קווי אבטיח טרהפלואידי (עמיד, R או רגיש, S) פותחו על ידי טיפול בכולכיצין. צמחי אבטיח 4n שהוגדרו כמוכפלי גנום בהתאם לפנוטיפ עברו הכלאה עצמית. פוריותם נבדקה במשך שני דורות ולאחר מכן הוכלאו עם קווים דיפלואידים (עמידים או רגישים) ליצירתם של ארבעה קווי מכלוא (3n, ללא זרעים) של הצרופים הבאים:  $4n(R)x2n(R)$ ,  $4n(R)x2n(S)$ ,  $4n(S)x2n(R)$  ו-  $4n(S)x2n(S)$ . ארבעת מכלואים אלו יחד עם מכלואי F1 דיפלואידים  $2n(R)x2n(S)$  ומכלואי F1 טרהפלואידים  $4n(R)x4n(S)$  נבדקו לעמידותם לקימחון בתנאי שדה במהלך ארבע עונות (2016-2017). התוצאות הראו כי  $2n(R)x2n(R)$  ו-  $4n(R)x4n(R)$  היו הקווים העמידים ביותר. מכלואי F1 דיפלואידים  $2n(R)x2n(S)$  ומכלואי F1 טרהפלואידים  $4n(R)x4n(S)$  הציגו עמידות חלקית והיו בעלי עמידות זהה. קווי המכלוא חסרי הגרעינים  $4n(R)x2n(S)$  היו עמידים יותר מאשר קווי מכלוא חסרי גרעינים מההכלאה ההפוכה  $4n(S)x2n(R)$ . הקווים הרגישים ביותר היו קווי מכלוא בהם שני קווי ההורים היו חסרי גנים לעמידות וכן כל הזנים המסחריים. כאשר קווי המכלוא וקווים מסחריים הוערכו לחומרת המחלה במהלך עונת הגידול, נרשמו הבדלים משמעותיים ב- AUDPC בין הקווים בהתאם לזמן הפריחה. קווים בכירים היו רגישים יותר (המחלה הופיעה מיד עם השתילה) בעוד שבקווים אפילים הופיעה המחלה בשלב מאוחר יותר מיד לאחר החנטה. למרות ההבדל בעמידות בהתאם לבכירות, חומרת המחלה עלתה בחדות מספר ימים לאחר החנטה בקווים האפילים. אנו מסיקים כי עמידות לקימחון באבטיח תלויה ברמת הפלואידיה, בהרכב האללים לעמידות ובכירות או אפילות הזנים.



**איתור חומר גנטי עמיד של צמחי תות שדה *Fragaria x ananassa* כנגד  
הפטרייה הפתוגנית *Macrophomina phaseolina* ובחינת השונות הגנטית  
של הפטרייה בישראל**

בר פיקל<sup>1</sup>, ניר דאי<sup>2</sup>, מרסל מימון<sup>1</sup>, מירב אלעזר<sup>1</sup>, זכריה תנעמי<sup>2</sup>, עומר פרנקל<sup>1</sup>,  
מוחמד אבו טועמה<sup>3</sup>, נטע מור<sup>3</sup>, עמיר שרון<sup>4</sup> וסטנלי פרימן<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים; <sup>2</sup> המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, מרכז וולקני,  
ראשון לציון; <sup>3</sup> שרותי ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות; <sup>4</sup> הפקולטה למדעי החיים, המחלקה  
לביולוגיה מולקולרית ואקולוגיה של צמחים, אוניברסיטת תל-אביב

הפטרייה *Macrophomina phaseolina* היא פטריית קרקע טיפוסית הגורמת למחלות ריקבון שורשים (root rot) וריקבון פחם (charcoal rot). עד כה דווח על כ- 500 משפחות של מינים בוטניים הנתקפים ע"י פטרייה זו, ביניהם תות שדה. גידול תות שדה בארץ התבסס עד לשנת 2010 לערך, על חיטוי הקרקע ב- מתיל ברומיד. חומר זה יצא משימוש במקביל להתפרצות המחלה. הנחת העבודה הכללית היא שקיים חומר צמחי בעל שונות גנטית לעמידות למחלה בהיסתמך על מימוש אסטרטגיה זו במינים בוטניים אחרים. שיטות אילוח שונות נבחנו בתות שדה בניסיון לאתר סבילות או עמידות לפטרייה כולל שיטת ה"אילוח בקיסם" המקובלת כיום ומהעבודה שלנו, מסתמנת כלא בררנית ואגרסיבית לעומת שיטות אילוח מלאכותי של קשיונות מיובשים מעורבבים לתוך מצע הגידול או בהגמעת המידבק שנמצאו מתאימות כחלופות בררניות יותר. בסריקה של זני תות שדה נמצאה שונות גבוהה ברגישות למחלה בשדה בקרקע מאולחת באופן טבעי ובבית גידול במצע מנותק בתנאי גידול זהים. על מנת ללמוד על השונות הגנטית של הפטרייה 195 תבדידי *M. phaseolina* שבודדו מתות שדה, 8 תבדידים שבודדו ממלון מישראל ו-8 תבדידים של מלון ותות שדה מקליפורניה נבחנו בשיטת Arbitrary-primed PCR ונמצא שישנה שונות גנטית בתבדידים שבודדו מתות שדה לעומת מלון ומישראל לעומת קליפורניה. הקבוצות אשר יאופיינו בהמשך יעברו אנליזה בשיטת SSR genotyping. ניסויי פתוגניות יבוצעו בתבדידים שבודדו מתות שדה על מלון ולהיפך בניסיון ללמוד על הספציפיות לפונדקאי.

**ישיבה ז'  
פיתוח מדבירים ביולוגיים**

**יו"ר דר' חגי קרחי**



## אנדופיטים מסריחים - מסתבר שיש הפתעות בחיים

דוד עזרא

המחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, ראשון לציון

אנדופיטים הינם מיקרואורגניזמים החיים את מרבית מחזור חייהם בתוך הצמח מבלי לגרום לתסמינים חיצוניים. מרבית האנדופיטים מנהלים חיי שיתוף עם הצמח המאכסן ואף תורמים לו במגוון דרכים בנהם עידוד גדילה והגנה בפני עקות ביוטיות ואביוטיות. חלק מהאנדופיטים מפרישים לסביבתם חומרים משניים בעלי פעילות ביולוגית, אותם הם מייצרים במסגרת הלוחמה הביולוגית - כימית שהם מנהלים כנגד מתחרים. במרבית המקרים חומרים אלה מופרשים לסביבה כחומרים מסיסים. במספר מקרים, הסתבר שהפעילות הביולוגית נובעת מחומרים נדיפים המופרשים על ידי האנדופיט. פטריות ידועות כיצרניות חומרים נדיפים, עם זאת מספר הדיווחים המתיחסים לפעילות הביולוגית של חומרים אלה אינו גדול. במסגרת פרויקט לבידוד ואפיון אנדופיטים פוטנציאלים לשימוש כמדבירים ביולוגיים בעצי פרי, זיהינו פטרייה שהפיקה ניחוח פירותי כשגודלה על מצע תפוחי אדמה במעבדה. הריח הייחודי סיקרן אותנו ולכן, הפטרייה והנדיפים שהיא מייצרת נבחנו לפעילות ביולוגית כנגד פטריות ומיקרואורגניזמים אחרים ובעיקר כאלה הידועים כגורמי מחלה בצמחים. הנדיפים המופרשים על ידי הפטרייה זוהו ונבחנו לפעילותם כנגד מיקרואורגניזמים. נמצא שמספר נדיפים המיוצרים ומופרשים על ידי הפטרייה מדכאים ואף הורגים פטריות ומזיקים שונים, בנהם פטריות התוקפות פרי באחסון, פטריות גורמות מחלות בקרקע ובזרעים מאוחסנים, נמטודות וחרקים שונים כמו כנימות ודרנים של חיפושיות קרקע. ממצאים אלה דחפו אותנו לבצע ניסויים שמטרתם לבחון את האפשרות להשתמש בחומרים אלה כחומרי הדברה ממקור טבעי. כיום בשיתוף פעולה עם חברת הדברה (לוקסמבורג תעשיות בע"מ) וחברת השקעות בתחום הטכנולוגיה בחקלאות (קופיה אגרו) אנו נמצאים בעיצומו של פיתוח תכשיר לחיטוי קרקע המבוסס על חומרים אלה.



## נובקטרה, תכשיר ביולוגי מורשה להדברת מחלות צמחים חיידקיות

גיאורא קריצמן

נובקטרה ישראל בע"מ, דרך ההדרים 78 שדה ורבורג 4493500

מחלות צמחים שמחולליהם חיידקים נפוצות בכל ענפי הצומח וגורמות לנזקים כלכליים. מערך ההדברה של מחלות חיידקיות מתבסס כיום על מספר עקרונות: מניעה - חומר ריבוי נקי סניטציה, ויצירת תנאים שאינם מעודדים לפתוגנים. הדברה - תכשירי נחושת ובמקרים חריגים תכשיר אנטיביוטי. החוליה החלשה במעשה החקלאי הם תכשירי ההדברה שכיום יש הגבלות בשימוש, תופעות פיטוטוקסיות, עמידות הפתוגנים ויעילות נמוכה.

תכשיר נובקטרה פותח במטרה לתת תשובה למחלות שמחולליהם חיידקים. התכשיר הוא ביולוגי, מורכב משתי קבוצות פעילות שהשילוב בין שתיהן הוא סינרגיסטי: קוקטייל של חיידקים אנטגוניסטים למחוללי המחלות בשילוב עם תוארית מיוחדת המכילה שמנים צמחיים. בתכשיר זה גלומים חידושים:

(1) שימוש במספר אנטגוניסטים ביחד - בקוקטייל 10 חיידקים שונים כולם מקרקעות הארץ ולא עברו כל התמרה גנטית. היתרונות של שימוש בקוקטייל הם: (א) יעילות בעונות השנה השונות (ב) הדירות בהדברה בתנאי סביבה משתנים בגלל הדרישות השונות של כל חיידק. (ג) מנגנוני פעולה רבים (ד) ההסתברות נמוכה לפיתוח עמידות נגד התכשיר. (ה) מאפשר הרחבת ספקטרום הפעילות.

(2) תוארית שמנים - היתרונות של התוארית: (א) מיתון משמעותי של השפעות פיטוטוקסיות (ב) שינוע קל (ג) מכילה תוספות ייחודיות המהוות מקור פחמן ייחודי לחיידקי הקוקטייל.

התכשיר בטוח לסביבה ולמשתמש. לתכשיר רישוי בארץ להדברת חיידקים במשתלות וכנגד סלמונלה בביצי רבייה של עופות. בהגשה, הרחבת תווית למחלת הכיב הבקטרי בעגבניות [Clavibacter], גרב חיידקי בפקעות לזריעה של תפוחי אדמה [Streptomyces spp.], שחרת הגידים במצליבים [Xanthomonas spp.]. החיידקים אינם שורדים על היבול או בקרקע, האוכלוסייה שלהם דועכת לאחר מספר ימים ולכן אין בעיה של שאריתיות.

בהמשך יובאו דוגמאות של יעילות הדברה בגידולים השונים: משתלות, תפוחי אדמה, עגבניות וצנונית.



## רגב: ההיברידי הראשון של STK

דפנה בלצ'ינסקי ויאיר נתיב

STK בע"מ. רח המפלסים 17, ת.ד. 3517 פתח תקווה, ישראל

שילוב מוצרים ביולוגיים לתוך ממשק ההדברה הקונבנציונאלי מאפשר למגדלים בכל המגזרים בעולם להתאים את עצמם לדרישות השוק, תוך הפחתת הנזקים מחומרי הדברה והגדלת רווחיות הגידול. המוצרים הביולוגיים החדשניים להגנת הצומח של חברת STK משלימים את ממשק ההדברה הקונבנציונאלית כאשר מצד אחד תורמים להארכת חיי החומרים הכימיים, ומצד שני מפחיתים את ההשפעות המזיקות של אותם חמרים. גישה היברידית זו הינה דרך מעשית לייצור מערכת אקולוגית חקלאית בת קיימא ובטוחה יותר. המוצר "רגב" (Tea Tree Oil 400 g/L+ Difenoconazole 200 g/L) (EC הינו מוצר היברידי מוגן בפטנט בעל שני מנגנוני פעולה השייכים לשתי קטגוריות שונות ב FRAC (קבוצה 7 וקבוצה G1). "רגב" נמצא יעיל כנגד טווח רחב של מחלות בצמחים ובתוכן גרב בתפוח, קמחון, חלפת ומחלות עלים בגידולי שדה, פירות וירקות. המוצר נח לשימוש ובעל חיי מדף ארוכים. השימוש ב"רגב" מאפשר להפחית שאריות כימיקלים בתוצרת החקלאית ולמנוע השפעות סביבתיות שליליות. המוצר מתאים למניעת התפתחות עמידות, מותאם לממשק הדברה משולבת, ונותן תמורה מעולה לדונם. "רגב" הושק ב 2017 בישראל סרביה ומספר מדינות במרכז אמריקה. במהלך 2018 יושק גם בארגנטינה, קולומביה, מרכז אמריקה ופרו. בשאר מדינות העולם הרישוי בתהליך ויתקבל בשנים הקרובות.



## תערובת נדיפים סינטטית, ממקור פטרייתי, מדבירה את הפטרייה הפתוגנית *Sclerotium rolfii* באדמה

אורנה ליארזי<sup>1</sup>, מרינה בניחיס<sup>2</sup>, אברהם גמליאל<sup>2</sup> ודוד עזרא<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, ראשון לציון ;  
<sup>2</sup>המעבדה ליישום שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני, ראשון לציון

קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfii*, ידוע גם כ *Athelia rolfii*) הינה פטרייה פיטופתוגנית הגורמת למחלת קשיון רולפס (Southern blight) בגידולים מסחריים רבים. טווח הפונדקאים הרחב של הפטרייה יחד עם יכולתה ליצור קשיונות מקשים על הדברתה. לאחרונה, הראנו שהפטרייה האנדופיטית *Daldinia cf. concentrica* מייצרת חומרים אורגניים נדיפים בעלי פעילות ביולוגית. כמו כן, הצגנו כי תערובת נדיפים סינטטית, המורכבת מהחומרים 4-heptanone ו trans-2-octenal ביחס נפחי של 1:1, הינה הפעילה ביותר כנגד מגוון פטריות פיטופתוגניות. מטרת עבודה זו הייתה לבחון את יכולת התערובת הנדיפית להדביר תפטיר וקשיונות של *S. rolfii* במבחני *in vitro* ובאדמה. בניסויי *in vitro* מצאנו שהתערובת הנדיפית הורגת את התפטיר והקשיונות של הפטרייה. בעזרת מערכת מבוקרת, המדמה את התנאים באדמה, מצאנו שהתערובת הנדיפית משפיעה על חיוניות התפטיר והקשיונות של *S. rolfii* באדמה. בנוסף, בחנו את יכולת התערובת הנדיפית להשפיע על חיוניות הפטרייה בסוגי אדמה שונים. מצאנו כי ההדברה היעילה ביותר כנגד הפטרייה התקבלה באדמת חמרה ובמידה פחותה יותר באדמה חולית. לעומת זאת, בתערובת השתילה כמעט ולא הודגמה השפעה של התערובת הנדיפית על חיוניות התפטיר והקשיונות של *S. rolfii*. כמו כן, ליישום התערובת הנדיפית בריכוז של 0.5 מ"ל לקילוגרם אדמה לא הייתה השפעה על גדילת שתילי עגבנייה. בהתבסס על תוצאות אלו, אנו מציעים את השימוש בתערובת הנדיפית כגישה חלופית להדברה של הפטרייה *S. rolfii*.

## תערובות פפטידים רנדומליים מעכבות חיידקים פיטופתוגניים שונים ומפחיתים

### סימפטומים של מחלות צמחים הנגרמות על ידי חיידקי *Xanthomonas*



שירי טופמן<sup>1,2</sup>, חלי תמיר<sup>2</sup>, דפנה תמיר-אריאל<sup>1</sup>, שרוני שפיר<sup>3</sup>, צבי חיוקה<sup>2</sup> ושאול בורדמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות; <sup>2</sup>המכון לביוכימיה מדעי המזון ותזונה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות; <sup>3</sup>המרכז לחקר הדבורים ע"ש ב. טריואקס, המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות

חיידקים פיטופתוגניים הם בין מחוללי המחלות החשובים ביותר בצמחים, כאשר כמעט כל הגידולים החקלאיים נפגעים על ידם. כיום, הדברת מחלות צמחים חיידקיות מבוססת בעיקר על חומרים מבוססי נחושת אך לחומרים אלו יעילות מוגבלת. כמו כן, ניתן למצוא דיווחים בדבר חיידקים עמידים לנחושת. ישנם מחקרים המראים כי פפטידים אנטימיקרוביאליים הם בעלי פוטנציאל לשימוש לצרכי הגנת הצומח. במחקר הנוכחי אנו חוקרים את הפוטנציאל של שני מודלים של פפטידים רנדומאליים לשמש כחומרי הדברה. פפטידים רנדומליים אלו מורכבים משילוב של L-פנילאלנין ו-D/L-ליזין באורך של 20 חומצות אמינו. שניהם הראו פעילות אנטימיקרוביאלית חזקה כנגד זנים של חיידקים מחוללי מחלות בצמחים כגון *Xanthomonas*, *Clavibacter* ו-*Pseudomonas*. ניסויים בחממה הראו כי הפפטידים הרנדומליים הפחיתו את חומרת המחלה בצמחי עגבנייה וקולרבי שאלחו בחיידקי *Xanthomonas perforans* ו-*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, בהתאמה. השפעת תערובות הפפטידים על חומרת המחלה הייתה דומה לזו שנגרמה על ידי חומר הדברה המסחרי מבוסס הנחושת קוסייד 2000, שניתן בריכוז הגבוה פי 12 מזה של טיפולי הפפטידים. חשוב לציין כי שתי תערובות הפפטידים הרנדומאליים לא השפיעו על הישרדותן של דבורת הדבש ולא הראו רעילות כלפי תאי Caco-2 שמקורם מיונקים. המחקר הנוכחי מדגים את הפוטנציאל של שימוש אפשרי בפפטידים חדשניים אלו להגנת הצומח כנגד מחלות צמחים הנגרמות על ידי מיני *Xanthomonas* וחיידקים פיטופתוגניים אחרים.





**זיהוי ואפיון נגיף חדש מהסוג *Cripavirus*, בחינת הפתוגניות כנגד כנימות  
עלה ובחינת שילובו כרכיב בתכשיר עתידי להדברה ביולוגית  
של כנימות עלה**

יניב מזרחי<sup>1,2</sup>, נטע לוריא<sup>1</sup>, אלישבע סמיט<sup>1</sup>, עודד לכמן<sup>1</sup>, נועה סלע<sup>1</sup>, אביב דומברובסקי<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון ;  
<sup>2</sup> החוג לאגרואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים

כנימות העלה, מהוות חרק מזיק בחקלאות בנוסף, הינן ווקטורים לנגיפי צמחים הפוגעים בכמות ואיכות היבול בגידולים חקלאיים ובכך גורמות לנזקים כלכליים. כיום, עיקר התמודדות עם נגיפי צמחים מתמקדת בהדברת הווקטור החרקי בתכשירי הדברה כימיים כאשר מרביתם הינם מזהמים סביבתיים ובעלי השפעה שלילית על בריאות האדם. תכשירי הדברה עתידיים המבוססים על נגיפים פתוגניים לכנימות עלה יוכלו להשתלב במערך ההדברה הביולוגית או בהדברה המשולבת (IPM) ויוכלו להוות חלופה לחלק מהטיפולים בתכשירי הדברה כימיים. הסוג *Cripavirus* משתייך למשפחת ה-*Dicistroviridae*, מכיל מיני נגיפים אשר חלקם פתוגניים לכנימות עלה, כגון: *Aphid lethal paralysis virus* (ALPV) ו-*Rhopalosiphum padi virus* (RhPV). בסקרים לאיתור נגיפים אנטומופתוגנים לכנימות עלה אותרו בכנימות עלה הדלועיים (*Aphis gossypii*) חמישה תבדידים של נגיף חדש אשר ניזונו על צמחי היביסקוס (*Hibiscus rosa-sinensis*). RNA נגיפי רוצף תחילה בריצוף מתקדם Next generation sequencing (NGS) ואומת באמצעות הגברה ב-RT-PCR וריצוף בשיטת סאנגר. תוצרי ההגברה וריצוף אפשרו קבלת רצף מלא של הגנום הנגיפי באורך של 10,200 בסיסים. בחינה של תכשיר נגיף מנוקה במיקרוסקופ אלקטרוני אפשרה זיהוי מורפולוגי של חלקיק איקוזהדרלי בקוטר של כ-30nm. הפרדה של תכשיר נגיף מנוקה בגיל אקרילאמיד אפשרה זיהוי של שלושת חלבוני המעטפת בגדלים 26, ~27 ו-30kDa. השוואת רצף גנום הנגיף לרצפים ב-GenBank התקבלה זהות של 71% ל RhPV המשתיך לסוג *Cripavirus*, 88% ו 87% ל *Big sioux river virus* (BsRV) ו *Wuhan insect virus 33* בהתאמה ומוצעים כמשתייכים לסוג *Cripavirus*. לנגיף החדש הוצע שם זמני *Aphis gossypii virus* (AgoV). בהמשך המחקר נבחן את הפתוגניות של הנגיף למינים שונים של כנימות עלה.

## **תקצירי הפוסטרים**

## השפעת חיידקים פקטוליטיים על יבול תפוחי אדמה בישראל

שרה מרדכי-לביוש<sup>1</sup>, לאה צרור (לחכים)<sup>1</sup>, אורלי ארליך<sup>1</sup>, מרינה חזנובסקי<sup>1</sup>  
מיכל ראובן<sup>2</sup>, אורית דרור<sup>2</sup>, לאורה צ'לופוביץ<sup>2</sup> ושולמית מנוליס-ששון<sup>2</sup>

<sup>1</sup> פתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גילת  
<sup>2</sup> פתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מכון וולקני, ראשון לציון

חיידקים פקטוליטיים מחוללי רגל שחורה ונבילה איטית בתפוא"ד, ביניהם *Dickeya solani* (Ds), ו-*Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* (Pcbr), מועברים בפקעות הזריעה בנגיעות סמויה ועלולים לגרום לנזק כלכלי כבד לגידול. מטרת המחקר הנוכחי היו להעריך את שכיחותם של החיידקים הפקטוליטיים בפקעות זריעה מיבוא (מאירופה לעונת האביב) וכן בצמחים ובפקעות בת הגדלים בישראל, ולאפיין את אוכלוסיות החיידקים. מתוך 79 אצוות זרעי יבוא שנבדקו ב-2017 לנגיעות סמויה (באנליזת RT-PCR עם פריימרים ופרובים ספציפיים במדגם בן 200 פקעות ב-4 חזרות ולאחר העשרה בתנאים אנאירוביים), 30% היו נגועות ב Ds ו-62% ב Pcbr. המעקב בשדות המסחריים אחר תסמיני המחלות מצביע על אבחון נכון של Ds ו- Pcbr ב-68% ו-63% מהלוטים, בהתאמה. שיעור הלוטים שנמצאו שליליים במעבדה אך הופיעה נגיעות בשדה היה 16% עבור Ds ו- Pcbr, כל אחד. שיעור הלוטים שהיו חיוביים במעבדה אך לא הופיעו סימני מחלה בשדה היה 15% ו-5% עבור Ds ו- Pcbr, בהתאמה. בניסוי שדה שנערך בגילת באביב, בו נזרעו זנים שונים מ-20 לוטים מהיבוא, אובחנו Ds ו- Pcbr בשיעור של 100% ו-85%, בהתאמה. שיעור הצמחים עם סימני מחלה היה 65% ו-85% עבור Ds ו- Pcbr, בהתאמה. שיעור פקעות הבת הנגועות בחיידקים היה 40% עבור Ds ו- Pcbr, כל אחד. הפאתוגניות של 72 תבדידים נבחרים ממקורות שונים (זרעי יבוא, צמחים, ופקעות בת) נבדקה במבחן מצרציה בפקעות, מתוכם שני תבדידים היו אלימים מאוד ובאופן מובהק יותר מהאחרים. באפיון של 26 מהתבדידים ב- Pulsed Field Gel Electrophoresis זוהו שתי קבוצות עם אנזים רסטריקציה I-ceuI ו-7 קבוצות עם AvrII. נגיעות סמויה ב- Ds ו- Pcbr בזרעי יבוא משפיעה ישירות על היבול באביב ובאופן עקיף גם על היבול בחורף אם נעשה שימוש בפקעות מקומיות נגועות.

## איפיון אוכלוסיית סטרפטומיצטים בישראל ופיתוח פרוטוקול לגילוי החיידקים בקרקע

אורית דרור<sup>1</sup>, לאורה צ'לופוביץ<sup>1</sup>, מיכל ראובן<sup>1</sup>, מרינה חזנובסקי<sup>2</sup>, אורלי ארליך<sup>2</sup>, אורי זיג<sup>3</sup>, לאה צרור<sup>2</sup>  
ושולמית מנוליס-ששון<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון; <sup>2</sup> המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, גילת; <sup>3</sup> ישובי חבל מעון

מחלת הגרב הנגרמת ע"י חיידקים גרם חיוביים מהסוג סטרפטומיצטים (*Streptomyces*), נחשבת אחת מבין המחלות החשובות ביותר בתפוחי אדמה (תפוז"א). המחלה גורמת לפגיעה באיכות הפקעות ועלולה לגרום לירידה ביבול. פקעות תפוז"א לזריעה הינן המקור העיקרי לנגיעות בפתוגן ולאילוח קרקעות. חיידקים מקבוצה זו מסוגלים לשרוד בקרקע מספר שנים גם ללא נוכחות הפונדקאי. בשנים האחרונות עלתה בארץ שכיחות המחלה בתפוז"א ובאגוזי אדמה וחלקות רבות בנגב מוכרות כנגועות. חלק מזרעי היבוא המגיעים מסקוטלנד, הולנד, צרפת וגרמניה נגועים וכנראה שהמינים הנפוצים באירופה חודרים ומתבססים בארץ. גורם הפתוגניות היחיד המוכר במחלת הגרב המעורב ביצירת הסימפטומים האופייניים על פקעות תפוז"א הוא הטוקסין טקסטומין. מטרת העבודה: א. בידוד, הגדרת המינים ואיפיון אוכלוסיות החיידקים הגורמים למחלת הגרב בתפוז"א. ב. פיתוח פרוטוקול לחיזוי נגיעות הקרקע בגרב. בשלב הראשון הוכן אוסף של תבדידי סטרפטומיצטים מתפוז"א ומגידולים אחרים. התבדידים הוגדרו ואופיינו בשיטות שונות: PCR עם שלושה זוגות פריימרים המבוססים על הגנים המקודדים לטקסטומין, הגן *necI* האחראי ליצירת הנקרוזה והגן *tomA* המקודד לגורם וירולנטיות; PCR עם פריימרים המבוססים על 16S rRNA ו-ITS rDNA; מבחני פתוגניות בדסקיות תפוז"א ושורשונים של צנונית וכן הדבקת צנונית בקרקע מאולחת. איפיון האוסף הראה עד כה נוכחות של 4 מינים עיקריים השכיחים גם באירופה *S. scabiei*, *S. turgidiscabiei*, *S. europaeiscabiei*, *S. stelliscabiei*. פותח פרוטוקול לגילוי סטרפטומיצטים בקרקע באמצעות qPCR. עקומת כיוול הראתה כי ניתן לגלות בין  $10^3$  ל- $10^6$  חיידקים ל-5 גרם קרקע. לשיטת ה-qPCR יש יתרון בהשוואה לגידול על מצע מזון + PCR, בכך שהתוצאות מתקבלות מהר יותר (יום לעומת 6-8 ימים) וכן ברגישות השיטה.

## פיתוח שיטות לקביעת רגישות פירות רימון למחלת הריקבון השחור

### הפנימי



רן שולחני, דוד עזרא ודני שטיינברג

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון

מחלת הריקבון השחור הפנימי (Heart rot), הנגרמת על ידי הפטרייה *Alternaria alternata*, היא אחת ממחלות הרימון החשובות בארץ ובעולם. הפטרייה חודרת לפנים הפרי עוד במהלך הפריחה ונשארת שם במצב רדום (לאטנטי) עד להיווצרות תנאים המתאימים להתפתחותה, בד"כ סמוך למועד ההבשלה. התסמינים (עיפוש של הגרגירים) מתפתחים רק בחלק מהפירות המאוכלסים בגורם המחלה. מתצפיות שבצענו בשנים האחרונות עלה שתסמיני המחלה מתפתחים בשכיחות רבה יותר בפירות הגדלים על עצים חלשים (עצים בעלי צימוח מעוכב) מאשר על עצים חזקים (עצים בריאים בעלי צימוח נמרץ). היפותזת העבודה שלנו היא שגורמים הקשורים למצבם הפיזיולוגי של עצי הרימון קובעים באם הפוטנציאל הקיים להתפתחות המחלה בפירות המאוכלסים מתממש והתסמינים מתפתחים בהם בפועל. מטרת המחקר שבצענו היו: (1) לאפיין את הקשר בין מצבם הוויזואלי של העצים לרגישות הפירות הגדלים עליהם לפתוגן; (2) לחקור את הבסיס הפיזיולוגי לתגובת הפירות ל- *A. alternata*. בבדיקות שבצענו בשנת 2014 בארבעה מטעים מסחריים מצאנו הבדלים מובהקים בשכיחות המחלה בין עצים סמוכים במטע; העצים נבדלו זה מזה במראם החיצוני ובריאותם. פירות בריאים שגדלו על העצים הללו נדגמו והוכן מהם מיץ. שכיחות נבגי הפטרייה שנבטו במיץ שהוכן מפירות שגדלו על עצים חלשים (הרגישים פיזיולוגית) הייתה גבוהה במובהק משכיחות הנביטה של נבגים במיץ שהוכן מפירות שגדלו על עצים חזקים (העמידים פיזיולוגית). התברר, שהיו הבדלים ברמת החומציות של המיץ: ה- pH של המיץ שהוכן מפירות שגדלו על עצים רגישים היה גבוה יותר מה- pH של המיץ שהוכן מפירות שגדלו על עצים עמידים. בחינת הקשר בין רמת החומציות לנביטת הנבגים מרמזת שגורמים המצויים במיץ, מעבר לרמת ה- pH שלו, משפיעים על נביטת נבגי *A. alternata*.

## סקר מחלות בקטריאליות ופטרייתיות הנישאות בפקעות תפוחי אדמה; (2017-2013)

אורלי הולצר ארליך, מרינה חזנובסקי, שרה לביוש, איזבלה גלילוב, לאה צרור

המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומדע העשבים, מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי

גידול תפוחי אדמה בעונת האביב מתבסס על פקעות זריעה מיובאות ממערב אירופה ובעונת הסתיו על פקעות זריעה מקומיות. מרבית אצוות היבוא נגועות בצורה סמויה או גלויה במחלות שונות (במסגרת תקנות השרותים להגה"צ ולביקורת). בנוסף לנזק הישיר הנגרם לגידול (רמת היבול ואיכותו) פקעות זריעה נגועות מהוות מקור לאילוח קרקעות. בדיקה חזותית למחלות 'קוסמטיות' (אינה מחויבת עפ"י התקנות) מתבצעת במדגם בן 200 פקעות (כ-350 לוטים בשנה). שיעור הלוטים הנגועים בגרב אבקי הנגרם ע"י *Spongospora subterranean* היה 44% בלוטים שמקורם מסקוטלנד, 9% מגרמניה, 4% מצרפת ורק 2% מהולנד. מחלת הניקוד השחור הנגרמת ע"י *Colletotrichum coccodes* נמצאה ב- 46% מהלוטים ברמה נמוכה, 13% ברמה בינונית וב-10% ברמה גבוהה. מחלת הריזוקטוניה, הנגרמת ע"י *Rhizoctonia solani*, נמצאה ב- 46% מהלוטים אך ברמה נמוכה. מחלת כתמי הכסף הנגרמת ע"י *Helminthosporium solani* נמצאה ב- 42% מהלוטים ברמה נמוכה ב-25% ברמה בינונית וב-20% ברמה גבוהה. מחלת הריקבון היבש הנגרמת ע"י *Fusarium spp.* נמצאה בשיעורי נגיעות נמוכים (2-5%). שיעור הלוטים הנגועים בגרב מצוי הנגרם ע"י חיידקי *Streptomyces spp.* היה 66% ברמה נמוכה, 15% ברמה בינונית ו-5% ברמה גבוהה, ללא קשר לארץ המקור. נגיעות סמויה בחיידקי *Dickeya spp.* ו-*Pectobacterium* הגורמים למחלת הרגל השחורה נבדקה בשיטה מולקולרית. שיעור הנגיעות ב- *Dickeya* היה 24% ב-2013, 56% ב-2014, 22% ב-2015, 7% ב-2016 ו-30% ב-2017, כאשר עיקר הנגיעות מקורה מהולנד ומגרמניה. שיעור הנגיעות ב- *Pectobacterium* היה 49% ב-2015, 48% ב-2016 ו-62% ב-2017. נגיעות סמויה של *Verticillium dahliae* הגורמת למחלת הדוררת נבדקה רק בזרעים מקומיים לעונת הסתיו. השיעור הלוטים הנגועים היה 39% (כ-155 לוטים).

## פגיעה במסלול הביוסינתזה של NAD כאמצעי להדברת פטריות פתוגניות

גאוטם אנאנד, דניאל וייגר, יעל אלמוג ושי קובו

<sup>1</sup> המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

פטריות פתוגניות מסכנות הן את הביטחון התזונתי והן את הביטחון הכלכלי של אנשים רבים בעולם. משום כך יש צורך מתמשך לפתח גישות חדשות למנוע מחלות צמחים. כאן אנחנו מציעים שמסלול ביוסינתזה של NAD יכול לשמש כמטרה כזאת. מצב הזרחון של NAD קובע את המצב המטבולי של התא אולם מטבוליט זה משמש גם בראקציות אחרות. NAD נצרך ע"י דאצטילזות של היסטונים מסוג סירטוין, תוצר הראקציה הוא ניקוטינאמיד המעכב דה אצטילזות אלו. אנחנו מראים כי NAM הינו פונגסטטי כלפי פוזריום ובוטריטיס בצלחת ועל פרוסות עגבניה אבל ברכוזים גבוהים. ניקוטינאלדהיד מעכב את האנזים המפרק NAM; ניקוטינאלדהיד עצמו הוא פומגסטטי. בניגוד ל NAM שמעכב בעיקר גידול תפטיר ניקוטינאלדהיד מעכב נביטה. קונידיות של פוזריום אוקסיספורום שנחשפו לניקוטינאלדהיד מראות ביטוי ביתר של גנים הקשורים לחמצון חיזור. כמו כן יש ירידה בכמות NAD ושינוי ביחס NAD/NADH. ניאצין אשר אמור לעקוף את המחסום של עכוב PNC1 משפר במעט את האפקט השלילי של ניקוטינאלדהיד. אנחנו בוחנים את האפקט של NAM ניקוטינאלדהיד ושאר מטבוליטים במסלול על נביטה, תכולת NAD ועוד.



## מחלת הקימחון בדולב מזרחי בבית גידולו הטבעי בישראל

ליאור גור<sup>1</sup>, עודד כהן<sup>1</sup>, איריס שוברט<sup>1</sup>, גיל ובר<sup>1</sup>, עודד בר-שלום<sup>1</sup>, תמיר אביעוז<sup>1</sup>, צבי  
מנדל<sup>2</sup> ומשה ראובני<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין ;  
המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני, ראשון לציון ;

דולב מזרחי *Platanus orientalis* הוא אחד מעצי הבר המרשימים בגליל והגולן ומשמש גם לנוי. אוכלוסיית הבר הטבעית בישראל קטנה מאד והוא נמצא בסכנת הכחדה. משנת 1948 התמעטה אוכלוסייתו בכ- 80%. מחלת הקימחון בדולב נגרמת על ידי הפטרייה *Erysiphe platani* המאלחת עלים ופירות. בעבודה זו בחנו את השפעת מחלת הקימחון בדולב, על בריאות כותרת העצים. המחקר התמקד בפרטים הגדלים בנחלים שניר, בניאס, סמד, כזיב, והירדן ההררי. תבדידי פטריית הקימחון נאספו מחמשת האתרים ולראשונה בישראל בוצע זיהוי מורפולוגי וגנטי של הפטרייה ואילוח של עלים מנותקים להשלמת מבחן קוד. כמו כן, נבחנה הנגיעות בקימחון ושלושה מדדי בריאות הכותרת על 60 עצים: התייבשות ענפים (Crown dieback), צפיפות נוף הכותרת (Crown density) וחדירת האור דרך העלווה (Foliar transparency). נמצא כי 80% מעלי החוטרים נגועים בהשוואה ל- 43% מעלי חופת העץ, וככל שמרחק חופת העץ מהקרקע היה קטן יותר, שכיחות וחומרת הנגיעות בקימחון היתה גדולה יותר. עד כה לא נמצאו גופי פרי מיניים של הפטרייה בישראל. לא נמצא קשר מובהק בין הנגיעות בקימחון לאחד משלושת מדדי הכותרת הנ"ל. המחלה נצפתה גם על עלים ופירות של בני כלאיים בבר ובנוי, וייתכן שזיהום גנטי מחליש את אוכלוסיית הדולב הטבעית. רגישות בני הכלאיים לקימחון בהשוואה למין הבר עדיין נבחנת. האיומים המרכזיים על אוכלוסיית הדולב המזרחי בישראל כוללים: מחסור במים, מזיקים כמו החיפושית *Euwallacea nr. fornicatus*, זיהום גנטי של האוכלוסייה הטבעית על ידי מיני דולב אקזוטיים הנטועים בנוי, והפטרייה *Ceratocystis platani* הגורמת להתייבשות ותמותת עצי דולב בעולם ועלולה להתבסס בישראל. יתכן והקימחון הוא גורם משני ה"תורם" להיחלשות העצים. אנו ממשיכים לבחון את המשמעות של התחלואה בקימחון ותרומתה להתמעטות אוכלוסיית הדולב הטבעית בישראל.





## פיתוח מערכת של עריכה גנומית - CRISPR/Cas9 באמצעות *Agrobacterium rhizogenes* המשרה יצירת שורשים

בקלה אבאביה<sup>1</sup>, דיאנה ליבמן<sup>1</sup>, דליה וולף<sup>2</sup>, יוליה שניידר<sup>1</sup> ועמית גל-און<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה וחקר עשבים; <sup>2</sup> המחלקה לחקר ירקות, מרכז וולקני, ראשון לציון

עריכה גנומית באמצעות CRISPR/Cas9 בתיווך *Agrobacterium tumefaciens* יש תפקיד מרכזי בפיתוח תכונות בצמחים בעלי חשיבות בחקלאות. עם זאת, בחינת יעילות הוקטור CRISPR/Cas9-sgRNA, בשיטה זו, לוקחת זמן ואמצעים רבים. לחלופין, התמרת צמחים על ידי *A. rhizogenes*, המשרה ייצור שורשים טרנסגניים, מאפשרת בדיקה מהירה ויעילה של הוקטורים בניסוי *in vitro*. צמחי מלון, מלפפון או עגבנייה ותפוח אדמה הודבקו בחיידקי *A. Rhizogenes* K599 או ATCC15834 (בהתאמה) המכילים תבניות גניות שונות של CRISPR/Cas-sgRNA. שורשים טרנסגניים אשר גדלו על מצע סלקציה, נבחנו לנוכחות מוטציות לאחר הפקת דנ"א והגברת המקטע גנומי. תוצרי ה-PCR נחתכו על ידי אנזימי רסטריקציה ורוצפו לזיהוי המוטציות. אופיינו מוטציות בשורשי מלון נפרדים חסרי של 4 או 38 נוקלאוטידים והוספה של נוקלאוטיד בודד באזור אליו כוון sgRNA. בשורשי מלפפון התגלו חסרים של 1, 32 ו- 69 והוספה של 53 נוקלאוטידים. בנוסף, בשורשי מלון אשר הותמרו עם תבנית גנית המכילה sgRNAs המכוונים לשני אתרים שונים, נצפו חסרים של נוקלאוטיד באתר הראשון וחסר של 4 נוקלאוטידים באתר השני. תוצאה מעניינת נצפתה בעקבות אירוע התמרה בודד על די *A. rhizogenes* במלון, אשר הוביל ליצירת קאלוסים על רקמת הפסיג, ומוטציות חסר של 288 ו- 303 נוקלאוטידים ברצף הדנ"א הנמצא בין שני האתרים. בשורשים של צמחי עגבנייה ותפוחי אדמה, הבחנו בחסרים בתווך של 4-9 נוקלאוטידים והוספה/החלפה של אחד או חמישה נוקלאוטידים. לסיכום, התוצאות מראות כי שימוש ב- *A. rhizogenes* מהווה כלי יעיל ומהיר לבדיקות תפקוד של תבניות גניות CRISPR/Cas-sgRNA בגידולים שונים.



זיהוי גנים שמושרים ע"י הסינגל ferulic acid תלויי פקטור השעתוק

### ChAPI ב- *Cochliobolus heterostrophus*

היבא סמעאן, סאמר שלבי, אורית גולדשמיט, בנימין הורביץ

פקולטה לביולוגיה, טכניון, חיפה

*Ferulic acid* (FA), תרכובת אורגנית ששייכת לקבוצת הפנולים שנפוצה בצמחים, אשר מובחנת על ידי הפתוגן הניקרורופי לעלי תירס *C. heterostrophus*, כסינגל עקה. המנגנון של מסלול העברת האותות והרעילות עדיין אינו ידוע. על ידי RNAseq אנו בודקים את השפעת FA בריכוזים שונים (0.5-2 mM) ובזמן חשיפה קצר (30 דקות) על ביטוי כלל הגנים בפטרייה. מאחר ש-FA גורם להפעלת פקטור השעתוק רגיש הורדת חמצון ChAPI והצטברותו בתוך הגרעין, בלי הגברה משמעותית לגנים אנטיאוקסידנטים, אנו בודקים מה הם הגנים שמושרים ע"י FA ותלויי ChAPI. דרך השוואת הטרנסקריפטומים של  $\Delta chap1$ -ו-WT, זהינו 819 גנים בעלי הבדל משמעותי בביטוי הגנטי ( $p < 0.05$ ). הגנים האלה חולקו לשתי קבוצות עיקריות. בריכוז נמוך של FA, השינוי בביטוי הגנטי בשתי הקבוצות כמעט זהה בין WT-ו- $\Delta chap1$ . בריכוז גבוה של FA (2mM), הרגולציה במוטנט בשתי הקבוצות היא תמונת מראה לדגם של WT: גנים שביטויים המשיך לעלות עם העלייה בריכוז FA ב-WT, ביטויים ירד במוטנט. מה שמעניין, שחלק מהגנים האלה ולפי האנוטציה שלהם, עשויים להיות מעורבים ברגולציית תהליך מוות תאי מתוכנת (PCD), כמו ankyrin domain containing protein ו-NACHT nucleoside triphosphatase domain. ChAPI protein כנראה מדכא את ביטוי הגנים האלה, במיוחד בריכוז גבוה של FA. לעומת זאת, גנים כמו אלה שמקודדים ל-MFS (major facilitator superfamily), מושרים על ידי ChAPI. כתגובה ל-FA, הפטרייה כנראה מגייסת שני מנגנונים שונים. אחד, הוא מסלול הגנה שבו הפטרייה מנטרלת את הרעילות על ידי סילוק או פירוק FA. האחר, הוא מסלול מוות תאי מתוכנת ופקטור השעתוק ChAPI יש לו תפקיד חשוב בקביעת האיזון בין שני המסלולים האלה.



## השימוש הנכון והמדויק של ELISA לזיהוי חלבונים של נגיפים

יהודית תם וויקטור גאבה

מחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מכון ולקני, ראשון לציון

Enzyme-Linked Immuno-absorbent Assay (ELISA) היא שיטת זיהוי מעבדתית שגרתית ברפואה, חקלאות, ביקורת איכות תעשייתית ומחקר ביולוגי מאז 1971. טכניקה זו מבוססת על שימוש בנוגדן ספציפי לחומר אימיונוגני (בד"כ חלבון) שניתנת למדידה לזהות נוכחות של חלבון היעד. אפשר לבצע בדיקות ELISA בהיקף רחב במחיר זול יחסית, בהשוואה לשיטת זיהוי מולקולרית כמו-RT-PCR שיטה בעלת רגישות גבוהה יותר, אבל יקרה יותר. נחשפנו למספר בעיות שגרמו לתוצאות שאינן אמינות ב-ELISA בעבודה היומיומית שלנו בזיהוי של חלבונים ויראליים. אנו נתאר איך לפתור בעיות אלה על מנת לקבל תוצאות טובות יותר ביעילות ואיך לטפל בבעיות כשיש כישלונות בגילוי וירוסים בשיטת ה-ELISA.

## פרלוגים של *rad21* בפוזריום אוקיספורום

מניש פאריק, יעל אלמוג, רותם כהן, שירה מילוא-כוכבי ושי קובו

המחלקה לפתולוגיית צמחים ומיקרוביולוגיה. רוברט ה' סמית הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות, 7610001, ישראל.

*Fusarium oxysporum* היא פטריה פתוגנית לצמחים שוכנת קרקע עם גמישות גנטית רבה. הגנום הדינמי שלה מספק יכולת לפתח עמידות בפני קוטלי פטריות. כדי להבין את המנגנון של גיוון גנטי אנו לומדים חלבונים תת יחידה השייכת לקומפלקס Cohesin המבטיח הפרדה נכונה של כרומוסידות אחיות במהלך חלוקת התא וגם משתתף בתיקון DNA, שעתוק ותחזוקה של מבנה כרומוזום. Rad21, הוא אחד המרכיבים של cohesin. יש שלושה פרלוגים ב *F. oxysporum*, שמור *rad21*, לא שמור *rad21* ו מיוטי *Rec8*. הפרלוג של *rad21* שאינו שמור נמצא רק במשפחה אחת של פטריות ו *Fusarium solani* וכנראה העבר ל *F. oxysporum* באמצעות העברת אופקית. כל הפרלוגים באים לידי ביטוי ב *F. oxysporum* למרות שהפרלוג השמור מתבטא הרבה יותר מאחרים. יצרנו מוטציות חסר של *rad21nc* ו *rec8* ב *F. oxysporum*. מוטציות החסר של *Rad21nc* הראו מצב לא סדיר ופגם ב נביטה תחת לחץ מיטוטי. אנו מניחים תפקיד של *rad21nc* g בתגובת צ'ק פוינט במהלך חלוקה תא פטרייתית או *sporulation*. תפקידו האפשרי של חלבון מחסום כזה בפתוגנזה פטרייתית וידון בהמשך.

## הדברה של כשותית הבזיל באמצעות פונגיצידיים מכילי Oxathiapiprolin

יגאל כהן, יבגניה רובין, יריב בן נעים ומריאנה גלפרין

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן, ישראל 5290002

כשותית הבזיל הנגרמת על ידי האוואומיצט *Peronospora belbahrii* הינה המחלה ההרסנית ביותר של בזיל מתוק ברחבי העולם (1). הפחתת רמת MRL המותרת (רמת חמרי ההדברה השאריתית המקסימלית) על ידי הרשויות והופעתם התכופה של תבדידים עמידים לתכשירים המורשים הופכים את ההתמודדות עם המחלה למשימה קשה מאוד. כאן אנו מדווחים על הדברה יעילה של כשותית הבזיל על ידי הפונגיציד החדש Oxathiapiprolin (OXTTP, OSBP inhibitor) וארבע תערובות של Oxathiapiprolin עם קוטלי פטריות מורשים. בעבודה זו אנו מראים כי 1-2 ריסוסים מונעים של OXTTP לבדו עשויים למנוע באופן מוחלט את המחלה בבזיל בבתי רשת, או 1-2 ריסוסים מונעים על ידי אחד מתערובות ORONDIS™ של Syngenta ] oxathiapiprolin mixed with either chlorothalonil (multisite), azoxystrobin (AZ, QoI inhibitor), mandipropamid (MPD, *CesA* 3 inhibitor) or mefenoxam (MFX, rRNA polymerase I inhibitor) היו יעילים מאד בהתמודדות עם המחלה לכל אורך העונה. ההתמודדות עם המחלה הייתה יעילה אפילו במנות נמוכות של 12.5-25ppm חומר פעיל. התוצאות מראות שהתערובות החדשות של OXTTP-משולבות עם פונגיצידיים מורשים יכולות להביא להישגים בהתמודדות עם המחלה בשדה והן להתמודדות עם רמת ה-MRL הנדרשת על-ידי הרשויות.

## עמידות לפונגיצידיים של *Peronospora belbahrii* מחולל מחלת הכשותית בבזיל

לידן פלח-בלוק<sup>1</sup>, יריב בן נעים<sup>1</sup> דיויד סילברמן<sup>2</sup> ויגאל כהן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן, רמת גן, ישראל 5290002; <sup>2</sup>שה"מ, משרד החקלאות

מחלת כשותית הבזיל נצפתה לראשונה בישראל בסוף שנת 2011. החקלאים השתמשו ב-Mefenoxam על מנת להתמודד עם הופעתה הפתאומית של מחלה חדשה זו. לאחר שנה, תבדידי הפתוגן המראים עמידות ל-Mefenoxam (מעכב ריבוזומל RNA פולימראז I) הופיעו בצפון הארץ ונפוצו אל כל אזורי הגידול במדינה (1). בשנת 2013, תבדידים בעלי עמידות לפונגיצידיים Dimethomorph ו-Mandipropamid (מעכבי *Ces 3A*) הופיעו במספר אזורים. במהלך השנים 2013-2014, תבדידים הנושאים עמידות לשלושת הפונגיצידיים נמצאו באוכלוסיית הפתוגן. בשנת 2016 הופיעו לראשונה תבדידים הנושאים עמידות ל-Azoxystrobin (מעכב QoI). במהלך השנים 2016-2017 נאספו בארץ לעיתים קרובות תבדידים אשר נושאים עמידות לכל ארבעת הפונגיצידיים. לא נמצאו תבדידים עמידים לפונגיציד החדש Oxathiapiprolin (מעכב XSBP). זהו הדיווח הראשון על עמידות הפתוגן *P. belbahrii* לפונגיצידיים אשר אתרי הפעולה שלהם הם *Ces 3A* ו-QoI. הנתונים מסבירים את הקושי של החקלאים לתמודד עם מחלת כשותית הבזיל בעזרת שימוש בפונגיצידיים מסחריים.

## אפיון מהלך ההדבקה של בוטריטיס צינריאה על עגבנייה באמצעות פרופיל תעתקים



דרוב אדיטיה סריואסטאוה<sup>1</sup>, איסווארי פאנדאראניקה פג<sup>1</sup>, עמר פרנקל<sup>2</sup>,  
דב-ברנרד פרוסקי<sup>3</sup>, יגאל אלעד<sup>2</sup> ואריה הראל<sup>1</sup>.

המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, המכון למדעי הצמח<sup>1</sup>. המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, המכון להגנת הצומח<sup>2</sup>, המחלקה לחקר תוצרת טרייה לאחר הקטיף, המכון לחקר אחסון ואיכות תוצרת חקלאית ומזון<sup>3</sup>. מרכז וולקני, ראשון לציון.

בוטריטיס צינריאה (ב"צ, *Botrytis cinerea*) היא פטרייה נקרוטרופית הגורמת להופעת העובש האפור בחלקי הנוף (פתוגן של כ- 1400 מיני צמחים)<sup>1</sup>, אשר דורגה במקום השני בחשיבותה הפיטופטולוגית. עד כה, טרם בוצעו (למעט בחסה ובמלפפון) אנליזות פרופיל תעתקים (Transcriptome) של מהלך הפתוגנזה של ב"צ ברמת הצמח השלם של גידול חקלאי חשוב. בעבודה זו חקרנו את פרופיל התעתקים של ב"צ על אחד מגידולי הירקות החשובים בעולם- עגבנייה (*Solanum Lycopersicum*, cv. M82). פרופיל התעתקים נדגם מרקמות העלה כ- 0, 16, 23, 40 ו- 48 שעות לאחר ההדבקה. **תוצאות ראשוניות:** נצפה ביטוי דפרנציאלי באחוז גבוה של הגנים (כ- 35% או 45% מהגנים של ב"צ או עגבנייה, בהתאמה) אשר מדגים את האפקט הגלובלי של תהליך הווירולנטיות. בשלבים מוקדמים של הפתוגנזה נראה (באמצעות KEGG enrichment analysis) ביטוי מוגבר של גנים של ב"צ המעורבים בשעתוק, תרגום, תיקון DNA ורקומבנציה. לעומת זאת, בשלבים מאוחרים יותר של הפתוגנזה (כגון התבססות), נצפה ביטוי מוגבר של גנים המעורבים באינטראקציה עם הסביבה ובסינטזת מטאבוליטיים משניים האופייניים לצמחים (כגון, Isoquinoline alkaloid ו- Phenylpropanoid). הממצא האחרון, עשוי להצביע על הדרך שבה ב"צ מתמרנת את מנגנוני ההגנה והצימוח הצמחיים על מנת להתבסס בצמח. לסיכום, אנליזה זו וולידציה עתידית יסייעו להבין מהן האינטראקציות צמח-פתוגן הדרושות לתהליך הדבקה מוצלח.