

# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



*מחברים את כל החלקים בחקלאות הישראלית*

## חוברת תקצירים



04-06 אוקטובר 2021 מרכז הכנסים וואהל

# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



## הועדה המארגנת:

פרופ' צבי פלג, הפקולטה לחקלאות - יו"ר  
ד"ר עומר פרנקל, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר רואי בן דוד, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר דנה מנט, מנהל המחקר החקלאי  
פרופ' חנן אייזנברג, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר סמדר הרפז-סעד, הפקולטה לחקלאות  
ד"ר שלי דרוין, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר גיל אשל, משרד החקלאות  
ד"ר דוד עזרא, מנהל המחקר החקלאי  
מירי אטיאס, ארגון עובדי הפלחה  
ירון גדרי, הפקולטה לחקלאות  
שירן בן זאב, הפקולטה לחקלאות

## הועדה המדעית:

ד"ר עומר פרנקל, מנהל המחקר החקלאי - יו"ר  
פרופ' צבי פלג, הפקולטה לחקלאות  
ד"ר ויקי סורוקר, מנהל המחקר החקלאי  
פרופ' יהושע סרנגה, הפקולטה לחקלאות  
ד"ר אבי צדקה, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר רן חובב, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר אשר בר טל, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר יפית כהן, מנהל המחקר החקלאי  
ד"ר רן לאטי, מנהל המחקר החקלאי  
חיים תג'ר, שרות ההדרכה



# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



## כנס הגג של האגודות למדעי החקלאות אורגן ע"י:



**האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות**  
האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות" פועלת לקידום והפצת ידע מדעי בתחומי גידולי שדה וירקות בישראל. האגודה מארגנת כנסים מדעיים בהם מוצגים מחקרים ומידע הנוגעים להיבטים שונים של תחום גד"ש וירקות.

אתר האגודה: <https://gadash.org.il/>



### העמותה הישראלית למחלות צמחים

העמותה הישראלית למחלות צמחים פועלת במגוון צורות לקידום נושאים הקשורים למחלות צמחים בישראל. העמותה פועלת בארגון כנסים ומפגשים בישראל המהווים במה לדיווחים מקצועיים מן האקדמיה והתעשייה

אתר האגודה: <https://phytopathology.org.il/>



### האגודה הישראלית למדע העשבים הרעים

האגודה הוקמה במטרה לקדם, לעורר, לקבץ ולהפיץ את הידע בתחום העשבים הרעים בישראל. האגודה עורכת כינוסים, סיורים ופגישות מדעיות, מוציאה לאור פרסומים מדעיים ומפיצה אותם. האגודה מארגנת וועידה מקצועית ארצית.

אתר האגודה: <https://www.wssi.org.il/>



### האגודה הישראלית להנדסה חקלאית

האגודה הישראלית להנדסה חקלאית פועלת לקידום ופיתוח הקשרים בין העוסקים במחקר, פיתוח, וייצור של טכנולוגיות חדשניות הקשורות ביצור החקלאי, ולהביא לשיפור טכנולוגיות אשר יביאו ליעול העבודה וישפרו את התמורה לחקלאי.

אתר האגודה: <http://isae.org.il/>



### האגודה הישראלית למדעי הקרקע

האגודה הישראלית למדעי הקרקע היא עמותה רשומה השמה לה למטרה לקדם את הידע והמחקר במדע הקרקע. כיום עיקר פעילותה מתמקדת בקיום כנס שנתי.

אתר האגודה: <https://sssisrael.wixsite.com/israelsoilsociety>



### החברה האנטומולוגית בישראל

החברה האנטומולוגית בישראל פועלת לקידום היבטים שונים של מחקר בפרוקי רגליים בכלל וחרקים בפרט, מרמת האורגניזם עד הרמה מולקולארית. החברה מארגנת כנסים, פגישות, מוציאה לאור כתב-עת מדעי ומחלקת פרסים.

אתר האגודה: <http://www.entomology.org.il/>

# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



## תודה לנותני החסות

### חסות פלטינה



משרד החקלאות ופיתוח הכפר



# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



## חסות זהב



## חסות כסף

איגוד תעשיות הכימיה



# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



## חסות ארד





# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021

## תוכנית מדעית





## יום שני 04-10-2021

### אודיטוריום

- 08:30 - פתיחת הכנס - פרופ' צבי פלג  
ברכות: מר עודד פורר, שר החקלאות ופיתוח הכפר והשר לפיתוח הפריפריה, הנגב והגליל  
מר צבי אלון, מנכ"ל מועצת הצמחים  
פרופ' בני חפץ, דיקן הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית  
פרופ' אלי פיינרמן, ראש מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני
- 09:00 - שיח פתוח עם שר החקלאות ופיתוח הכפר מר עודד פורר בנושא המחקר החקלאי

### מושב פתיחה: חקלאות ישראל - עבר, הווה, עתיד

- מנחה: יעל מישאל, מנהלת המרכז לקיימות של האוניברסיטה העברית בירושלים
- 09:30 - הרצאת מפתח 1 - שחל עבו: ראשית החקלאות במזרח הקרוב - לקחים לגבי קיימות
- 10:00 - הרצאת מפתח 2 - בני חפץ: אתגרים בהוראה והכשרה בתחום החקלאות
- 10:25 - הוקרה לקרן BARD על תמיכתה לפיתוח המחקר במדעי החקלאות באמצעות קרן המלגות לפוסט דוקטורט ע"ש יואש ועדיה



### מושבים מקבילים

### אודיטוריום - יישומי חישה מרחוק ומקרוב בחקלאות

מארגנים: איתי הרמן, עופר רודנשטיין

- 11:00 - הרצאה מוזמנת: אנה ברוק: דיוק ממשק ההשקיה בגידולי שדה וירקות באמצעות מודל SWAP מבוסס מדדים מצילומי רחפן וחיישני קרקע
- 11:20 - הרצאה מוזמנת: טרין פז-כגן: מודל תומך החלטה לניהול חנקן מדייק על ידי מערכות חישה מרחוק במטעי תפוז
- 11:40 - אסף חן: זיהוי מוקדם של מחלות קרקע בגידולי שדה בעזרת חישה מרחוק
- 11:55 - אמיר מאיו: חישה מרחוק של פעילות פוטוסינטטית (Solar Induced Fluorescence) ככלי סריקה מהירה במערכת פנומיקה אוטומטית
- 12:10 - לוויה כץ שמחאי: פרוטוקול לקבלת החלטות להשקיה מדייקת בטפטוף מבוסס על צילומים תרמיים במטע אפרסקים
- 12:25 - מתנאל היפש: זיהוי מוקדם של עקות סביבתיות ומחלות עלים באמצעות חישת חמצון חיזור ברמת הצמח השלם בצמחי תפוח האדמה
- 12:40 - איתמר לוי: זיהוי מוקדם של השפעת קוטלי העשבים רימסולפורון מתיל ומטריבוזין על ירבוז מופשל (*Amaranthus retroflexus* L.) באמצעות חישה היפרספקטרלית

### אולם 1 - אקוטוקסיקולוגיה בישראל - גורל חומרי הדברה בקרקע, השפעות על הסביבה

#### הטבעית, ושיטות למדעור הנזק

מארגנים: ות: אורן שלף, עדי רדיאן

- 11:00 - הרצאה מוזמנת: יעל מישאל: ההשפעה הלא ישירה של האקלים על גורל חומרי הדברה בקרקע
- 11:20 - הרצאה מוזמנת: יעל חורש: הנשר האירו-אסיאתי (*Gyps fulvus*) כבי-אינדיקטור לחשיפה למזהמים סביבתיים
- 11:40 - אורי שפירא: השפעת חומרי הדברה על המערכות האקולוגיות שבשולי שטחים חקלאיים
- 11:55 - אורה משה: הסעת מזהמים מאגנים חקלאיים באגן הקישון
- 12:10 - אוהד אפיק: דבורים וריסוסים - סיכום בדיקת שאריות חומרי הדברה בכוורות שנפגעו מריסוסים
- 12:25 - שלומית נוסבוים: נתיבי הסעה של מזהמים לא-נקודתיים בשדות חקלאיים עם מערכת נקזים





## אולם 2 - שיפור יצרנות בעלי חיים תחת סביבה משתנה

מארגנים: צבי רוט, יהושע מירון

- 11:00 - הרצאה מוזמנת: צבי רוט: עקת חום ופוריות בבקר- כיצד נתמודד?
- 11:20 - הרצאה מוזמנת: נעם מאירי: התניית עופות לחום משפרת עמידות לעקה ואף עוברת בתורשה אפיגנטית
- 11:40 - אבנר כנעני: מגנומיקה לפיזיולוגיה - על עמידות אמנונים לעקת קור
- 11:55 - ליאור דויד: שיפור ייצור ורווחת הדגים על ידי פיתוח קווי קרפיון עמידים גנטית למחלות וויראליות
- 12:10 - מאיה זכות: שימוש בסמנים פיזיולוגים לניטור והקלה של עקת חום בפרות חלב
- 12:25 - שרון שלינגר: נוגדי חמצון מגנים על תאי גזע של פרה מהזדקנות מוקדמת בעקבות עקת חום
- 12:40 - מורן גרשוני: הורשה סביבתית: ראיות להשפעה נרחבת של עקת חום במהלך ההיריון של הסבתא רבתא על ביצועי הנינות

## אולם 3 - עמידות מושרת כנגד עקות בחקלאות

מארגנים: יגאל אלעד, חגי כהן

- 11:00 - הרצאה מוזמנת: נועם אלקן: עמידות מושרית ומקומית של פירות מנגו אדומים כנגד עקות ביוטיות ואביוטיות לאחר קטיף
- 11:20 - הרצאה מוזמנת: מיה בר: השראת עמידות באמצעים גנטיים, פיזיקליים, כימיים, ועל ידי מיקרואורגניזמים - ככלי לשיפור יבול
- 11:40 - דנה חרובי: שיפור התמודדות אבוקדו 'האס' עם תנאי קרה וצינה באמצעות טיפול מקדים
- 11:55 - זיו שפיגלמן: השראת עמידות כנגד TSWV בצמחי פלפל
- 12:10 - ורד צין: אידו עמידות קובעת, מושרת או קבועה? בחינת מנגוני הגנה כימיים ופיזיקליים של חיטת הבר בתגובה לפגיעת כנימת עלה
- 12:25 - אופיר דגני: חקר יחסי הגומלין בין *Macrophomina phaseolina* ו- *Magnaportheopsis maydis* כגורמי מחלה בכותנה ובחירס



הפסקת  
צהריים

## הצגת פוסטרים מספר ב-1 עד ב-39

### אודיטוריום - רובוטיקה חקלאית ופנומיקס (בשיתוף האגודה הישראלית להנדסה חקלאית)

מארגנים: ויקטור אלחנתי ואביטל בכר

- 14:20 - הרצאה מוזמנת: סיגל ברמן: שילוב למידה עמוקה לבקרת תנועה רובוטית בשטח
- 14:40 - הרצאה מוזמנת: רן לאטי: אפיון פנוטיפי מרחבי וספקטרי מוקדם של צמחים - חישה מרחוק ומקרוב בשירות מדע העשבים
- 15:00 - נוי שרף: איש לא נותר מאחור: שילוב מוקדם של הגורם האנושי בפיתוח מערכת רובוטית לדילול תמרים
- 15:15 - נבות עוד: סופר רזולוציה לפנוטיפינג
- 15:30 - ירדן עקבי: הערכת יבול וכמות הפרי באמצעות מערכת סונאר
- 15:45 - אלעד גיפס: פיתוח שיטה לשערוך מודל ענף

### אולם 1 - מחקר-הדרכה, חקלאים והקשר ביניהם (בשיתוף שה"מ)

מארגנים: חיים ת'גר, עינת גרזון

- 14:20 - הרצאה מוזמנת: חגי שנר: הדרכה מחקר ומה שביניהם
- 14:40 - הרצאה מוזמנת: צבי מנדל: אינטראקציה בין המחקר וההדרכה בקידום נושאי הגנת הצומח: אורות, צללים ואופקים
- 15:00 - ענת זיסוביץ-חריט: מחלת הצהבון (*Phytoplasma pyri*) בעצי פרי נשירים
- 15:15 - יפתח גלעדי: מבחן זני אבטיח סידלס מורכב ומועדי שתילה שונים חוות עדן 2021
- 15:30 - רוני אמיר: פיתוח והתאמת פתרונות לחקלאים
- 15:45 - נטע מור: הדברה ביולוגית משולבת במלפפונים במושב אחיטוב - היינו כחולמים



## אולם 2 - טכנולוגיות חדשניות בחקלאות חיות משק

מארגנים: ות: זהבה אוני, שנאן הרפד

- 14:20 - הרצאה מוזמנת: ברטה לבבי-סיוון: פיתוח שיטות חדשות ברביית דגים
- 14:40 - הרצאה מוזמנת: אילן הלחמי: פיתוח ויישום חיישנים לניהול גידול חיות משק
- 15:00 - ישראל רודנבוים: הארה מדייקת בגידול עופות משק
- 15:15 - יובל צינמון: פיתוח מודלים גנטיים בעופות לפתרון בעיות ברווחת החיה, הרג אפרוחים זכרים בשלוחת ההטלה של ביצי מאכל
- 15:30 - זהבה אוני: הזנה לפני הבקיעה (in ovo feeding) של פטמים
- 15:45 - איתמר ברש: מניפולציות בתאי גזע לשיפור תפקוד בלוטת החלב

## אולם 3 - יחסי גומלין בין מיקרואורגניזמים ובין מיקרואורגניזמים לצמחים במערכות חקלאיות

מארגנים: אסף לוי, אדי סיטרין

- 14:20 - הרצאה מוזמנת: אליסה קורנבלום: המיקרוביום והמטבולום של שורשי בננות המתורבתות וקרובי הבר
- 14:40 - הרצאה מוזמנת: עמרי פינקל: דקונסטרוקציה של חברות לזיהוי חיידקים המגנים על הצמח
- 15:00 - איתי שרון: דינמיקה טבעית של מיקרוביום פרחי האגס בזמן הדבקה בחירכון
- 15:15 - דורון טפר: עמידות חציל ל- *Clavibacter michiganensis sp. michiganensis* מתבססת על זיהוי פרוטאז חיידקי מופרש
- 15:30 - יאנה בייזמן מגן: תנאי רטיבות מיקרוסקופית על פני העלה מגנים על חיידקים מפני מגוון אנטיביוטיקות
- 15:45 - נופר אסולין: השפעת גורם המחלה החיידקי *Candidatus liberibacter solanacearum* על צבירת יבול בצמחי גזר



## אודיטוריום - ניהול ידידותי לסביבה בהגנת הצומח במרחב החקלאי בישראל - אמצעים, גישות מתקדמות ואתגרים

מארגנים: ות: רן לאטי, דנה מנט

- 16:25 - הרצאה מוזמנת: יפית כהן: כלים לאיסוף נתוני עתק ואקו-אינפורמטיקה לחקר דינאמיקה של פגעים בחקלאות ולהדברה משולבת רחבת היקף
- 16:45 - הרצאה מוזמנת: נטע דורצ'ין: הדברה ביולוגית קלאסית של צמחים פולשים - שימושים, מדדים להצלחה והערכת סיכונים
- 17:05 - רוני גפני: אתגרים בהדברת ירבוז (*Amaranthus spp*) בעגבניות לתעשייה
- 17:20 - אריק פלבסקי: השפעה של אקריות טורפות, נמטודות חופשיות וקהילת המיקרואורגניזמים הנלווים על הדברה ביולוגית של מזיקי קרקע
- 17:35 - שמוליק עובדיה: טכנולוגיה חדשה מבוססת אוויר חם להדברת פגעים בכרם
- 17:50 - יוסי קשתי: הרחקה/השמדה של זרעי עשבים רעים במהלך הקציר כאמצעי לא כימי להתמודדות עם עמידות עשבים רעים בגידולי שדה

## אולם 1 - אגרואקולוגיה בישראל - פרקטיקה בשדה, או שדה-מחקר חדש?

מארגנים: שחר ברעם, צפיריר גרינהוט

- 16:25 - הרצאה מוזמנת: אלון שפון: היבטי סביבה ובטחון תזונתי של מערכת המזון.
- 16:45 - הרצאה מוזמנת: דרור מינגן: מה המיקרוביום מספר לנו על הנעשה בסביבה החקלאית?
- 17:05 - אביתר בן-מרדכי: שאריות של מזהמים אורגנים בתוצרת חקלאית מושקית קולחים בישראל - עדויות חדשות
- 17:20 - איליה גלפנד: כמות דישון חנקני לא משפיעה על פליטת תחמוצות חנקן מקרקעות לס בגידול גזר (*Daucus carota*)
- 17:35 - שריאל היבנר: איתור מקור הפלישה של חמנית הבר (*Helianthus annuus*) ותפוצתה בישראל בעזרת רשתות חברתיות ומידע גנומי
- 17:50 - נטשה כצבמן: שליטה מיטבית על תהליכי חנקן בהשקיה לבקרת העשרת מי תהום



## אולם 2 - Farm to Fork - שיפור איכות מוצרים מן החי

מארגנים: ות: ישראל רודנבוים, שלי דרוין

16:25 - הרצאה מוזמנת: יאפ ואן ריין: הפחתת חומרי טעם לוואי במערכות סגורות לגידול דגים

16:45 - הרצאה מוזמנת: נורית ארגוב-ארגמן: שיפור איכות חלב באמצעות הזנה במספוא עתיר פוליפנולים

17:05 - ארד מילס: אסטרטגיות להקטנת נוכחות סלמונלה בעופות

17:20 - מירי כהן-צינדר: שיפור איכות הבשר במערכות גידול של בקר וצאן, בראי החקלאות המקיימת

17:35 - עוזי מועלם: העשרת חלב בחומצות מסוג אומגה-3

17:50 - יעקב בירן: יצירת אמנון יאור (*Oreochromis niloticus*) בעלי מסת שריר מוגברת

## אולם 3 - ננוטכנולוגיה וחדשנות בעולם החקלאות

מארגנות: ים: מאיה קליימן, יפתח גולוב

16:25 - הרצאה מוזמנת: ילנה פוברנוב: ננו-מבנים מבוססי פולימרים טבעיים לטובת חקלאות ומזון

16:45 - הרצאה מוזמנת: אסתר סגל: ננו-חומרים לזיהוי, ניטור וטיפול במיקרואורגניזמים

17:05 - ליבנת אפריאט-ג'ורנו: שימוש באבולוציה מכוונת ליציבות של אנזימים משבשי תקשורת

בחיידקים וקפסולציה ננו-מבנית פפטידית המכילה אנזימים כאלטרנטיבה

נגד חיידקים פתוגניים בצמחים

17:20 - חן דייין: פיתוח ננו-חלקיקי סיליקה לסיכול התקשורת בין עלקת לעגבניה - הדברה ידידותית לסביבה

17:35 - נוי שדות-מוזיקה: השפעת מבנה, חומר וקשיחות מצע גידול על תהליך הדיפרנציאציה והתפתחות הצמח

17:50 - שחר ברעם: אזורי מי השקיה בננו-בועות ככלי לשיפור זמינות החמצן בקרקע



# קבלת פנים חגיגית לפתיחת כנס מדעי החקלאות 2021



## לציון חגיגות 100 שנה למינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

מכון וולקני הינו אחד ממכוני המחקר החשובים והמובילים בעולם למחקר חקלאי חדשני ורחב היקף, הניצב בחזית הטכנולוגיה והמדע של מדינת ישראל. במהלך 100 השנים נרשמו לזכותו הישגים אדירים ופיתוחים שהוטמעו בשגרה החקלאית היומיומית של חקלאי הארץ והעולם. המכון צופה אל פני אתגרי העתיד ופועל בנחישות להבטחת המצוינות במחקר בפיתוח וביישום, לקידום החקלאות, להכשרת מדענים, למינוף הידע ושמירת הסביבה. כמו כן, המכון עוסק בטכנולוגיות מתקדמות להתמודדות עם משברי המזון, המים, האנרגיה והאקלים עבור המשק הישראלי והגלובלי ולמען הדורות הבאים

### קוקטייל חגיגי הכולל מוצרים מפרי פיתוח מכון וולקני:

- לחמים ארטיזנלים מקמחים ייחודיים מזני חיטה עתיקים
- שמן זית מזני מכון וולקני
- חדשנות בענף התמרים
- דבורים ודבש במכוורת
- חגיגת התבלינים

# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



יום שלישי 05-10-2021

## מושבים מקבילים

**אודיטוריום - התאמת גידולים חקלאיים לעקות סביבה - מושב לזכרו של ד"ר אברהם בלום**

מארגנים: יהושע סרנגה, שחל עבו

08:45 - הרצאה מוזמנת: רואי בן דוד: אתגר שימור יבולי חיטה תחת אקלים משתנה:

זווית שדה הטיפוח לאור משנתו של אברהם בלום

09:05 - הרצאה מוזמנת: מנחם מושליון: דיכוטומיית יצרנות-עמידות: אתגרי המעבר ממחקר בסיסי

להתאמת היבול לשינויי אקלים

09:25 - חגי יסעור: אינטראקציות הורמונליות ומעורבותם בתהליכי התפתחות רפרודוקטיביים

09:40 - אילנה שטיין: עקת מים וטמפרטורה בגפן היין: תגובות זכרות בין-עונתיות מול שינויים דינאמיים

תוך-עונתיים

09:55 - יואב שרעבי: לימוד התרומה של אלל מהבר לשימור הפוטוסינתזה בחיטה תחת עקת מים

10:10 - נבות גלפז: שימוש ברשתות תרמיות להפחתת נזקי קרה בבננה

## אולם 1 - דישון במערכות חקלאיות: מהקרקע דרך הצמח ליבול ואיכות

מארגנים: רן אראל, ארנון דג

08:45 - הרצאה מוזמנת: אור שפרלינג: שינויים בדרישה מינרלית של עצי שקד לאורך עונת הגידול

09:05 - הרצאה מוזמנת: משה שנקר: הכוונת הדישון באשלגן: יישום תובנות מאיזוטרמות ספיחה -

שימוש חדש בעקרונות ישנים

09:25 - אורי הוכברג: השפעת ריכוז החנקן במי ההשקיה על צריכת מים ויסודות מזון של עצי מנגו

09:40 - גיא תמיר: שימוש בבורות גידול כשיטה לגידול בקרקעות שוליות - אוכמניות כמקרה מבחן

09:55 - עמית פאפוריש: תכונות הסעת המומסים של הריזוספירה מושפעות מנוכחות הפרשות שורש

10:10 - גל גלעד: השפעת מסלול ההטמעה של חנקן ומשטר הדישון על המערכת הפוטוסינתטית

ועל רמת הרדיקלים החופשיים בכלורופלסט במצבי עקה

## אולם 2 - פתרונות חקלאיים בעיר ואנרגיה מתחדשת בחקלאות

מארגן: דוד הלמן

08:45 - הרצאה מוזמנת: איתמר לנסקי: תרומת חקלאות וייעור עירוני להיערכות לשינויי אקלים

09:05 - הרצאה מוזמנת: ענת צ'צ'יק: הערכה כלכלית של שירותי מערכת אקולוגית: שירותי נוף

בשוק התיירות החקלאית

09:25 - נעה צוקרמן: חישה מקרוב (Proximal sensing) של מערכות צמחיה אנכיות במרחב העירוני

09:40 - יהודה טונגשטיין: השפעת קירות ירוקים על ריכוז ה- $CO_2$  בחללים סגורים

09:55 - שחף בראון: קולט סולרי עם הפרדה ספקטרלית לשדות חקלאיים פתוחים (אגרי-וולטאי)

10:10 - רועי גרימברג: השפעת התקנת יריעות פוטו-וולטאיות אורגניות בתוך חממות לגידול עגבניות

על המיקרו-אקלים והיבול

## אולם 3 - חקלאות בת קיימא - על הספקטרום שבין חקלאות קונבנציונלית לחקלאות מחדשת

מארגנים: ות: זלמן הנקין, מירי כהן-צינדר

08:45 - הרצאה מוזמנת: יעל לאור: משק מודל לחקלאות בת קיימא בנווה יער - איפה אנחנו על הספקטרום?

09:05 - הרצאה מוזמנת: אסף שוורץ: מי מרוויח ומי מפסיד ממשארי טבע באזורים חקלאיים? היבטים

אקולוגיים, סוציולוגיים וכלכליים של ממשקים אגרו-אקולוגיים

09:25 - אריאל שבתאי: לימוד מאפייני הרשת החברתית של מעלי גירה - כלי חדש לשיפור רווחת בעה"ח

09:40 - תמר אזולאי-שמר: זיהוי פיזיולוגי וגנטי של מנגנונים המעורבים ביעול ניצול המים

ופוטוסינתזה בזני השקד

09:55 - גיל אשל: עולם אחר של חקלאות (משמרת, מחדשת), האם אפשרי גם כאן בישראל?

10:10 - סיימון פוטרמן: חישה מרחוק של גידולי שירות כרפלקטור לשונות המרחבית בפוטנציאל הזנתי של הקרקע







## אודיטוריום - חקלאות ישראל בעידן רפורמות (בשיתוף ארגון מגדלי ירקות)

מארגן: אורן ברנע

10:50 - הרצאה מוזמנת: יעל קחל: השוואת מדיניות התמיכה בענף החקלאות במדינות שונות

11:10 - הרצאה מוזמנת: איל קימחי: השפעת שינויי אקלים על החקלאות הצמחית בישראל:

שטחים, תפוקה, מחירים, הכנסות ורווחים

11:30 - פנל על "הקשר בין עלויות הייצור החקלאי ובטחון מזון"

בהנחיית: גדי סוקניק

משתתפים: מר אבשלום וילן, התאחדות חקלאי ישראל

מר עמית בן צור, מנהל מכון יסודות

גב' מירב ארלוזורוב, פרשנית בכירה דה מרקר

פרופ' אבי שמחון, האוניברסיטה העברית

ח"כ נירה שפק, יושבת-ראש השדולה למען החקלאות ובטחון המזון של מדינת ישראל

## אולם 1 - עמידות לחומרי הדברה בחקלאות: תמונת מצב ודרכי התמודדות (בשיתוף האגודה הישראלית למדע העשבים הרעים)

מארגן: עמית פאפורי

10:50 - הרצאה מוזמנת: ברוך רובין: עמידות עשבים רעים לקוטלי עשבים כסיכון אמיתי לקיימות חקלאות הצומח בישראל

11:10 - הרצאה מוזמנת: מאור מצרפי: שינויי אקלים והשפעתם על יעילות קוטלי עשבים

11:30 - איתי הרמן: שימוש בחישה היפרספקטרלית לזיהוי עמידות עשב רע לקוטל עשבים טרום יישום

11:45 - עידו שוורץ: ניצול מערכת הרבייה הטבעית של עשבים רעים בכדי למנוע את התפשטותם

12:00 - רמי הורביץ: התנגדות לתכשירי הדברה במינים השונים של כנימת עש הטבק -

היקף הבעיה וגישות להתמודדות

12:15 - אביתר אסף: הדברת עשבים בתוך שורת הצמחים (Intra-Row) בעזרת קלטרת אצבעות

(Finger-Weeder) בגידולי שדה

## אולם 2 - חידושים בעולם האגרו-פודטק

מארגנים: צבי חיוקה, אורן תירוש

10:50 - הרצאה מוזמנת: מאיה דוידויץ פנחס: הנדסת מזון במאה ה-21 - פיתוח תחליפי שומן מהצומח

11:10 - הרצאה מוזמנת: גיאורגי שטנברג: פיתוח ביוסנסורים אופטיים לזיהוי מזהמים בחקלאות

11:30 - הדס ריכטר: התכונות האנטי-דלקתיות של שמן זבוב החייל השחור

11:45 - ירון בן שושן-גוליצקי: מתיקות וטעמים נלווים - מה ניתן ללמוד בגישות חישוביות

12:00 - עדי שפיצר: S-Nitroso-N-Acetylcysteine כחומר משמר חדשני בתעשיית הבשר

12:15 - אבישג יהודה: פיתוח אסטרטגיות חדשות למניעת הפתוגנזה של חיידקי גרם-חיובי

## אולם 3 - שימוש במקורות גנטיים מהבר והתרבות במחקר החקלאי והאקולוגי -

מושב לזכרו של ד"ר יעקב מתתיה

מארגנים: עוד ברזני, ליאור גור

10:50 - הרצאה מוזמנת: אסף דיסטפלד: פיתוח ואפיון קווי מחדר מחיטת הבר

11:10 - הרצאה מוזמנת: יגאל כהן: מקורות עמידות לכשותית ולקמחון במלון בר ובמלפפון בר

11:30 - דנה פירסט: חקירת המנגנון הגנטי של רב-שנתיות בשעורת הבולבוסין

11:45 - מוופק אבדאח: זיהוי גזר בר כמלכודת למזיק פסילת הגזר

12:00 - אלכס בהרב: תובנות במחקר לצורך שימוש במיני חסת הבר להשבחת החסה התרבותית

12:15 - דנה סיסו: אפיון גנומי של עמידות חמנית (*Helianthus annuus* L) לעלאת החמנית

(*Orobanche cumana* W)

12:30 - עינב מייזליש-גתי (מנהלת בנק הגנים): דברים לזכרו של יעקב מתתיה

סיון פרנקין: בחזרה אל זני המורשת הישראלים: גיוס המגוון הגנטי האבוד לחקר יצרנות

ואיכות גרגירים וכמאיץ ליצירת שוק



הפסקת  
צהריים

## הצגת פוסטרים מספר ג-1 עד ג-37

**אודיטוריום: מושב מיוחד: הרצאות מפתח בחקלאות ישראל**

- מנחה: מיכל לוי, המדענית הראשית, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- 14:00 - הרצאת מפתח 1: תמר ברמן: השפעות חומרי הדברה להגנת הצומח על בריאות הציבור
  - 14:30 - הרצאת מפתח 2: יעל אידן: רובוטיקה חקלאית - חדשנות ואתגרים
  - 15:00 - הרצאת מפתח 3: מונה כידון: אלרגיה לחלבונים מהצומח: חידושים, טיפולים וסיפורים



## מושבים מקבילים

**אודיטוריום - היערכות לשינוי אקלים: השלכות עתידיות לענפי החקלאות ואמצעי הסתגלות**

מארגנים: ות: גדעון טופורוב, עדי בכר

- 16:00 - הרצאה מוזמנת: יצחק יוסף: מדדים אקלימיים המשפיעים על החקלאות בישראל - מגמות עבר ועתיד
- 16:20 - הרצאה מוזמנת: יגאל אלעד: השלכות שינוי האקלים על החקלאות בישראל בדגש על פגעי צמחים
- 16:40 - לירון אמדור: ביטחון מזון לאומי בישראל על רקע שינוי האקלים
- 16:55 - גיא דברת: השפעות גורמי אקלים ולחץ רעייה על איכות תזונתית של הצומח במרעה עשבוני ים תיכוני
- 17:10 - ריטה מונדר: בחינת הגורמים המשפיעים על צבירת הצבע בזן התפוח "קריפס פינק" (פינק לידי) בתנאי הארץ
- 17:25 - תמר פרידלנדר: ניבוי שיעורי פריחה בעצי זית מזן ברנע על סמך טמפרטורות במהלך עונת החורף

**אולם 1 - שילוב יישומים מתקדמים בחקלאות דרך מערכות השקיה (בחסות חברת נטפים)**

מארגנים: חנן איזנברג, דובי רז

- 16:00 - הרצאה מוזמנת: דובי רז: יישומים מתקדמים בהשקיה, למיתון שינויי האקלים, להעלאת היבול תוך שמירה על איכות הסביבה
- 16:20 - הרצאה מוזמנת: שמוליק פרידמן: אורור קרקע באמצעות הזרקת אוויר ותוספת מי-חמצן דרך מערכות השקיה בטפטוף טמון ועילי
- 16:40 - דגנית שדה: חלופות לממשק הדברת עשי לילה בתירס סופר מתוק, נווה יער 2020
- 16:55 - ילנה ויטושקיץ: צינון נוף באבוקדו: מערכת יישומית להתמודדות עם שינויי האקלים
- 17:10 - עמוס עובדיה: הדברת מלסקו בלימון ומחלות אחרות בעצים בכמיגציה
- 17:25 - ליאור גור: יעילות הגמעת קוטלי פטריות כנגד מחלות נוף בתפוח עץ



## אולם 2 - היכן חקלאות העתיד נפגשת עם חלבון אלטרנטיבי? (בשיתוף ארגון עובדי הפלחה)

מארגנות: תמי מירון, מירי אטיאס

- 16:00 - הרצאה מוזמנת: אופיר בנימין: חלבון אלטרנטיבי מן הצומח ומחרקים כמקור חדשני בפונקציונליות במזון
- 16:20 - הרצאה מוזמנת: תום בן אריה: הזדמנויות בתחום החלבונים האלטרנטיביים מהצומח
- 16:40 - מיטל קציר: מאקרו-אצות כמקור אלטרנטיבי לחלבון ועמילן המיועדים לשימוש במזון
- 16:55 - עמית יערי: צמחים כביואקטורים לייצור גורמי גדילה
- 17:10 - חגי שפיגלר: זבוב החייל השחור - חקלאות חרקים מתקדמת
- 17:25 - אפרת מונסנגו-אורנן: שימוש בתהליך התפתחות השלד, כמודל פרה-קליני רגיש לבדיקת וטיוב איכות חלבון ממקורות חלופיים בתזונה

## אולם 3 - הזנה ודישון של גידולים (בחסות חברת כיל)

מארגן: אורי ירמיהו

- 16:00 - הרצאה מוזמנת: ארנון דג: תגובה של רימון להזנה בחנקן
- 16:20 - הרצאה מוזמנת: ציפורה טייטל: מהזנת הצמח לתזונת האדם - Rock to fork
- 16:40 - רן אראל: תגובת עצי אבוקדו צעירים (זן האס) להזנה בחנקן
- 16:55 - משה הלפרין: תגובה של טף להדשיה בחנקן זרחן ואשלגן בגידול בנגב
- 17:10 - עידית גינזברג: דישון מינרלי ואיכות קליפה של פקעות תפוח-אדמה
- 17:25 - נטלי תורן: תגובת צמחים להזנה בפוליפוספט ותיאור מנגנון ההידרוליזה על ידי שורשי הצמח

## אירוע גאלה חגיגי של כנס מדעי החקלאות בישראל בחסות תכנית המאסטר הבינלאומית בכורמות וייננות של בית הספר הבינלאומי - HUJWine



- ארוחת ערב חגיגית סביב שולחנות עגולים
- הרצאת אורח: גב' מיכל אקרמן - מנכ"לית יקב תבור
- תצוגת יינות של בוגרי התוכנית



הפקולטה לחקלאות  
מזון וסביבה

ע"ש רוברט ה. סמית

# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



יום רביעי 06-10-2021

מושבים מקבילים

## אודיטוריום - מינים פולשים ומחלות מתפרצות בחקלאות ישראל

מארגנים.ות: מאור מצרפי, יעל מלר הראל

- 08:45 - הרצאה מוזמנת: עודד כהן: ממשק צמחים פולשים בשטחים הפתוחים של ישראל - אתגרים, מגבלות ותובנות לעתיד
- 09:05 - הרצאה מוזמנת: דני שטיינברג: מחלת ALS הנגרמת על ידי החיידק קסיללה פסטידיוסה: איום על ענף השקדים בישראל?
- 09:25 - דניאל ועקנין: שיפור מערך ההדברה הכימית של המין הפולש אמברוסיה מאפירה (*Ambrosia grayi*)
- 09:40 - שרון כהן: התמודדות עם תסיסנית נקודת-כנף (*Drosophila suzukii*) בישראל
- 09:55 - יואב מוטרו: עיקור ביצי ציפורים בקינן: שימון ביצי מינים פולשים
- 10:10 - אורי בר: שיפור מערך ההתמודדות עם הצמח המתפרץ חנק מחודד (*Cynanchum acutum* L) במטעי תמרים בערבה הדרומית

## אולם 1 - טכנולוגיות חדשות ונתוני עתק בחקלאות (בחסות חברת אגמטיקס)

מארגנות: טרין פד-כגן, יפית כהן

- 08:45 - הרצאה מוזמנת: גלעד רביד: שימושי BIG DATA בחקלאות
- 09:05 - הרצאה מוזמנת: ויקטור אלחנתי: טפטפת חכמה
- 09:25 - שי סלע: סטנדרטיזציה אוטומטית של מידע לקידום שת"פ מחקרי וניתוחים מבוססי נתוני עתק בחקלאות
- 09:40 - עיינה נטע: חיזוי דינמיקת האוכלוסיות העונתית של כנימת עש הטבק באמצעות מודל ככלי תומך החלטה במערכות חקלאיות
- 09:55 - יפתח קלפ: מערכת סריקה היפר-ספקטרלית זולה לדגימה של שדות חקלאיים
- 10:10 - תמיר קרס: מיפוי מדדים מבניים מבוססי LIDAR וחשיפה מולטי-ספקטראלית להערכת טיפולי הדברת עשבים במטע שקד

## אולם 2 - קרקעות במרחב ובזמן: היווצרות, סחיפה ושימור - לזכרה של חנה קויומד'יסקי (בשיתוף האגודה הישראלית למדעי הקרקע)

מארגנים: און כרובי, דני איטקיין

- 08:45 - הרצאה מוזמנת: רבקה אמית: התפתחות הנוף במזרח ים תיכון במהלך תקופת הרביעון בראי הקרקע
- 09:05 - הרצאה מוזמנת: אלי ארגמן: שימור קרקע: אתגרים בעידן משתנה
- 09:25 - רועי אגודי: התאמה ואימות של המשוואה הרציונלית לקרקעות בעיבוד חקלאי בתנאי הארץ: RUSLE - IL
- 09:40 - אורי שאנן: איזור בסדקים בחלוקי סחף כסמן להתפתחות איטית של סדקים
- 09:55 - און כרובי: השפעת גורמי אקלים על צבירת גיר פדוגני: תצפיות ומידול
- 10:10 - דני איטקיין: טקסונומית קרקע (USDA Soil Taxonomy) כחלופה למיון הקרקע הישראלי





## אולם 3 - מניפולציות: לאינטראקציות של פרוקי רגליים עם סביבתם (בשיתוף החברה לאנטומולוגיה בישראל)

מארגנות.ים: ויקי סורוקר, גור פינס

- 08:45 - הרצאה מוזמנת: דויד בן יקר: מניפולציה אופטית של פרוקי רגליים מזיקים ומועילים
- 09:05 - הרצאה מוזמנת: אלי הררי: מניפולציה התנהגותית בפרוקי רגליים
- 09:25 - עופר אידלין הררי: חישת סוכרוז ותפקידה בהתנהגות האכילה של כנימת עש הטבק
- 09:40 - נטע שקד: חשיבות החומצה האמינית פרולין בסמביוזה בין חיידק ה- *Coxiella* וקרצית הכלב החומה
- 09:55 - יהודה יזראלי: השפעתם של מיקרואורגניזמים המאכלסים את הצרעה הטפילית *Anagyris vladimiri* על יעילותה בהדברה ביולוגית של כנימות קמחיות
- 10:10 - עולא ג'סאר: אינטראקציה מולקולארית והמעורבות של הרשת האנדופלסמטית בהעברה של החיידק *Liberibacter solanacearum* על ידי פסילת הגזר



## אודיטוריום - יישום מידע גנומי בהשבחת גידולים חקלאיים: עובדות והבטחות

מארגנים.ות: יוני אלקינד, שירי פרייליך

- 10:50 - הרצאה מוזמנת: עמית גור: מהשדה לגנום וחזרה: דוגמאות ממחקר גנטי במלון ואבטיח
- 11:10 - הרצאה מוזמנת: אילן פארך: פיתוח ויישום כלים גנומיים בהשבחת פלפל
- 11:30 - עמית גל-און: חיסוני ירקות למחלות וירוס באמצעות עריכה גנומית וביטוי RNA ויראלי, לאן פנינו?
- 11:45 - עידן סבאג: שילוב של מבחני אסוציאציה וחיזוי גנומי לזיהוי גנטי של תכונות פנוטיפיות ורכיבי יבול בשומשום
- 12:00 - ירין עקנין: הגברת ערכים תזונתיים בחסה באמצעות עריכה גנטית
- 12:15 - פאולה טפר-במנולקר: הפעלת מסלול חלופי למטבוליזם של סוכרוז מובילה לעמידות מוגברת לעקות אביוטיות בצמח תפוח אדמה

## אולם 1 - בקרת כמות ואיכות יבול: ממחקר בסיסי למעשה החקלאי

מארגנים.ות: סמדר הרפז-סעד ואבי צדקה

- 10:50 - הרצאה מוזמנת: דורון הולנד: העלאת היבול בשקד: יישום ידע מולקולרי וגנטי ממסלולים ביוכימיים שונים בהשבחה של שקד
- 11:10 - הרצאה מוזמנת: ארי שפר: שיפור טעם בעגבנייה: מהמעבדה למדף
- 11:30 - מיכל אקרמן-לברט: מחקר להבנת תהליכי נשירת חנטים טבעית בתפוח והאמצעים לדילול כימי יעיל במטע שפוחחו באמצעותו
- 11:45 - יצחק קמארה: הארה תוך-נופית בשעות היום או בשולי היום משפרת את החנטה בפלפל בתנאי גידול פסיביים בחורף
- 12:00 - דור חיים: השפעת עומס פרי על אינדוקציה לפריחה
- 12:15 - שחם מגדיש: השראת פריחה וחנטה יעילה במנגו ליצירת פרי איכותי מחוץ לעונה
- 12:30 - עמית אסיג-טבנצ'יק: אפשרות גנטית חדשה להארכת חיי מדף בעגבנייה על ידי מוטציה בגן *SIICDH1* המעורב בהבשלה הקלימקטרית



## אולם 2 - שיטות מתקדמות לניטור קרקע

מארגן: נמרוד שוורץ

- 10:50 - הרצאה מוזמנת: אלכס פורמן: מדידה וניטור גיא-חשמליים של תת הקרקע
- 11:10 - הרצאה מוזמנת: נפתלי לזרוביץ': שיפור ממשק ההדשה בעזרת ניטור רציף המשולב עם מידול של בית השורשים
- 11:30 - מיכאל בוריסובר: חיזוי וניטור של מרכיבי חומר אורגני מומס ממדידות ספקטרה תת-אדום של קרקע מוצקה
- 11:45 - רוני וולך: השלכות איכות מי ההשקיה על הפרוס המרחבי והעיתי של תכולת הרטיבות בבית השורשים - בעיות ובחינת פתרונות
- 12:00 - איתמר אסא: פיתוח שיטות מתקדמות לאיפיון השפעת הפרשות שורש על מבנה הקרקע בסקאלה המיקרונית
- 12:15 - שני בן משה: ניתוח עקומי פריצה, תהליכי חילוף יונים וספיחה בסביבה נקבובית באמצעות כלים גיא-חשמליים

## אולם 3 - צמצום השימוש בהדברה כימית של פגעים (בשיתוף האגודה הישראלית למחלות צמחים)

מארגנים ותי: שאול בורדמן, מירב אלעזר

- 10:50 - הרצאה מוזמנת: סיגל בראון מיארה: נמטודות טפילות לצמחים, איום מתמשך בגידולים חסויים - תמונת מצב ומימוש אפשרויות הדברה
- 11:10 - הרצאה מוזמנת: מגי לוי: מנגנוני הפעולה של המדביר הביולוגי *Pseudaletia aphidis*
- 11:30 - איה בריל: לכידה של חומרים אנטימיקרוביאליים במטריצה מתכתית לצורך הגנת הצומח
- 11:45 - יהודה רוט: אטיולוגיה ואפידמיולוגיה של מחלת העובש השחור בתמר
- 12:00 - מרי דפני ילין: הפחתת השימוש בהדברה כימית של מחלת העובש הלבן הנגרמת על ידי קשיון רולפסי באגוזי אדמה ועגבניות לתעשייה על ידי שילוב של כנות או זנים עמידים למחלה
- 12:15 - סיגל פרץ: תופעת השיעום באפרסמונים



הפסקת  
צהריים

## הצגת פוסטרים מספר ד-1 עד ד-41

### אודיטוריום - מושב מיוחד: הרצאות מפתח בחקלאות ישראל

- מנחה: עבד גרה, מנהל השרותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- 14:00 - הרצאת מפתח 1: חנן איזנברג: כיוונים במחקר לניהול עשבים במציאות משתנה ובלתי צפויה - אתגרים והדדמנויות
- 14:30 - הרצאת מפתח 2: אברהם גמליאל: אתגרים בהתמודדות עם נגעים אקזוטיים במציאות גלובלית ודינמית
- 15:00 - הרצאת מפתח 3: ניר בקר: חקלאות: רווחיות פרטית ותועלות חברתיות





## מושבים מקבילים

### אודיטוריום - פיתוח גידול הקנאביס לרפואה מודרנית, כולל אספקטים של הגנת הצומח

מארגנים.ות: נירית ברנשטיין, אביב דומברובסקי

- 15:50 - הרצאה מוזמנת: דדי מאירי: זיהוי ואפיון מטבולומי רחב היקף של מרכיבים ידועים וחדשים בתמצית הקנאביס ואופטימיזציה של שיטות הגידול, ההפקה והאיחסון
- 16:10 - הרצאה מוזמנת: סטנלי פרימן: אפיון וזיהוי מחלות פטרייתיות בקנאביס רפואי וחיטוי תפרחות לאחר הקטיף בשיטות לא כימיות
- 16:30 - חנן אלטר: בקרת פריחה והתפתחות תפרחות בקנאביס רפואי
- 16:45 - יבגני ילצוב: אפיון וזיהוי של הרכב הקנבינואידים במיצויים של צמח הקנאביס על ידי שילוב של בינה מלאכותית עם ביוסנסורים המבוססים מיקרואורגניזמים מהונדסים גנטיים
- 17:00 - אביה סלונר: לימוד דרישות ההזנה של קנאביס רפואי לחנקן
- 17:15 - איתמר שנהר: השפעת עקת יובש על התפתחות קנאבואידים ויבול בתפרחות קנאביס רפואי בתנאים מבוקרים

### אולם 1 - פתולוגיה של תוצרת חקלאית

מארגנים.ות: כרמית זיו, נעם אלקן

- 15:50 - הרצאה מוזמנת: סמיר דרובי: הדברה ביולוגית בעידן המיקרוביום - גישות חדשות למניעת גורמי ריקבון לאחר הקטיף
- 16:10 - הרצאה מוזמנת: דוב פרוסקי: התקדמות בגישות להדברת מחלות לאחר הקטיף: מהדברה להשראת עמידות נגד המחלות
- 16:30 - דניאל דואניס-אסף: ננו-קפסולציה של tRNA-גדילי כפתרון להפחתת ריקבון בפירות לאחר קטיף
- 16:45 - אנטון פנק: מעורבות המטבוליטים במסלול פניל פרופאנואיד ברגישות של זני אפרסמון עפצים ולא עפצים לאלטרנריה
- 17:00 - דני גמרסני: ריסוס מטעי אגס בקוטלי פטריות בהתפתחות הפרי על מנת להימנע מטבילתו בהם לפני אחסון
- 17:15 - דורין הרפז: ביו-חיישן לניטור המצב הפתוגני של פטריות הגורמות למחלות בגידולים עבור צמצום אובדן מזון

### אולם 2 - מפסולת למשאב - החקלאות כשחקן מרכזי

מארגנים.ות: רועי פוסמניק, יעל לאור

- 15:50 - הרצאה מוזמנת: עמית גרוס: חקלאות מים אינטנסיבית ברוח הכלכלה המעגלית - הדדמנות לפיתוח בר קיימא
- 16:10 - הרצאה מוזמנת: אלן גרבר: סוגיות לא פתורות בממשק בין קרקע-ביו-פחם-צומח
- 16:30 - אדי סטרין: מערך קבלת החלטות למחזור מים בר קיימה בחקלאות: תובנות מפרויקט "פרימה"
- 16:45 - גיא לוי: תרומת קומפוסט ליציבות תלכידי קרקע - האם אכן משאב?
- 17:00 - יניב פרייברג: יישום קומפוסט בוצה בקרקעות ישראל העלה את יכולת הקרקע לספוח זרחה
- 17:15 - אוסמה חורי: השבת יסודות הזנה שונים מבוצה עירונית באמצעות תהליך הידרותרמי



## אולם 3 - גידולי שדה חדשים בישראל לבע"ח ולאדם (בשיתוף האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות)

מארגנים: דניאל ביקל, שירן בן זאב

- 15:50 - הרצאה מוזמנת: ליאור רובינוביץ': בחינה ופיתוח של צמח הקינואה כגידול חדש רב תכליתי בישראל
- 16:10 - הרצאה מוזמנת: יואב גולן: סורגום להזנת בע"ח - גידול ישן, אתגרים חדשים
- 16:30 - יאן לנדאו: גידול ערבה למספוא
- 16:45 - ירון גדרי: מסע בקפסולת הזמן: משיבים את גידול השומשום לישראל!
- 17:00 - יהושע סרנגה: טף (*Eragrostis tef*) גידול חדש לגרגרים ומספוא
- 17:15 - אביה פדידה-מאירס: חיטה דו-גרגרית כגידול דגן חדש - ניתוח גנטי ופנוטיפי של אוסף זנים עולמי וזיהוי קווים בעלי התאמה לתנאי ישראל
- 17:30 - רואי בן דוד: דוח יו"ר ואישור דוחות האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות

## מושב מליאה

### אודיטוריום - סיכום הכנס הראשון למדעי החקלאות בישראל

מנחה: ד"ר עומר פרנקל, יו"ר הועדה המדעית כנס מדעי החקלאות

- 17:40 - דברי סיכום
- דבר נציג הקרן ע"ש פרופ' רפאל פרנקל
- טקס חלוקת תעודות ע"ש פרופ' רפי פרנקל לסטודנטים. ות שהציגו הרצאה או פוסטר מצטיינים
- הצגת הועדה המארגנת לכנס מדעי החקלאות בישראל 2025
- נעילת הכנס



## נתראה בכנס מדעי החקלאות בישראל 2025





# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021

## תקצירי ההרצאות



# ראשית החקלאות במזרח הקרוב השלכות ולקח אפשרי לגבי קיימות

שחל עבו

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות, [shahal.abbo@mail.huji.ac.il](mailto:shahal.abbo@mail.huji.ac.il)

בתקופה הניאוליתית בויתה במזרח הקרוב חבילת גידולי גרגרים חד-שנתיים (דגניים, קטניות ופשתה כמקור סיבים ושמן). מאוחר יותר בויתו גם עצי פרי (צמחים רב-שנתיים) חשובים (דית, תאנה, תמר, גפן, רימון, שקד). בהקשר של מחקר חקלאי מודרני יש חשיבות להבנת המהלך הביולוגי אך גם זה התרבותי של הביות. הבנה של תהליכים אלו עשויה לסייע לפיתוח של חקלאות ברת קימא. בהקשר זה ידון בקצרה ההבדל בין השקפות העולם של לקטים-ציידים לאלו של מבייתים/חקלאים. הדיכוטומיה בין שני מצבי קיום אנושיים אלו, והפער התפיסתי בין שתי תפיסות העולם המנוגדות, מדגיש את אתגר הקיימות ורומז שלא ניתן להתקדם לעבר חקלאות ברת קיימא ללא הסתלקות מחלק מהותי של תפיסת העולם המערבית המנהלת את כלכלת העולם הנכחית.

# אתגרים בהוראה והכשרה בתחום החקלאות

בני חפץ

דיקן, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה; האוניברסיטה העברית בירושלים

בשנת 1942 נערך טקס הפתיחה הרשמי של המכון ללימודי חקלאות ברחובות. תפקידו העיקרי של המכון היה להכשיר אגרונומים שיאפשרו את סיפוק צרכי המתיישבים היהודים בארץ ישראל. בשנים שלאחר הקמת המדינה התבסס מעמדו של המכון כמוסד להוראת החקלאות. לאחר הרחבת תכניות ההוראה והוספת מגמות התמחות הוחלט בשנת 1952, להפוך את המכון ללימודי חקלאות לפקולטה סדירה באוניברסיטה העברית המקנה תארי "מוסמך" ו"דוקטור לפילוסופיה". מאז ועד היום תרמה הפקולטה להתפתחותה העצומה של החקלאות הישראלית. מאז הקמתה התמודדה הפקולטה לחקלאות עם הצורך ללמד את מקצועות החקלאות ברמה אקדמית גבוהה, להכשיר את דור העתיד של מדענים וממומחים בתחום ולשמור על רלוונטיות מחקרית אל מול הסקטור החקלאי ותעשייתו. הדבר הציב ומציב עד היום אתגרים רבים. אתגרים אלו מועצמים בהיותה של הפקולטה המוסד היחיד שמעניק תואר אקדמי במדעי החקלאות בישראל. בהרצאה זו אסקור את המגמות והשינויים בתוכניות ההוראה במדעי החקלאות, בהרחבת היריעה ביעדי ההוראה לתחומים נוספים המשיקים לחקלאות (מדעי הסביבה ושטחים פתוחים, תזונת האדם, מדעי המזון, כלכלת סביבה וניהול, ווטרינריה) ובמגמות ההתפתחות לעתיד.

## דיוק ממשק ההשקיה בגידולי שדה וירקות באמצעות מודל SWAP מבוסס מדדים מצילומי רחפן וחיישני קרקע

אנה ברוק<sup>1</sup>, חן חיים<sup>1</sup>, קרן סלינס<sup>1</sup>, רון סגל<sup>2</sup>, עמנואל לויטין<sup>2,3</sup>, Antonello Bonfante<sup>3</sup>

<sup>1</sup>מעבדה לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק, החוג לגאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה,

[abrook@geo.haifa.ac.il](mailto:abrook@geo.haifa.ac.il)

<sup>2</sup>חברת אגרידע

<sup>3</sup>Institute for Agricultural and Forest Systems in the Mediterranean (ISAFOM), National Research Council (CNR), Italy

ממשק השקיה בחלקה הוא אחד הפרמטרים החשובים להצלחת הגידול החקלאי. תוכנית ההשקיה נבנית בתחילת עונת הגידול מנתונים אטמוספריים רב שנתיים (OET) ומקדמי הגידול (Kc). Kc) מחושב אמפירית מהאקלים האזורי, סוג הגידול ושלב הצימוח, או בניסויים. בשנים האחרונות אנו לומדים את היכולות של אמצעי חישה מרחוק/ספקטרוסקופיה הדמאית ברמת השדה ויכולות מידול השטח המצולם מגובה נמוך וברזולוציה מרחבית גבוהה. פלטפורמה נוחה וזולה לאיסוף נתונים היא הרחפן. תוצרי מיפוי המתקבלים בשיטה זו הם: תוצר צילום ספקטראלי ומודל פני השטח. איכות ודיוק תוצרים תלויה באיכות הנתונים הנאספים ואופן הצילום. הוכח לאחרונה כי ניתן להגיע לעקומת כיוול של Kc המתחשבת בתנאי הגידול המקומיים, באמצעות שימוש במדדים ספקטראליים. בקרת ההשקיה בשדה במהלך עונת הגידול מבוצעת באמצעות מדידת גובה צימוח או מדד שטח העלים, טנסיומטרים ותא לחץ. על אף שנקודות הניטור מנסות להתחשב באופי המרחבי של השדה, הן מתעלמות במקרים רבים מהטרוגניות השדה וגוררות איתן במקרים רבים השקיה ביתר. בהרצאה תוצג שיטה בה ניתן לדייק את תוכנית ההשקיה בגידולי שדה וירקות ולייצר סכמה לממשק בקרה חדש המבוסס צילומים ספקטראליים באמצעות רחפן. נציג דרך יעילה לכיול ערכי Kc לתנאי השדה, תוך השוואת מדדים ספקטראליים מרחביים של מצב הגידול למצב המים בקרקע. התוצאות מבוססות על חלקות ניסוי ושדות מסחריים בהם נבחן ממשק השקיה ע"י מודל (SWAP (Soil Water Atmosphere Plant במטרה לדייק את מנות המים לאורך העונה לצימצום השונות בשדה, הגדלת היבול ושימור משאב הקרקע. יתרונות השימוש ברחפן לבקרת מצב הצימוח בשדה כוללות איפיון מרחבי מדויק מאוד של השדה לאורך עונת הגידול ושימוש במדדי צימוח חדשים באמצעות כלים ספקטראליים. דיוק מנות ההשקיה מאפשר עליה בתנובת היבול מול ירידה בתשומות המים.

## מודל תומך החלטה לניהול חנקן מדייק על ידי מערכות חישה מרחוק במטעי תפוז

טרין פז כגן,<sup>1</sup> ולדימיר אלכסנדרוב<sup>1</sup>, רפי לינקר<sup>2</sup>, ערן רווה<sup>3</sup>, שחר ברעם<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.
  - <sup>2</sup> היחידה להנדסת סביבה מים וחקלאות, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון.
  - <sup>3</sup> מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף מדבר, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני
  - <sup>4</sup> המכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני
- ([tarin@volcani.agri.gov.il](mailto:tarin@volcani.agri.gov.il))

חנקן נחשב לעיתים קרובות כמרכיב התזונתי החיוני ביותר המהווה גורם מגביל בקרקע המשפיע על טיב וכמות היבול. עם זאת, שימוש מוגבר בדשן חנקתי גרום לחוסר איזון בחומרי הזנה, תורם לזיהום מי תהום, ופגוע באיכות בכמות היבול. כיום הערכת מצב ההזנה (תכולת החנקן) בוססת בעיקר על מדידות עלים ע"י בדיקות כימיות במעבדה של עצים בודדים בפרדס. אלה גוזלים זמן רב אינם מייצגים את השונות המרחבית והעיתית במערכת החקלאית ומייצגים את תכולת החנקן ברמת עלה ולא החופה כולה. מטרת המחקר היא לפתח כלי מדייק ע"י שילוב של מערכות חישה מבוססות כלי טייס בלתי מאויש (כטב"מ) ולוויינים לפיתוח מודל תומך החלטה לניהול חנקן מדייק ברמת העץ ואפיון אזורי ממשק. המחקר בוצע בארבע חלקות הדריים בשטח באזור כפר מונש, עמק חפר. נבחרו כ-48 עצי מדידה אשר ששימשו לכיול מודל המרחבי הלומד. המודל כלל סידרת זמן דו-חודשית של תצלומי כטב"מ ברזולוציה גבוהה לחיזוי תכולת החנקן, אילו כוילו אל מול מדידות קרקעיות. רמת הדיוק של המודל הגיעה  $R^2 = 0.78$  ועל בסיסו חזינו את תכולות החנקן עבור כל העצים בפרדס. פותח מודל של עקום המעטפת בין עצי המדידה ליבול הנמדד באוקטובר על מנת לסווג את ערכי החנקן האופטימליים ליבול מקסימאלי. לאחר מכן פותח מודל המבוסס על Fuzzy C-Means לבחירת אזורי ממשק הומוגניים לקביעת רמת הדישון ע"י שילוב של מסדי נתונים שונים לאפיון השונות המרחבית והעיתית בחלקה. כעת, מפותח מודל המשלב את נתוני 2-Sentinel ו- $VEN\mu S$  עם נתוני חופות העצים שמקורם כטב"מ כדי להעריך את תכולת החנקן ברמת העץ הבודד, אילו ייעלו את ניטור תכולת החנקן תוך התחשבות בשונות המרחבית והעיתית בפרדסי הדריים בישראל.

## זיהוי מוקדם של מחלות קרקע בגידולי שדה בעזרת חישה מרחוק

אסף חן<sup>1</sup>, מורן ג'קוב<sup>1</sup>, גיל שושני<sup>1</sup>, מרי דפני-ילין<sup>1,2</sup>, אופיר דגני<sup>1</sup>, און רבינוביץ<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>מיגל - מכון למחקר מדעי יישומי בגליל [assafc@migal.org.il](mailto:assafc@migal.org.il)  
<sup>2</sup>מו"פ צפון

מחלות קרקע בגידולי שדה וירקות הן אחד מהאיומים המרכזיים על יבול התוצרת החקלאית. מכיוון שמרבית הטיפולים ניתנים כמניעה מוקדמת כאשר התנאים מתאימים להתפתחות הפטרייה, לפני הופעת תסמיני המחלה, איתור מוקדם חיוני ליישום ולמיקוד אמצעי מניעה לשטחים הנגועים, ולהפחתה וחסכון במספר הטיפולים באזורים נקיים ממחלה. כלי חישה מרחוק פותחו לאיתור מוקדם של מחלת נבילה מאוחרת (LWD) ועובש לבן (WM) הנגרמים על ידי הפתוגן *Magnaportheopsis maydis* ו-*Sclerotium Rolfsii*, בהתאמה. נבחרו שדות חקלאיים עם היסטוריה של אילוח ב-LWD ו-WM. צילומים בוצעו בתחום אור-נראה (RGB) ותרמי באמצעות רחפן. הממצאים אומתו ע"י ניטור קרקעי. נעשה שימוש במדד צמחי GRVI - green-red vegetation index העושה שימוש בתחומי הגל הירוק והאדום לצורך ניתוח מצב בריאות הצמח. קלסיפיקציה של מצב בריאות הצמח בתחום התרמי הסתמכה על טמפ' הצמח והאוויר בזמן הצילום. החיישן התרמי ומדד ה-GRVI מסוגלים לזהות התפרצות מוקד מחלה עוד לפני שניתן לראותו בעין/ניטור קרקעי. התפשטות מחלות הקרקע מושפעת מתנאי השדה, מכיוון העיבודים, הכלים שעובדים בשדה, ומצב בריאות הצמח. צילום באור נראה ובתחום התרמי היה יעיל באיתור זנים רגישים ל-LWD ותאם את האיתור המולקולארי של DNA הפתוגן ברקמות הצמח ואת תסמיני ההתייבשות בשטח. בניסויים לזיהוי WM נמצאה קורלציה בין כמות הצמחים המתים מניטור קרקעי לבין אחוז הכיסוי הצמחי ומדד העקה כפי שנותחו מצילומים. מיפוי מחלות יעיל ומדויק ברזולוציה גבוהה יכול לספק טיפול מיטבי לחלקה בגידול העוקב במחזור הגידולים, במקרה של פטריות מרובות פונדקאים. גילוי מוקדם של מחלות יכול לחסוך יישום הדברה, להגדיל את תפוקת היבול, ובכך להשיג יתרונות סביבתיים וכלכליים.



# חישה מרחוק של פעילות פוטוסינתטית (Solar Induced Fluorescence - SIF)

## ככלי סריקה מהירה במערכת פנומיקה אוטומטית

אמיר מאי<sup>1</sup>, שניר ויטרק-תמס<sup>2</sup>, מנחם מושליון<sup>1</sup>, עודד לירן<sup>2</sup>

- 1- הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות [amir.mayo@mail.huji.ac.il](mailto:amir.mayo@mail.huji.ac.il)
- 2- מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל, קריית שמונה

יצרנות הצמח בזמן אמת נמדדת באמצעות שיעור וקצב הפוטוסינתזה. אנליזת תחלופת גזים ומדידת הפלואורסנציה של כלורופיל ברמת העלה מאפשרים הערכת קצב זה בתנאי מעבדה ושטח אך מוגבלים ביכולת המדידה שלהם בזמן ובמרחב. כימות בתפוקה גבוהה, במקביל למדידות פיזיולוגיות נוספות, עשוי להוביל לשיפור בתהליכי סלקציה, מעקב אחר רמת היצרנות של הצמח וזיהוי מצבי עקה בשלב מוקדם. שיטת חישה מרחוק למדידת פלואורסנציית הכלורופיל המעוררת ע"י אור השמש - SIF, מאפשרת למדוד פליטת פלורסנציה של כלורופיל מעלוותו של הצמח ולכן מאפשרת לסרוק מספר רב של צמחים בפרק זמן קצר. אנרגיית אור הנקלטת בצמח יכולה להיות מתועלת לשלושה מסלולים - פעילות פוטוכימית אשר תוביל ליצרנות ראשונית, פליטת אנרגיה עודפת ע"י חום ופליטה פסיבית של פלורסנציה. על כן, פלורסנציה מהווה מדד עקיף לפעילות פוטוכימית ויצרנות ראשונית. עם זאת, היחס בין המסלולים אינו קבוע, ואילו משתנים בצורה מורכבת עפ"י מצב הצמח. לכן הערכת קצב הפוטוסינתזה עפ"י הפלורסנציה בפועל מהווה אתגר. אנו משערים כי שילוב של מדידות מאזן המים וקצב גידול הצמח במקביל למדידת ה SIF יאפשרו לנו לענות על אתגר זה. במחקר זה אנו משתמשים בספקטרומטר רגיש ביותר כדי למדוד את ה SIF, ובמקביל אנו מודדים את מאזן המים וקצב הגידול של אותו הצמח ע"י מערכת ליזימטרים אוטומטית. מעקב אחר הפעילות הפיזיולוגית והפוטוסינתטית של מספר קווים עגבנייה נבחרים מתוך מאגר קווי האינטרוגרסיה שפיתח פרופ' דני זמיר, תחת תנאי סביבה רגילים ועקת יובש מראה הבדלים ספקטראליים בין הקווים תחת תנאים רגילים וכן זיהוי של עקת יובש. בנוסף, מצאנו קורלציה חיובית בין מדדי SIF לדיות ומוליכות פיוניות של הצמח השלם. תוצאות אלו אינן שוללות עד כה את השערתנו.

# פרוטוקול לקבלת החלטות להשקיה מדייקת בטפטוף מבוסס על צילומים תרמיים במטע אפרסקים

לוייה כץ שמחאי<sup>1,2,3,4</sup>, אלון בן-גל<sup>4</sup>, מיכאל (איגי) ליטאור<sup>3,5</sup>, עמוס נאור<sup>3</sup>, מוטי פרס<sup>6</sup>, ויקטור אלחנתי<sup>1</sup>, יפית כהן<sup>1</sup>

1. המכון להנסה חקלאית, מכון וולקני, 2. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, 3. מחלקה לחקלאות מדייקת, מיגל מכון מחקר גלילי, 4. המכון למדעי הקרקע, מים וסביבה, מרכז המחקר גילת, מכון וולקני, 5. החוג למדעי הסביבה, המכללה האקדמית תל חי, 6. מו"פ צפון, מיגל מכון מחקר גלילי

[livia.katz@mail.huji.ac.il](mailto:livia.katz@mail.huji.ac.il)

השקיה מדייקת נועדה לייעל את רווחיות החקלאי באמצעות הפחתת השונות המרחבית במצב המים. ניסויי השקיה באפרסקים בארץ הביאו להגדרת עקום מטרה של פוטנציאל המים בגזע (stem water potential - SWP) שממקסם את היבול ללא השקיה בעודף. השערת המחקר היתה שהשימוש בגישה זו באמצעות תאי ממשק תמקסם את היבול ויעילות השימוש במים בכל תא וגם במטע השלם. מטרת המחקר היו: להגדיר פרוטוקול לקבלת החלטות להשקיה מדייקת בטפטוף המבוסס על צילומים תרמיים במטע אפרסקים ולכמת את יעילותו ברמת התא והמטע. הניסוי בוצע במטע בגודל כ-40 דונם במשמר הירדן. המטע הושקה בצורה מסחרית ואחידה ב-2017. ב-2019 החלקה הדרומית הושקתה באותה צורה ובחלקה הצפונית בוצעה השקיה מדייקת לפי תא עם הפרוטוקול הבא:

1. התקנת מערכת השקיה עם בקר לכל תא (1.2 דונם; 11 תאים).
2. ביצוע צילומים תרמיים ברזולוציות מרחבית ועתית גבוהות (7 ס"מ גודל פיקסל; פעמיים בשבוע לאורך חמישה שבועות).
3. עיבוד הצילומים לחישוב מדד עקת מים תרמי בעלוות העצים.
4. חישוב SWP לכל תא לפי מודל רגרסיה.
5. תיקון מקדם הגידול לכל תא לפי ההפרש מערך המטרה של SWP.
6. מתן השקיה מדייקת.

נמצא הפרש ממוצע של 68% בכמות ההשקיה בין התאים, קרי, נמצאה שונות גדולה במצב המים. ברמת המטע, השונות ב-SWP תחת השקיה מדייקת קטנה משמעותית בהשוואה להשקיה אחידה ויעילות השימוש במים היתה גבוהה יותר. חלק מהתאים הגיעו לערך המטרה ואילו אחרים לא הגיבו לכמויות המים. לסיכום, צילומים תרמיים רגישים בזיהוי הבדלים ב-SWP בין תאים ומאפשרים תיקון של מקדם ההשקיה. בנוסף, יש לשלב שכבות מידע נוספות כמו פוטנציאל יבול כדי להתגבר על השונות בתגובה למים של התאים ולשפר את החלטות ההשקיה המדייקת.

# זיהוי מוקדם של עקות סביבתיות ומחלות עלים באמצעות חישת חמצון חוזר ברמת הצמח השלם בצמחי תפוח האדמה

מתנאל היפש, שילה רוזנווסר

הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה על שם רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית.  
(matanel.hipsch@mail.huji.ac.il)

תפוח אדמה (*Solanum tuberosum*) הינו אחד הגידולים הנצרכים ביותר בעולם. חשיפה לעקות סביבתיות ופתוגניים עלולים לגרום לפגיעה ביבול תפוח"א. לכן, זיהוי מוקדם של התפתחות מצבי עקה הינו בעל חשיבות רבה למניעת הפסד יבול. רדיקלים חופשיים הינם תוצרי לוואי של תהליכי הפוטוסינתזה ונשימה, רמתם מבוקרת על ידי המערכת האנטיאקסידנטית ועולה בעיקר בתנאי גידול לא אופטימליים. לכן, שינויים בפוטנציאל החמצון-חוזר של גלוטתיון (GSH), אחד המרכיבים העיקרים של המערכת האנטיאוקסידנטית, יכולים להעיד על התפתחות של מצבי עקה. בשנים האחרונות פותחה טכנולוגיה חדשנית לניטור פוטנציאל החמצון-חוזר של GSH באמצעות חלבון פלורוסנטי (The reduction-oxidation sensitive Green Fluorescent Protein) (roGFP2). תהליכי חמצון-חוזר גורמים לשינוי בקונפורמציה החלבון וכתוצאה מכך לשינוי בתכונותיו הפלואורסצנטיות, אותם ניתן לנתר בצורה שאינה הרסנית. בעבודה זו יצרנו צמחי תפוח"א המבטאים את 2roGFP בכלורופלסט ומשמשים כצמחי-בוץ להערכת רמת העקה. באמצעות במצלמה ייחודית בחנו את חמצון 2roGFP בתגובה לחשיפת הצמחים לעקות אביוטיות וביוטיות כגון, שינויים בקרינה ובטמפרטורה, תנאי יובש וחשיפה לפתוגן, *Phytophthora infestans* (*P. infestans*). מצאנו כי מצבי עקה שונים גורמים לשינויים בפוטנציאל החמצון-חוזר של GSH בקורלציה לירידה שנמדדה בפעילות הפוטוסינתטית וכי רמות חמצון נמוכות יותר נשמרות בעלים צעירים בהשוואה לעלים מבוגרים. עוד נמצא כי הדבקה על ידי *P. infestans* גורמת אף היא לחמצון החייון בכלורופלסט. תוצאות אלו מלמדות כי ניתן לזהות התפתחות מצבי-עקה מגוונים על ידי בחינת שינויים בחמצון 2roGFP. אנו מאמינים כי עבודה זו תהווה בסיס לפיתוח טכנולוגיה חדשה לניטור מוקדם של התפתחות מצבי-עקה בשדה המבוססת על עיבוד התמונות המצביעות על שינויים-מרחביים בפוטנציאל חמצון-חוזר של GSH בצמח. טכנולוגיה זו יכולה להוות פריצת דרך באבחון מוקדם של התפתחות מצבי עקה בשדה ובמדעור הנדק הנגרם ליבול.

# זיהוי מוקדם של השפעת קוטלי העשבים רימסולפורון מתיל ומטריבוזין על ירבוז מופשל (*Amaranthus retroflexus* L.) באמצעות חישה היפרספקטרלית

איתמר לוי<sup>1,2</sup>, חנן איזנברג<sup>1</sup>, רן לאטי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער.  
<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות ע"ש ר.ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.

[Itamar.levi@mail.huji.ac.il](mailto:Itamar.levi@mail.huji.ac.il)

קוטלי עשבים (ק"ע) כימיים הינם האמצעי המרכזי להתמודדות עם בעיית העשבים הרעים בגידולים חקלאיים בשל יעילותם הגבוהה ונוחות היישום. ירבוז מופשל (*Amaranthus retroflexus* L.) הינו עשב רע נפוץ ומזיק בארץ ובעולם היכול להוביל לפחיתה ביבול ולנזק משני. לצורך הדברת עשב זה בעגבנייה לתעשייה מיושמים שני מנגנוני פעולה המשתייכים, האחד לקבוצת מעכבי ה-ALS (RimsulfuronMethyl) והשני לקבוצת מעכבי (PSII) Metribuzin. בשנים האחרונות גוברות העדויות לכשלי הדברה של י. מופשל בגד"ש דבר המוביל ליישום מוגבר של ק"ע המוביל לבעיות סביבתיות וכלכליות. פיתוח שיטה לא הרסנית לצורך זיהוי השפעת ק"ע על י. מופשל תוכל לשפר את אופן יישום ק"ע וייתכן כי תוכל להפחית את השימוש והנזק שנגרם כתוצאה מיישום זה. מטרת מחקר זה הינה פיתוח אמצעי המבוסס על חישה היפרספקטרלית תוך שימוש בלמידת מכונה במטרה לספק זיהוי מוקדם של השפעת קוטלי העשבים בזמן אמת, טרם הופעת סימפטומים הנראים לעין. בניסוי שדה, חלקה בת 2 דונם חולקה לשישה בלוקים. כל בלוק כלל שני טיפולים - ביקורת; וריסוס משולב של RimsulfuronMethyl ו-Metribuzin, כאשר בכל טיפול 10 חזרות. כל חזרה צולמה, באמצעות מצלמה היפרספקטרלית, פעם ביום במשך ארבעה ימים עוקבים לצורך בניית מודל סיווג מרובה משתנים מסוג (partial least squares discriminant analysis) (PLS-DA). תוצאות המודל הראו כי ניתן לזהות את השפעת ק"ע כבר לאחר 24 שעות מהריסוס, טרם הופעת סימפטומים הנראים לעין ברמות דיוק של 79%. רמות הדיוק עלו לאחר 48 ו-72 שעות מהריסוס (86%, 97% דיוק בהתאמה). תוצאות המודל ממחישות את הפוטנציאל הגלום בשימוש חישה ספקטרלית ולמידת מכונה לצורך זיהוי מוקדם של יעילות ההדברה בתנאי שדה של י. מופשל ושיפור ממשקי הדברה קיימים.

## השפעת האקלים באופן עקיף על גורל התנהגות קוטלי עשבים בקרקע

דביר הוכמן, מעוז דור ויעל מישאל

המחלקה לקרקע ומים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה. האוניברסיטה העברית, רחובות, ישראל

[Yael.mishael@mail.huji.ac.il](mailto:Yael.mishael@mail.huji.ac.il)

חשיבות ההשפעה של מחזורי הרטבה וייבוש על מבנה הקרקע וכתוצאה מכך השינוי בגורל התנהגות קוטלי עשבים בקרקע נחקרו בצורה מועטה. בעבודה זו, חקרנו באופן יסודי את השינויים במבנה הקרקעות בשתי קרקעות חרסיתיות ושתי קרקעות חמרה לפני ואחרי מחזורי ייבוש והרטבה (WDC) לאחר חלחול של קוטלי העשבים: אליון ואקספרס בתנאים שונים. (קרקע לא מעובדת, גידולי שדה ומטעים). יציבות תלכידי הקרקע כומתה ע"י אינדקס (ADI (Aggregate Durability Index) שפותח על ידנו לאחרונה. בהתאם למצופה, למחזורי ייבוש והרטבה לא הייתה השפעה על היציבות של קרקעות חמרה חוליות. לעומת זאת, בקרקעות חמרה חוליות העשירות ב- $\text{CaCO}_3$  נצפתה עלייה ביציבות התלכידים. בקרקעות החרסיתיות עם תכולת  $\text{CaCO}_3$  דומה, תלכוד והתרווחות נצפו עבור כמות חומר אורגני (SOM) נמוך וגבוה, בהתאמה. מגמת היציבות נקבעה ע"י היחס בין פחמן אנאורגני ( $\text{CaCO}_3$ ) לבין כמות החומר האורגני בקרקע ( $\text{CaCO}_3/\text{SOM}$ ), (SOM), המנורמלת לפי תכולת החרסית. יציבות התלכידים הושפעה ע"י כמות  $3\text{CaCO}$ , בעוד שהתרווחות הושפעה מכמות חרסית גבוהה ושינויים ב-SOM לאחר מחזור ייבוש והרטבה (WDC). מגמות הפוכות אלו, שנצפו בשתי הקרקעות החרסיתיות, נמדדו ע"י X-ray tomography (micro CT). ניתן לראות באופן ברור על פי התוצאות שתלכוד הקרקע והתרווחותה, המושפע ממחזורי ייבוש והרטבה, מדוכא ומוגבר מנדידה של קוטל עשבים בהתאמה. למרות זאת, ההשפעה של מחזור ייבוש והרטבה על חלחול קוטל העשבים אליון, היה נמוך בספיחתו לקרקעות חרסיתיות, הדבר מצביע על כך שתכונותיו הכימיקליות-פיסיקליות של קוטל זה דומיננטיות. לבסוף מחזור ייבוש והרטבה משפיע על שינויים מיקרוניים במבנה התלכיד, שיש לו השפעה משמעותית על נדידת המזהם והשפעת גורלו על הסביבה.

## הנשר האירו-אסיאתי (*Gyps fulvus*) כביו-אינדיקטור לחשיפה למזהמים סביבתיים

יעל חורש<sup>1,2</sup>, תמר טרופ<sup>1</sup>, עדו יצחקי<sup>3</sup>, עמר יפה<sup>5</sup> Brice Appenzeller<sup>4</sup>, ודן מלקינסון<sup>6,2</sup>

1. החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

2. מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה [yaelch1@bezeqint.net](mailto:yaelch1@bezeqint.net)

3. החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה

4. קיבוץ נווה-אור

5. Luxembourg Institute of Health

6. החוג לגיאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה

אוכלוסיית הנשר האירו-אסיאתי (*Gyps fulvus*) בשמורת גמלא שבגולן אינה מקננת משנת 2015 והמשך קיומה עומד בסכנה. תהליך זה נגרם ברובו עקב תמותת בוגרים מהרעלות, ומלווה גם בהצלחת קינון נמוכה העומדת על פחות מ-30% במוצע, בניגוד ליותר מ-70% במוצע בארצות אירופה. שאלת המחקר הבסיסית הייתה אם אוכלוסיית הנשרים בגמלא חשופה לגורם סביבתי מתמשך הנמצא ברמות תת-לטליות, כמו מזהמים סביבתיים, ולהציע השפעה אפשרית של חשיפה זו על בריאותה מההיבט האקו-טוקסיקולוגי. בחנו אם נוצות הנשר המכילות שיירים של מזהמים אלו, יכולות לשמש ביו-אינדיקטור לחשיפה כזו - גם ברמה המקומית בישראל וגם במרחב גיאוגרפי גדול יותר. בשנים 2012-2017 אספנו 132 נוצות אברה מנשרים בישראל ובחמש ארצות באגן הים התיכון. באנליזה הכימית של הנוצות נמצאו שאריות של 152 חומרים כימיים, רובם חומרי הדברה, מהם 19 ידועים כמשבשי המערכת ההורמונלית (EDCs, Endocrine Disrupting Chemicals) בחיות הבר ובאדם, וכן שאריות של עשרה חומרים וטרינריים מקבוצת ה-NSAIDs (Non-Steroid Anti-Inflammatory Drugs) הניתנים לבקר. בשנת 2018 אספנו 35 דגימות משיער פרות בגולן, מזונם העיקרי של הנשרים, ובדקנו אם החומרים שנמצאו בנוצות יימצאו גם בשיער. התוצאות מראות חתימה כימית שונה בכל אחת משש הארצות שנדגמו, ומכאן שהנשר האירו-אסיאתי הוא מין מתאים לניטור ביולוגי בטווח גיאוגרפי נרחב ונוצותיו הן רקמה מתאימה לניטור מסוג זה. נמצא שהנוכחות של 152 הכימיקלים וריכוזיהם גבוהים יותר בישראל מאשר במדינות האחרות. עוד נמצאה התאמה בין נוכחות כימיקלים ו-NSAIDs בשיער פרות בגולן לבין נוכחותם בנוצות הנשרים. נוכחותם של חומרים כה רבים בנוצות ובשיער מעידה כי החשיפה היא רחבת תפוצה ומתמשכת, בעיקר בישראל. חשיפה כזו מעידה על הצורך ללמוד לעומק את השפעותיה האקו-טוקסיקולוגיות על בריאות הנשרים וחיות הבר.



## השפעת חומרי ההדברה על המערכות האקולוגיות שבשולי שטחים חקלאיים

אורי שפירא<sup>1</sup>, דן מלקינסון<sup>1</sup> ומרים (ויני) אלטשטיין-שורץ<sup>2</sup>

1. מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה [urishap@gmail.com](mailto:urishap@gmail.com)

2. מנהל המחקר החקלאי, בית דגן

מחקרים שפורסמו לאחרונה ברחבי העולם מראים כי אוכלוסיות פרוקי הרגליים נמצאות בירידה דרסטית הן מבחינת ביומסה והן מבחינת מדדי מגוון ביולוגי. אוכלוסיות אלו מהוות נדבך מרכזי לתפקוד המערכות האקולוגיות והחקלאיות. חוקרים משערים שאחד הגורמים המרכזיים לכך הוא שימוש בחומרי הדברה (ח"ה) והדבר משפיע גם על אורגניזמים רבים נוספים במעלה המערכת הטروفית. קיים מחסור בידע בנושא זליגת חומרים אלו משטחים חקלאיים והשפעתם על הרמות הטروفיות השונות בשטחים פתוחים. מטרת המחקר הנוכחי היא לבחון זליגת ח"ה ממקום ריסוס לסביבה הטבעית והשפעתם על מגוון המינים של הצומח ופרוקי הרגליים. המחקר התבצע בשולי מטעי עצי פרי נשירים (שקד ואגס) בדרום רמת הגולן. במחקר נבדקה כמות ח"ה בצמחייה ובפרוקי הרגלים בשטח המטע ובשטח הטבעי שמחוצה לו ב 5 מרחקים קבועים עד 300 מטר מהמטע (מקום הריסוס). הצמחייה ופרוקי הרגלים נבדקו בשיטות כימיות אנליטיות (GC/MS) ו (LC/MC) המאפשרות לקבוע את כמות חומרי הדברה בנקודות המדגם השונות. בנוסף נאספו נתוני עושר ומגוון של הצומח ופרוקי הרגלים בתוך המטע ובשטח הטבעי שמחוצה לו. הבדיקות בוצעו בשתי עונות דיגום, בשלוש חלקות ונמצאו 24 חומרי הדברה בצומח ובפרוקי הרגלים שבשטח הטבעי הסמוך למטע. תשעה מהם נמצאו במרחק של 300 מטר מהמטע- המרחק הרב ביותר שנבדק. כמו כן נמצאו הבדלים מובהקים במספרי הפרטים שנלכדו כתלות במרחק מהמטעים המרוססים. בגילדות של פרוקי הרגליים שבהם נמצאו הבדלים מובהקים נמצא שמספר הפרטים היה נמוך יותר במטעים ועלה ככל שהמרחק מהאזורים המרוססים גדל. ממצאים אלו מצביעים על כך שלפעילות המתרחשת בשטחים חקלאיים השפעה מרחבית הבאה לידי ביטוי באזורים הסובבים את השטחים החקלאיים.

# הסעת מזהמים מאגנים חקלאיים באגן הקישון

אורה משה

התחנה לחקר הסחף

נחלים רבים בישראל סובלים מהידרדרות באיכות המים ותפקודם האקולוגי נפגע קשות. באקלים ים-תיכוני, הגשם הראשון מתרחש כאשר הקרקע חשופה, דבר המגדיל את פוטנציאל הסחף, וגורם להסעת מזהמים גדולה יותר אל הנחל. במחקר זה אנו מציגים תוצאות מגישה אגנית חדשה לניטור איכות המים בנחלים, בה אנו מגדירים את התרומה לדיהום מכל אחד מ-19 היובלים באגן הקישון. אנו מציעים ניתוח שימושי קרקע אגני ברזולוציה גבוהה, הכולל גידולים חקלאיים שונים. ניתוח זה יאפשר לבחור בתתי-אגנים בהם קיימת פעילות חקלאית משמעותית כאזורים פוטנציאליים לתרומת מזהמים. במהלך סופות-החורף של שנת 2020 ערכנו קמפיין לדגימה וניתוח איכות המים ב-25 נקודות בקישון בשתי שיטות חדשניות לאפיון איכות המים באגן. השיטה הראשונה כללה 54 דוגמים פסיביים (Chemcatcher®), לפחות שני דוגמים בכל נקודה. האנליזה נעשתה על-ידי ספקטרומטריית-מסה ברזולוציה גבוהה, בכדי לספק זיהוי של מגוון חומרי-הדברה. לשם השוואת תוצאות, אספנו מאותן נקודות דגימות מים ידניות במהלך אירוע גשם בהם נבדקו חומרי-הדברה, תרופות, נוטריינטים ומתכות. השיטה השנייה כללה פריסת מלכודות חלקיקים בנקודות שנבחרו ובוצעה אנליזה לבדיקת מזהמים הספוחים לחלקיקים. תוצאות הקמפיין חשפו 108 סוגים של חומרי-הדברה, 15 סוגי תרופות ו-22 סוגי מתכות. כאשר 10 חומרי-הדברה ו-3 סוגי תרופות נמצאו בכל 25 המיקומים בקישון, במים ובחלקיקים. זיהינו בהצלחה את היובל התורם בצורה המשמעותית ביותר לזיהום הקישון במתכות כבדות. ניתוח המזהמים הראה קורלציה ברורה בין תתי אגנים בהם שימושי קרקע החקלאיים מעל 25% לבין כמות המזהמים שנמצאו במים. בנוסף, נעשה שימוש בנתונים אקוטוקסיקולוגיים להערכת הסיכון האקולוגי מהמזהמים. מחקר זה מאפשר לבחון את שימושי הקרקע ככלי לניבוי מקור הזיהום ובכך יאפשר להציע טיפול במקור לשם ניהול בר-קיימא של ממשק חקלאות-נחל.

## דבורים וריסוסים - סיכום בדיקת שאריות חומרי הדברה בכוורות שנפגעו מריסוסים

אהד אפיק ושלומי זרחין

תחום דבורים והאבקה, אגף בע"ח, שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

[ohadaf@shaham.moag.gov.il](mailto:ohadaf@shaham.moag.gov.il)

ענף המכוורת, שעוסק בגידול חרקים, הוא אולי הענף המושפע בצורה הקשה והברורה ביותר מפגיעות לא מכוונות של ריסוסים בחקלאות. בעיה זו חמורה במיוחד בתנאי הצפיפות בארץ בהם לא ניתן להרחיק באופן יעיל את הדבורים ממוקדי ההדברה ומאות כוורות נפגעות מדי שנה בכל רחבי הארץ. הפגיעה מתבטאת במקרים רבים בתמותה מרובה של דבורים בפתח הכוורת, לעיתים עד כדי חיסול הכוורת כולה, אולם מוכרים גם סימפטומים נוספים. במהלך חמש השנים האחרונות התבצעו 40 בדיקות של שאריות חומרי הדברה בדבורים מתות, שנאספו מפתחי כוורת במקרים בהם עלה חשד לפגיעה כתוצאה מריסוסים. בדיקות אלו מהוות רק מדגם קטן של מקרי הנזק בשנים האחרונות והן התמקדו במקרים בהם הנזק היה חמור במיוחד או שלא ניתן היה להעריך מהו מקור הנזק. בבדיקות נמצאו שאריות של יותר מ-30 חומרי הדברה שונים, רובם קוטלי חרקים אך נמצאו גם קוטלי עשבים וקוטלי פטריות. החומרים הנפוצים ביותר היו קוטלי העשבים אוקסיפלורפן ודירון, שאינם נחשבים כרעילים לדבורים, וכן החומר אמיטרד המשמש להדברת אקריות בכוורת. הנפוצים מבין החומרים הרעילים לדבורים היו: מתיוקארב, אימידכלופריד, אבמקטין וביפנתרין. תוצאות הבדיקות מאפשרות להעריך מהם חומרי ההדברה המסכנים את הדבורים בשדה ולעיתים ניתן גם לקשר בין חומר ההדברה לגידול שבו הוא מרוסס וכך להעריך מהם הגידולים החקלאים המהווים בעיה עבור הדבורים. בעזרת הממצאים נכתבות המלצות לדבוראים מאילה גידולים ובאילו עונות כדאי להרחיק את הכוורת וכן המלצות לחקלאים כיצד ניתן לרסס מבלי לגרום לנזק משמעותי לכוורות. שיתוף פעולה בין הצדדים הוא הכרחי על מנת שניתן יהיה להמשיך ולגדל דבורים ולהנות משירותי ההאבקה שהן מספקות, שבלעדיהם לא ניתן לקיים חקלאות משגשגת.

## נתיבי הסעה של מזהמים לא-נקודתיים בשדות חקלאיים עם מערכת נקדים

שולמית נוסבוים<sup>1,2</sup>, ד"ר אורה משה<sup>1</sup>, פרופ' לאה ויטנברג<sup>2</sup>, פרופ' יונתן לרון<sup>3</sup>

- 1- התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר
- 2- המחלקה לגיאוגרפיה, אוניברסיטת חיפה
- 3- המחלקה לגיאוגרפיה ולפיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

אגנים חקלאיים מהווים מקור זיהום לא-נקודתי. בשונה ממקורות זיהום נקודתיים, בהם ניתן לזהות את השפך ולטפל בגורם המזהם, קשה להצביע על מקור הזיהום ואופן התקדמות המזהמים באגן ההיקוות. משום כך, המדיניות וההמלצות על פעולות שיביאו להקטנת הפגיעה בשטחי אגן הניקוז ובנחל ממזהמים לא-נקודתיים, אינן יעילות מדיין. מחקר זה עוסק בהתקדמות מזהמים לא-נקודתיים (חומרי-הדברה ונוטריינטים) אל הנחל משדה גד"ש בעמק-יזרעאל בעל מערכת ניקוז תת-קרקעית. תרומת המזהמים בשדות עם מערכות כאלו לא נחקרה דיה באזורים ים-תיכוניים. בשנה האחרונה נבחנו בעקבות אירוע גשם איכות המים בשני שדות סמוכים בנתיבי ההסעה השונים: נגר-עילי, נגר תת-קרקעי ומי-התהום. מי הנגר העילי נאספו בעזרת כלים ייעודיים, ומי-התהום נאספו ישירות מהפיאזומטר. מי הנגר התת-קרקעי נאספו ממערכת הניקוז התת-קרקעית, שמספקת הזדמנות לאסוף את המים בקלות מצינור הניקוז הנשפך ישירות אל הנחל. נעשו גם דגימות מצינור הניקוז בעת שני אירועי השקיה. מדגימות המים עולה התנהגות אופיינית של קבוצות מזהמים בשני השדות שנבחנו באירוע הגשם: ריכוזי החומר המרחף והזרחן עלו עם הקרבה לנחל, באופן בולט בשדה החשוף, ואילו ריכוזי הניטרט והכלוריד נמצאו בריכוזים גבוהים בשדה, ובריכוזים נמוכים בסמוך לנחל. בצינור הניקוז ריכוזי המומסים היו גבוהים בסדר-גודל. לפי תוצאות אלו יש לשער שהחומר המומס אינו מוסע באופן ישיר אל הנחל אלא עובר דרך עמודת הקרקע. הריכוזים הגבוהים בצינור ובפיאזומטר מצביעים על כך שמי התהום הגבוהים בשדות אלו מזהמים ביותר, ולראיה, מי ההשקיה הורידו את ריכוזי המומסים שנדגמו בצינור הניקוז. בנוסף, חומרי הדברה על פני השטח היו רבים יותר וכללו גם חומרים שלא נעשה בהם שימוש זמן רב בשדה, בשונה ממי-הצינור. תוצאות אלו שופכות אור על תהליכי ההסעה ויהוו בסיס להמשך המחקר הנוכחי.

## עקת חום ופוריות בבקר - כיצד נתמודד?

צבי רוט

המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית [z.roth@mail.huji.ac.il](mailto:z.roth@mail.huji.ac.il)

לאור שינויי האקלים וההתחממות הגלובלית, השפעת עומס החום על ייצור ורבייה של פרות החלב זוכה לתשומת לב מחודשת ברחבי העולם ובישראל. מספר גישות יכולות לשמש את הרפתן להעריך את עוצמת עומס החום ובכלל זה מדד הלחות הטמפרטורה (THI), תדירות ורצף ימים חמים במיוחד כמו גם טמפרטורת הגוף של הפרה. חשיפת בע"ח לעומס חום סביבתי גורמת לשינויים התנהגותיים, פיזיולוגיים ואנדוקרינולוגיים, אשר פוגעים בביצועי היצרנות והרבייה. בהרצאתי אסקור את תגובת בע"ח ואעמוד על מגבלת התגובות הפיזיולוגיות והתנהגותיות לשמירה על נורמותרמיה, ואת הצורך בהתערבות אנושית להפגת החום. מחקר בסיסי ופיסיולוגי שבוצע במעבדתנו הראה כי מנגנון הפגיעה הוא מורכב ורב-גורמי באופיו. עומס חום גורם לשינויים בציר ההיפותלמוס-היפופיזה-שחלה ובעקבות כך מתקבלים שיבושים בהפרשת גונדוטרופים (GnRH, LH, FSH), ובייצור סטרואידים שחלתיים (estradiol, progesterone). שיבושים אלה נמצאו קשורים לפגיעה בהתנהגות ייחומית, הפרעה בהתפתחות הזקינים ובכלל זה פגיעה בתפקוד הזקיך התרום-ביוצי כמו גם, לפגיעה ביכולת הביצית האצורה בתוכו לבייץ, לעבור הפרייה ולהתפתח לעובר. בנוסף נמצא כי לעומס חום יש השפעות ישירות ועקיפות על העובר המתפתח. הבנת מנגנון הפגיעה של עקת חום הסביבתי על הפיזיולוגיה של הרבייה הובילו לפיתוח אסטרטגיות ממשקיות למתן השפעות אלו. צינון הוא האסטרטגיה השולטת כיום וכולל קירור עקיף של הסביבה באמצעות אוורור (עם או בלי מים) או אידוי ישיר מהפרה תוך שימוש בהרטבה ומאווררים. בעוד שימוש במערכת צינון נמצא יעיל בשמירה על ייצור החלב, השפעתו על מערכת הרבייה במהלך העונה החמה פחותה. בשנים האחרונות פותחו מספר גישות טיפול משלימות לשיפור הפוריות לדוגמא, תזמון הביוץ, תמיכה פרוגרסטינית והעברת עוברים עליהן ארחיב בהרצאתי. מניסיוננו, צינון יעיל בשילוב אחת הגישות המשלימות יכולים להביא לשיפור הפוריות בתנאי עקת חום.

## התניית עופות לחום משפרת עמידות לעקה ואף עוברת בתורשה אפיגנטית

נועם מאירי, טטיאנה קיסליוק, טלי רוזנברג

המחלקה לעופות ומדגה, המכון לחקר בעלי חיים, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

[Noam.meiri@mail.huji.ac.il](mailto:Noam.meiri@mail.huji.ac.il)

לאור התחממות כדור הארץ וההשפעות הברורות שיש לטמפרטורה קיצונית על רווחת עופות המשק והנזק הכלכלי למגדלים, יש להבין את מנגנוני בקרת הטמפרטורה ולמצוא דרכים להקטין את מידת העקה ממנה סובלים העופות. מנגנון חשוב שהתגלה בשנים האחרונות שבאמצעותו הסביבה יכולה להשפיע על בעל החיים הוא המנגנון האפיגנטי. המנגנון האפיגנטי הוא מנגנון שמשפיע על קיפול וסגירת הכרומטין מבלי להשפיע על הקוד הגנטי וע"י כך קובע את מידת הביטוי של גנים. ממחקרים שערכנו בשנים האחרונות זיהינו שניתן לשפר עמידות של פטמים לעקת חום או ע"י זה שחושפים אוויר בביצה בזמן ההדגרה או כאשר חושפים אפרוחים בני שלושה ימים לטמפרטורה קיצונית אך מבוקרת מבחינה פיזיולוגית אילו עמידים יותר בבגרותם לשינויי אקלים קיצוניים מאשר אפרוחים שלא נחשפו לטמפרטורה גבוהה. מעבר לכך מצאנו שהתניית חום בביצה גורמת לעמידות אימונית כן שהאפרוחים יהיו יותר עמידים בנוסף לעמידותם לחום גם למחלות. כנראה שעמידות זאת נובעת מכך שמערכות רבות מתפתחות בצורה יעילה יותר על מנת להתמודד עם אתגור החום. בקרת ההתמודדות עם עקת החום מתבצעת בהיפותלמוס במוח שמשדר אותות לגוף כיצד להגיב לחום הסביבתי. במחקר אדגים, כיצד המנגנון האפיגנטי יכול לשמש בהפעלת הפטמים שהותנו לחום בשלבים הראשונים של חייהם לשיפור עמידות לחום או לחליפין לתגובות פגיעות בהתאם למידת טמפרטורת הסביבה אליה נחשפו האפרוחים בצעירותם בחשיפה חוזרת לחום במשך כל חייהם. מעבר לכך אדגים כיצד תכונות השיפור בעמידות עוברות בתורשה אפיגנטית לדור הבא. מאחר והמנגנון האפיגנטי מטווח בין הסביבה ובין התגובות הפיזיולוגיות של בעל החיים, להבנת המנגנונים האפיגנטיים חשיבות עצומה למשק בעלי החיים ששליטה בו יכולה להשפיע על תכונות רבות מכמות האכילה של בעל החיים ועד לתגובות החיסוניות ועוד.



## מגנומיקה לפידיולוגיה - על עמידות אמנונים לעקת קור

אבנר כנעני

המחלקה לעופות ומדגה, המכון לחקר בע"ח, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

[avnerc@agri.gov.il](mailto:avnerc@agri.gov.il)

גידול אמנונים מהווה כ 50% מייצור הדגים בישראל, אך תעשיית דגי האמנון בישראל עדיין ניצבת מול מחסום הייצור המסורתי שלה, החורף הישראלי. בהתאם למוצאם הטרופי, טווח הטמפ' האופטימאלי בשבילם הוא 23-28 מעלות. כאשר טמפ' המים יורדות אל מתחת ל 20 מעלות נעצרות האכילה והגדילה של האמנונים ועם ירידה נוספת בטמפ' נפגעת מערכת החיסון, מתפתחות מחלות, ונגרמות תמותות משמעותיות. תמותות אמנונים במהלך החורף מגיעות להיקף של כ 25% מהדגים, ובשנים בהן מתרחשים אירועי קרה נגרם נזק כלכלי כבד מאוד. ההתפתחויות הטכנולוגיות בתחום הגנומיקה אפשרו לנו לזהות וללמוד גנים המבדילים בין דגים בעלי עמידות טובה לקור ובין דגים רגישים יותר. לאחר שזוהו גנים רבים השייכים למסלולים ביולוגיים של מטבוליזם ובקרת אנרגיה, הועמדו ניסויים בהם בחנו את שינויי המטבוליזם במהלך ירידת טמפ' ואת הבקרה הנוירואנדוקרינית על שינויים אלה. הבנה טובה של הבסיס הביולוגי והבקרה הגנטית העומדים מאחורי הבדלים בעמידות לקור, תאפשר פיתוחים ממשקיים ו/או ביוטכנולוגיים לשיפור העמידות והפחתת תמותות האמנונים בחורף.

# שיפור ייצור ורווחת הדגים על ידי פיתוח קווי קרפיון עמידים גנטית למחלות וויראליות

רוני-תדמור לוי<sup>1</sup>, מור עמיר<sup>1</sup>, ג'ני מרקוס-חדד<sup>1</sup>, גדעון חולתא<sup>2</sup>, ליאור דוד<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה למדעי בע"ח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>2</sup>. המחלקה למדגה ועופות, המכון למדעי בע"ח, מנהל המחקר החקלאי

[Lior.david@mail.huji.ac.il](mailto:Lior.david@mail.huji.ac.il)

חקלאות מים הוא הסקטור החקלאי הצומח בקצב הגבוה ביותר. דגים מהווים מרכיב תזונתי בריא וזמין, שתרומתו לביטחון התזונתי העולמי חשובה בכלל, ופרט בארצות של הכנסה נמוכה. בין חמשת מיני הדגים עם כמות הייצור הגדולה ביותר ותפוצת הייצור הרחבה נכלל גם הקרפיון המצוי. מזה כ-20 שנה, מתמודדים מגדלי הקרפיון למאכל והקוי לנוי עם מחלה ויראלית הנגרמת על ידי הווירוס Cyprinid herpes virus-3 (CyHV-3), שמסבה נזקים כבדים לייצור ולהתפתחות הענף. הצעדים להתמודדות עם הבעיה מוגבלים מאד. לדוגמא, עד כה, שימוש בחיסון יעיל כנגד המחלה נעשה רק בישראל. הדיווחים על התפרצויות מחלה ונזקים לייצור מכל העולם מעידים על רגישות למחלה של קווי הקרפיון השונים שמגדלים בעולם ועל הצורך הגורף למציאת פתרון בר קיימא לבעיה. במחקר שלנו, אנו משתמשים בשיטות גנטיות קלאסיות ומולקולאריות כדי לפתח קווי קרפיון עמידים גנטית למחלה, שיוכלו לשמש כלהקות רבייה המייצרות דגיגים עמידים למחלה. המחקר כולל סדרה של הכלאות על פני מספר דורות, הכוללת בכל דור ברירה של דגים מתאימים לגידול חקלאי מחד, ומאידך עמידים גנטית למחלה. במקביל, אנו משתמשים בשיטות מולקולאריות חדשניות כדי לאתר גנים המשפיעים על עמידות למחלה וכדי לפענח את המנגנונים המעניקים עמידות לדגים. נציג תוצאות עיקריות מהמחקר המראות את המורכבות הגנטית המונחת בבסיס תכונת העמידות מחד, ומאידך את ההתקדמות לקראת קווי קרפיון עמידים למחלה. מחקר זה יביא הן לפתרון בר-קיימא לבעיות הייצור החקלאי של קרפיון מצוי והן להבנה בסיסית של מנגנוני הגנה מפני מחלות מדבקות בדגים.

## סמנים פיזיולוגיים לניטור והקלה על עקה בפרות חלב

גיתית קרא<sup>1,2</sup>, ג'איה-שמחה דאדאם<sup>1</sup>, הדר קמר<sup>1</sup>, מג'דולין אחמד<sup>3</sup>, אלינה נמירובסקי<sup>3</sup>, עוזי מועלם<sup>1</sup>,  
יוסי תם<sup>3</sup>, מאיה זכות<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לחקר בקר וצאן, מכון לחקר בעלי חיים, מינהל המחקר החקלאי, ראשל"צ.

[mayak@volcani.agri.gov.il](mailto:mayak@volcani.agri.gov.il)

<sup>2</sup> החוג למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, רחובות

<sup>3</sup> בית הספר לרוקחות, הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה העברית בירושלים

שני גורמי העקה הפיזיולוגית העיקריים בפרות חלב גבוהות תנובה הם: 1. עקה מטבולית-דלקתית לאחר ההמלטה, הנובעת מהדרישות האנרגטיות לייצור חלב וכן מהשינויים הפיזיולוגיים, התזונתיים והחברתיים, ו2. עקת חום בחודשי הקיץ. ההשפעות השליליות של עומס חום סביבתי צפויות להחמיר בעקבות ההתחממות הגלובלית והצפי למשבר מזון עולמי. פרות חלב גבוהות תנובה הינן רגישות במיוחד לעומס חום בגלל ייצור החום המטבולי המוגבר. לאור זאת, ישנה חשיבות רבה לניטור סמני עקה כמותיים וחדשניים לשם פיתוח אסטרטגיות לשיפור יכולת ההתמודדות של פרות חלב גבוהות תנובה בתנאי עקה, וזאת ללא שימוש באמצעים ממשקיים הדורשים הקמת תשתיות כבדות, והוצאות כלכליות רבות. בשנים האחרונות ביססנו במעבדה מספר סמנים כמותיים לעקה הניתנים למדידה בדם, בחלב וברקמת השומן של פרות חלב, אשר יכולים לשמש לניטור עקה: לדוגמא רמות ציטוקינים שונים בדם, מדדי עקה חימצונית, חלבוני עקה שונים, אחוזי אוכלוסיות תאי דם לבנים ומדדים מטבוליים בחלב. כמו כן, אנו מאפיינים את רמות האנדוקנבינואידיים, הליגנדים האנדוגניים של המערכת האנדוקנבינואידית, כסמנים חדשניים בפרות הנמצאות בעקה לאחר ההמלטה ובתנאי עקת חום. בניסוי בו בחנו את הסמנים בפרות שהמליטו בחורף או בקיץ, נמצא כי ריכוזי הציטוקין TNF- $\alpha$  היו גבוהים פי 3.4 בפרות שהמליטו בקיץ לעומת החורף, ובבחינת ביטוי הגנים ברקמת השומן של הפרות, נמצא כי ביטוי הקולטנים הקנבינואידיים CB1 ו-CB2 וקולטן העקה TRPV1 היו נמוכים יותר בקיץ לעומת החורף. בניסוי אחר השוינו בין פרות מצוננות ללא-מצוננות בקיץ והראינו לראשונה את רמות האנדוקנבינואידיים בחלב, ונמצא כי הריכוזים של האנדוקנבינואיד המרכזי 2-AG נטו להיות גבוהים יותר בפרות שלא צוננו לעומת המצוננות. ממצאי המחקר מראים כי סמני עקה מאפשרים ניטור עקה לשם פיתוח אסטרטגיות חדשניות להפחתת עקה בפרות חלב.

# נוגדי חמצון מגנים על תאי גזע של פרה מהזדקנות מוקדמת בעקבות עקת חום

דנה ניר וד"ר שרון שלדינגר

המחלקה למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית.

[Sharon.shle@mail.huji.ac.il](mailto:Sharon.shle@mail.huji.ac.il)

עקת חום נחשבת לאחת הסיבות העיקריות לבעיות בריאותיות והפסדים כלכליים במשק החלב, עם השלכות פיזיולוגיות, מטבוליות וכן השלכות על מדדי פוריות ועל מערכת החיסון של הפרות. ברמה התאית, עקת חום גורמת לעקה חמצונית ולהפעלת מנגנוני הישרדות תאיים, ובמקרים בהם הנזקים מצטברים ומנגנוני ההגנה לא מספקים, ישנה הפעלה של מסלולי מוות תאי. תאי גזע מזנכימליים (MSC) נמצאים ברקמות כמו חבל הטבור, מח-העצם ושומן. אלו הם תאים מולטיפוטנטיים- בעלי יכולת התמיינות לתאי שומן, עצם, סחוס ועוד. לכן יש ל- MSC חשיבות גדולה במהלך ההתפתחות העוברית וכמאגר לשיקום וחידוש רקמות בגוף הבוגר. בנוסף לתאי MSC תפקיד בוויסות התגובה החיסונית ברקמה ובמניעת דלקות כרוניות. למרות זאת, מעט מחקרים בחנו את תפקוד ה- MSC בפרה החולבת בעקה ואת השפעתם על עמידותה. במחקר קודם שנעשה במעבדה מצאנו כי ב- MSC של פרה, עקת חום גורמת להאטת קצב החלוקות בגלל שיבוש מחזור התא התקין. נראית עליה בעקה חמצונית ופגיעה בתפקוד המיטוכונדריות. בנוסף, תאים לאחר עקת חום סובלים מהזקנות תאית מוקדמת (senescence), ובעקבותיו מפסיקים להתחלק ומאיצים את הזדקנות הריקמה. במחקר הנוכחי נעשה שימוש בנוגדי חימצון טבעיים, כורכום, דרווטרול ומלטונין, לבחינת ההגנה על התאים מנזקים הנובעים מעקת חום, ובעיקר מהזדקנות מוקדמת. העבודה מראה כי הכניסה לסנסנס והפגיעה במיטוכונדריה הן תוצאות ישירות של עקה חמצונית וטיפול בנוגדי חמצון מעכבן ואפילו מבטלן. לעבודה בתרבויות תאים יתרונות רבים, אנו מקווים כי תוצאות אלו ייתנו כיוון אפשרי להתמודדות עם חלק מהבעיות הפיזיולוגיות שנצפות בפרות משק החלב בחודשי הקיץ. יתכן ששימוש בנוגדי חימצון כתוספי תזונה לפרות ישפר את מאגר תאי הגזע בגופן וכך יוריד תגובות דלקת וישפר את יכולתן לשמור על הומאוסטאזיס תקין בקיץ.

# הורשה סביבתית: ראיות להשפעה נרחבת של עקת חום במהלך ההיריון של הסבתא רבתא על ביצועי הנינות

מורן גרשוני<sup>1</sup> יהודה ולר<sup>2</sup> ואפרים עזרא<sup>2</sup>

1. המכון לחקר בעלי חיים, מכון וולקני, 2. התאחדות מגדלי הבקר [g Moran@volcani.agri.gov.il](mailto:g Moran@volcani.agri.gov.il)

הורשה אפיגנטית הנה העברת מידע סביבתי מההורים לצאצאיהם לאורך מספר דורות, ללא שינוי בקוד הגנטי. מוכרים מספר מנגנונים מולקולריים המאפשרים זאת, ביניהם שינוי בדגם המטילאציה על מולקולת הדנ"א כתוצאה מחשיפה לגורם סביבתי, כמו עקת חום. שינויים אלה הם זמניים והפיכים, ולכן עוברים רק לאורך מספר מוגבל של דורות, אך משמעותם שהפרט היורש אותם יגיב להשפעות הסביבה של הוריו או סביו. ההתחממות הגלובלית העלתה את תדירות היווצרות תנאי עקת חום בבעלי חיים בעשורים האחרונים. בעוד שההשפעות השליליות הישירות של עקת חום על תכונות הפיריון והרבייה בבעלי חיים מוכרות ונחקרות בצורה נרחבת, ההשפעות הבין-דוריות שלה לא הודגמו עד כה באוכלוסיות מסחריות של חיות משק, למרות ידע שהצטבר מניסויים במערכות מודל. בעבודה זו הנחנו כי עקת חום במהלך הריון בפרות חלב, עלולה לגרום לשינויים אפיגנטיים בתאי הנבט המתפתחים בעובר, מה שיוביל בתורו להשפעות פנוטיפיות בצאצאים לאורך מספר דורות: הורשה אפיגנטית. היות והעובר ותאי הנבט המתפתחים בו נחשפים לגורמי סביבה אשר משפיעים על הפרה בתקופת ההיריון, ניתן לקבוע הורשה אפיגנטית רק ע"י השפעות סביבת הפרה ההריונית על ביצועי הנינות. כדי לבחון השערה זו, בדקנו האם חשיפה לעקת חום במהלך ההיריון יכולה לעבור בין מספר דורות ולהשפיע על הביטוי הפנוטיפי של תכונות כלכליות בבקר לחלב בישראל. מאחר ותנאי עקת חום בישראל מתרחשים בעיקר בין יוני לאוקטובר, בדקנו תחילה את הקשר בין חודש הלידה של נקבה  $F_1$  (הריון של דור  $F_0$ ) לבין הביצועים של הצאצאים  $F_2$  ו- $F_3$  (דהיינו, הנכדה והנינה של הפרה ההריונית). לאחר מכן חישבנו מדד עומס חום שנתי בין השנים 1995-2020 ובחנו את הקשר בין מדד עומס החום במהלך ההיריון של הפרה ( $F_0$ ), לביצועיהם של הנכדה והנינה שלה ( $F_2$  ו- $F_3$ ). לבסוף, בדקנו אינטראקציות בין-דוריות של עקת חום על ידי השוואת הביצועים של הנינות (פרות  $F_3$ ) כפונקציה של עונות ההיריון של האם הסבתא ( $F_0$  ו- $F_1$ ). מצאנו קשר מובהק בין חודש הלידה, עונת ההיריון, ומדד עומס החום של הפרות ההריוניות ( $F_0$ ), על ביצועי הנכדות והנינות שלהן, דבר המצביע על ההעברה בין דורית "אמתית" של אפקטים סביבתיים (לאורך 3 דורות אימהיים לפחות), כפי הנראה באמצעות מנגנונים אפיגנטיים. ההשפעות הבין-דוריות המשמעותיות ביותר היו על תפוקת השומן וריכוזו, נטייה להמלטות קשות, תמותת ולדות, והתבגרות מינית. למשל, חשיפה לעקת חום במחצית השנייה של ההיריון גרמה לאובדן ממוצע של עד 10% מכמות השומן. מצאנו גם כי שני הריונות עוקבים (מחצית שנייה) במהלך העונה החמה גרמו להשפעה השלילית ביותר על ביצועי הפרות, וכי שינוי עונות ההיריון בין הדורות ממתן את ההשפעות הבין-דוריות. ממצאים אלה מצביעים על כך שעקת חום במהלך ההיריון משפיעה על ביצועי הצאצאים, ללא קשר לנסיבות חייהם, במשך שלושה דורות לפחות. לכן הורשה סביבתית יכולה להפחית את יעילות הסלקציה בתוכניות טיפוח וכפי הנראה בעלת משמעות כלכלית בחקלאות בעלי חיים בכלל, ובבקר לחלב בפרט.

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

פרדיף קומר, דליה מאורר, אולג פיינברג, נעם אלקן

מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני [noamal@volcani.agri.gov.il](mailto:noamal@volcani.agri.gov.il)

פירות מנגו המתפתחים בחלקו החיצוני של העץ וחשופים לקרינת שמש צוברים אנטוציאנינים, פלבנואידיים ואנטיאוקסידנטים ומפתחים צבע אדום בקליפתם בצד החשוף לשמש לעומת פירות המתפתחים בחלקו הפנימי של העץ אשר יישארו ירוקים. למרות ההבשלה הדומה של הפירות הירוקים והאדומים, פירות אדומים הינם יותר עמידים לצינה, לרקבון צד (*Colletotrichum* ו *Alternaria*) ולריקבון עוקץ (*Lasiodiplodia*). כך, ניתן היה לאחסן פירות אדומים בטמפרטורה נמוכה (10°C) למשך זמן ארוך יותר. לפלבונולים ולאנטוציאנינים בקליפת הפרי האדום קיימת פעילות אנטי-פטרייתית של עיכוב גידול תפטיר ונביטת נבגי *Colletotrichum*. בקליפת הפרי נמצא כי כלל הפלבונולים והאנטוציאנינים קשורים לסוכרים שונים. באפיון הטרנסקריפטום של יחסי הגומלין *Colletotrichum*-פרי המנגו נמצא כי בעת התחלת האכלוס הנקרופי הפטרייה מבטאת ביתר גלוקוזידאזות לצורך התקפה ובאותה העת הפרי מבטא גלוקוזידאזות משלו לצורך הגנה. כך נוצר מצב בו הסוכר הקשור לפלבנואידיים בקליפת הפרי משתחרר ונשארים אגליקונים של אותם פלבנואידיים. אותם פלבנואידיים ללא השייר הסוכרי נמצאו כיותר רעילים לפטריה. אכן, מיצויים מקליפות הפרי המטופלים בגלוקוזידאזות היו יותר פעילים בעיכוב פטריות פתוגניות שונות על פירות שונים. בנוסף, נמצא כי הפירות האדומים שהיו חשופים לשמש במטע, היו עמידים גם בצד הירוק שלהם בהשוואה לפירות הירוקים, תוצאה המצביעה על השראת עמידות. בבחינה הטרנסקריפטום של יחסי הגומלין *Colletotrichum*-פרי מנגו אדום או ירוק בצד האדום או הירוק של הפרי, נמצא כי אותה השראת עמידות בצד הירוק של הפרי האדום כוללת הפעלה של מנגוני הגנה הקשורים לאתילן, לברדינוסטרואידיים ולמסלול הביוסנטזה של הפנילפרופנואיד. לסיכום, מחקר זה מצביע כי פירות אדומים שהיו חשופים לשמש במטע מפעילים מנגוני השראת עמידות ועמידות מקומית והינם עמידים יותר למחלות ולצינה לאחר קטיף.



# השראת עמידות באמצעים גנטיים, פיזיקלים, כימיים, ועל ידי מיקרואורגניזמים- ככלי לשיפור יבול

מירב לייבמן-מרכוס<sup>1</sup>, רופאלי גופטה<sup>1</sup>, ענת שניידר<sup>1,2</sup>, לורנה פיזארו<sup>1</sup>, יפתח מארש<sup>1,3</sup>, דליה רב-  
דוד<sup>1</sup>, יגאל אלעד<sup>1</sup> ומיה בר<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי;

[mayabar@agri.gov.il](mailto:mayabar@agri.gov.il)

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

<sup>3</sup> ביה"ס למדעי הצמח ואבטחת מזון, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב

פתוגנים פטרייתיים וחיידקיים מהווים בעיה חקלאית מרכזית בעגבנייה. במיני בר זוהו עמידויות למחלות, אך החדרת עמידויות מהבר לא תמיד מצליחה מסיבות שונות, בין היתר מפני שהכלאות עם זני בר פוגעות בכמות היבול ו/או באיכות הפרי. לעתים, כאשר זוהו זני בר בעלי עמידות לפתוגנים שונים, נראה כי עמידות זו נובעת מביטוי ביתר של גנים הגורמים לפעילות מוגברת של המערכת החיסונית. בנוסף, ידועים תנאים סביבתיים שונים המשרים עמידות למחלות, וכמובן, קיימים מדבירים ביולוגיים מיקרואורגניזמיים, אשר חלק ממנגנון הפעולה שלהם הוא השראת עמידות בצמח המאכסן. עמידות מושרית יכולה להוות תחליף אטרקטיבי לשימוש במדבירים כימיים הפוגעים באדם ובסביבה, אך עד כה, הביצועים שלהם בחקלאות לא היו מספיק הדירים על מנת להוות תחליף בר קיימא, והם מיושמים בעיקר בשילוב עם חומרי הדברה כימיים. במעבדה, אנו חוקרות/ים אופנים ואמצעים שונים של השראת עמידות בצמחי עגבנייה, ככלי לייצר עמידות למחלות. בהיבט הגנטי, הגברת פעילות של חלבונים "חיסוניים" או הורדת הפעילות של חלבונים החוסמים תגובה חיסונית, יכולים לשמש ככלי להשראת עמידות. באמצעים גנטיים, הגברנו פעילות של חלבון חיסוני והורדנו את הפעילות של חלבון המעכב חיסוניות, ובשני הקווים הללו שייצרנו, נמצאו צמחים בעלי עמידות רחבה למגוון מחלות כתוצאה מ"הדלקת" מערכת החיסון. בהיבט הפיזיקלי, מצאנו כי טיפולי חום מתונים לבית השורשים משרים עמידות וגורמים לעמידות למחלות במסלול התלוי בחומצה סליצילית ואתילן. בהיבט ה"כימי", נחקרות ההשפעות של הורמונים צמחיים על מצב חיסוניות הצמח, והממשק בין הורמוני גדילה ותכניות התפתחותיות לבין עמידות למחלות. מצאנו כי הורמונים צמחיים מסויימים יכולים גם לתפקד כמשרני עמידות. בנוסף, מפותחים מיקרואורגניזמים חדשים, שבודדו מגנוטיפים עמידים, לשימוש כמשרני עמידות. בכל סוגי המשרנים שלעיל, בחנו את שפעול מערכת החיסון ומצאנו כי השפעול, שהוא לעתים קונסטטיטוטיבי, אינו מלווה ב"תשלום" של אובדן יבול, דבר היכול לאפשר שימוש במשרני העמידות בייצור חקלאי. חקר הממשק שבין התפתחות לעמידות למחלות מוביל למסקנה כי הם לעתים מצומדים באופן חיובי, והמנגנונים שבבסיסם משותפים באופן חלקי.

## שיפור התמודדות אבוקדו 'האס' עם תנאי קרה וצינה באמצעות טיפול מקדים

ויווקאנאנד טיווארי<sup>1</sup>, יצחק קמארה<sup>1</sup>, קירה רטנר<sup>1</sup>, נבין ג'ושי<sup>1</sup>, דיפנקר ידב<sup>1</sup>, עדי פייגנבוים<sup>1</sup>, ורד יריחימוביק<sup>1</sup>, יובל בוסי<sup>2</sup>, [דנה חרובי](#)

<sup>1</sup>. המכון למדעי הצמח, מכון וולקני

<sup>2</sup>. המחלקה למדעים ביומולקולריים, מכון ויצמן

[charuvi@volcani.agri.gov.il](mailto:charuvi@volcani.agri.gov.il)

עם שינויי האקלים, ההופך לקיצוני יותר, עולה גם חדירותם של מאורעות הקרה בחורף. במצב של קרה קרינתית, המטע נחשף לטמפרטורה מתחת לאפס לפנות בוקר ולאחר מכן לקרינה חזקה ביום, כאשר שילוב עוקב זה גורם לנזקים קשים לגידולים סובטרופיים. זן האבוקדו 'האס' רגיש לנזקי קרה, וכיום אין פתרון יחיד ורחב היקף לבעיה זו. בין היתר, ייתכן כי פתרון יעיל טמון ביישום של טיפולים מקדימים, 'chemical priming', אשר ידועים כמשפרים את עמידותם של צמחים בפני מגוון רחב של תנאי עקה. בעבודה זו אפיינו את התגובה של עצי 'האס' צעירים לתנאי קרה, ואת ההשפעה של טיפול מקדים בנתרן מימן גופרתי (NaHS) על תגובה זו. נמצא כי לאחר החשיפה לקרה בעצים שטופלו היה עיכוב מופחת בקצב הפוטוסינתזה, פחות photoinhibition, יכולת משופרת להתמודדות עם עודפי קרינה, והצטברות מופחתת של מי חמצן בעלים. על מנת ללמוד על מנגנוני התגובה המולקולריים לקרה ומנגנוני הפעולה של הטיפול, בוצעה אנליזת RNAseq. בין הממצאים, עלייה ברמת ביטויים של גנים המקודדים ל- אנזימים במסלולי ביוסינתזה של קרוטנואידים והורמון ה-ABA; פקטורי שעתוק המושרים ע"י ABA; חלבוני small heat shock proteins אשר מסייעים בקיפול חלבונים ומתפקדים כאנטי-אוקסידנטים; וחלבוני antifreeze. בחינה של טיפולי NaHS על עצי 'האס' בוגרים במטע מסחרי בחורף הראתה כי לאחר אירועי צינה (2°C) העצים חוו עיכוב מופחת בקצב קיבוע ה-CO<sub>2</sub>, במוליכות הפיוניות ובטרנספירציה, בטווח של שבועיים לאחר הטיפול. ייתכן כי שיפור כושר ההטמעה ישפר גם את יבול העצים, אולם נדרש מחקר נוסף בכיוון זה.

## השראת עמידות כנגד TSWV בצמחי פלפל

מאי אברהם<sup>1,2</sup>, חגית האק<sup>1</sup>, יגאל אלעד<sup>1</sup> ודיו שפיגלמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, המכון להגנת הצומח, מכון וולקני  
<sup>2</sup>החוג לביוטכנולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה  
העברית, [ziv.spi@volcani.agri.gov.il](mailto:ziv.spi@volcani.agri.gov.il)

וירוס כתמי הנבילה של העגבנייה (tomato spotted wilt virus; TSWV) הינו השני מבין הוירוסים ההרסניים בעולם לגידולים חקלאיים. תסמיני המחלה של TSWV כוללים לרוב צימוח מנונס, כתמים קונצנטריים ונקרודות על העלווה והפרי. העברת הוירוס מצמח לצמח מתבצעת ע"י 11 מיני תריפס, אשר הנפוץ והעיקרי שבהם הוא תריפס הפרחים המערבי. בשנים האחרונות, תבדידים שוברי עמידות של TSWV בפלפל הופיעו בכל חלקי הארץ. כיום בישראל, העמידות הגנטית ל-TSWV בפלפל למעשה אינה אפקטיבית. לפיכך, יש צורך בבחינת פתרונות נוספים לבלימה של הנגיף בצמחי פלפל. אחת הדרכים להפחתת נזקי פתוגנים בצמחים היא באמצעות עמידות מושרית. בשיטה זו, נעשה שימוש במשרנים כימיים או ביולוגיים המגבירים את היכולת ההגנתית של הצמח. אחד ממשרני העמידות הידועים הוא המולקולה (acibenzolar-S-methyl) (ASM). במחקרים קודמים נמצא כי טיפול ב-ASM משפר עמידות כנגד מגוון רחב של מחוללי מחלה. אולם, טיפול בצמחי פלפל כנגד TSWV מעולם לא נבחן. בעבודה זו, בחנו את השפעת ASM על הדבקה ב-TSWV והתפתחות תסמיני המחלה בצמחי פלפל. לצורך כך יושמו סדרה של ריכוזי ASM על צמח פלפל בני ארבעה שבועות שאולחו ב-TSWV. והצמחים נבדקו במשך 21 ימים לאחר ההדבקה להמצאות תסמיני מחלה ורמות נגיף באמצעות real-time PCR. מתוצאות הניסוי עולה כי טיפול ב-ASM הפחית בצורה משמעותית הן את סימני המחלה, והן את רמות הנגיף הצמחים המודבקים. הפחתה זו ניכרה בעיקר ברקמות המרוחקות ממקום ההדבקה, ולפיכך נראה כי ASM חוסם את התנועה הסיסטמית של הנגיף. אחד המסלולים באמצעותם הצמח מעכב תנועה של נגיפים הוא הפוליסכריד קאלוז (callose) החוסם מסלולי תנועה בין תאיים. אכן, טיפול ב-ASM הגביר את רמות הקאלוז בעלים, נתון המסביר את תופעת עיכוב תנועת הנגיף בצמח.

# איזו עמידות קובעת, מושרת או קבועה? בחינת מנגנוני הגנה כימיים ופיזיקליים של חיטת הבר בתגובה לפגיעת כנימת עלה

ורד צינ<sup>1</sup>, אנוורדה סינג<sup>1</sup>, רעות שביט<sup>1</sup>, בארי יעקב<sup>1</sup>, ג'ניה בטירשינה<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר

[vtzin@bgu.ac.il](mailto:vtzin@bgu.ac.il)

חיטה הינה גידול מרכזי בארץ ובעולם ומוצריה מהווים מקור לכ 20% מתצרוכת החלבון בתזונת האדם. אחד מהמזיקים העיקריים לגידול זו, הינה כנימת הדגן האירופאית אשר ניזונה מחומרי הצמח ואף מפיצה גורמי מחלה ויראליים אשר יכולים לגרום לפגיעה קשה ביבול. על מנת להתמודד מפני נדקי הכנימה, פיתחו צמחי החיטה הצעירים, מנגנוני הגנה כימיים (מקבוצת בנדוקזינואידים) ופיזיקליים (טריכומות לא גרנולראיות) אשר מעכבים את אכילת הכנימה ומצמצמים את נזקה. מנגנונים אילו קיימים במקביל בעלי חיטה צעירים איך יעילותם ותרומתם לצמצום הנזק (ביחד או לחוד) אינם ברורים. במחקר זה בחנו את היעילות של מנגנוני ההגנה הקבועה והמושרת הכימיים והפיזיקליים של חיטת הבר כנגד כנימת עלב זו. בתחילה, סרקנו את רביית הכנימות לאחר ארבעה ימי אילוח של 203 קווי חיטת הבר ומצאנו כי ישנם הבדלים מהותיים בעמידות לכנימות. בהמשך, בחרנו שמונה קווים המייצגים את ההתפלגות הכללית של העמידות, ובחנו את מנגנוני ההגנה הכימיים והפיזיקליים בשלושה עלים ראשוניים הקבועים והמושרים על ידי הכנימה. התוצאות הראו קשר הפוך בין גיל העלה (צעיר יותר עשיר בטריכומות) לבין רביית הכנימות (מעדיפות להתרבות על העלה המבוגר יותר ודל טריכומות). התוצאות אף הראו קשר חזק בין הרמה הקבועה של הטריכומות והבנדוקזינואידים, בעוד ישנם השפעה מועטה ברמת ההגנה המושרת לאחר ארבעה ימי אילוח. השוואה בין מנגנוני ההגנה חשפה כי ההגנה הפיזיקלית יעילה יותר מהגנה הכימית. לסיכום, בצמחי חיטה צעירים הפגיעים מאוד למזיקים, ורמת ההגנה הקבועה (המשתנה בהתאם לגיל הצמח), היא הגורם העיקרי הקובע את העמידות לכנימת הדגן האירופאית.

## חקר יחסי הגומלין בין *Macrophomina phaseolina* ו-*Magnaporthiopsis maydis* כגורמי מחלה בכותנה ובתירס

אופיר דגני<sup>1,2</sup>, \* , שלומית דור<sup>1,2</sup>, דקל אברהם<sup>1</sup> ורוני כהן<sup>3</sup>

<sup>1</sup> מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל, קריית שמונה; <sup>2</sup> המכללה האקדמית תל-חי, תל-חי; <sup>3</sup>מנהל המחקר החקלאי, נווה יער, מרכז וולקני, משרד החקלאות, \* [d-ofir@bezeqint.net](mailto:d-ofir@bezeqint.net)

מחלות המועברות בקרקע מהוות איום חמור לגידולים חקלאיים ברחבי העולם ועשויות להיגרם כתוצאה מכמה פתוגנים המשפעים זה על זה ועל הצמח המאכסן. הפטרייה *Magnaporthiopsis maydis* גורמת למחלת הנבילה המאוחרת בזני תירס רגישים המאופיינת בהתייבשות חמורה של הצמח הבוגר כתוצאה מחסימת רקמות ההובלה על ידי הפתוגן. פטריית הקרקע *Macrophomina phaseolina*, הגורם למחלת הריקבון השחור, מפתחת תפטיר וגופי ריבוי בגופם של מגוון צמחים פונדקאים, ואלו מביאים להתייבשות הצמח ונבילתו. צמחי כותנה מהזן פימה רגישים במיוחד למחלה זו. המצאות שני הפתוגנים יחד בצמחי כותנה חולים, ביבנה ב-2017, העלתה את האפשרות לקשר ביניהם. בסדרת ניסויים המלווה באיתור מבוסס Real-Time PCR, בתירס וכותנה, בעצמים, לאורך שתי עונות גידול מלאות, נבחן טיבם של יחסי הגומלין בין שני הפתוגנים. התוצאות מוכיחות כי שני הפתוגנים מתבססים בצמחי תירס וכותנה חולים וכי קיימים ביניהם יחסי אנטגוניסטיות (דיכוי הדדי). נוכחות הפטריות יחד בכותנה ובתירס גורמת, בשלבים המאוחרים של עונת הגידול, לירידה משמעותית של כל פתוגן בפונדקאי העיקרי שלו: של *M. maydis* בתירס ושל *M. phaseolina* בכותנה. השפעה זו ניכרת גם במדדי הגידול והיבולים שהשתפרו באופן משמעותי באילוח המשולב בשני הפתוגנים, בהשוואה לאילוח בכל פתוגן לבד. בנוסף התוצאות מלמדות על אורח חיים סמוי, כאנדופיט, של הפטרייה *M. maydis* בכותנה ועל כך שבפונדקאים משניים האילוח המשולב דווקא גורם להתפתחות הפטריות (של *M. maydis* בכותנה ושל *M. phaseolina* בתירס). בנוסף מראות תוצאות עבודה זו כי השקיה על סף יובש מגבירה את נוכחות הפתוגן *M. maydis* בצמחי תירס ואת חומרת תסמיני המחלות בתירס ובכותנה. התוצאות מעודדות כעת את הרחבת המחקר לבחינת יחסי הגומלין בין הפתוגנים בפונדקאים נוספים ואת המעורבות של פטריות נוספות.

## שילוב למידה עמוקה לבקרת תנועה רובוטית בשטח

סיגל ברמן

תחום הלמידה העמוקה עובר פיתוח מואץ כבר זמן מה. הצורך בנתונים רבים האט את הכניסה של למידה עמוקה לבקרת רובוטים בתחום החקלאות. כלים ויכולות חדשים הביאו לכך שניתן להפיק תועלת מכלי למידה עמוקה גם במקרים בהם כמות הנתונים מוגבלת וגם כאשר חלק מהאימון מתבצע בסימולציה. בהרצאה יוצגו כלים רלוונטיים מתחום הלמידה העמוקה והסימולציה הפיסיקאלית של מערכות רובוטיות. שימושים יודגמו עבור פיתוח רובוט לדילול תמר ורובוט לריסוס ענבים.

# אפיון פנוטיפי מרחבי וספקטרולי מתקדם של צמחים- חישה מרחוק ומקרוב בשירות מדע העשבים

רן לאטי

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער

עשבים רעים מתחרים עם גידולי תרבות על מקורות מים מזון ואור, ונחשבים כגורם הביזוי המשמעותי ביותר אשר מגביל גידולים חקלאיים. קוטלי עשבים כימיים הינם אמצעי מרכזי להתמודדות עם בעיה זו המהווה את הבסיס ברוב ממשקי ההדברה בעולם המפותח. למרות יעילותם הגבוהה, מודעות ציבורית גוברת להיבטים הסביבתיים והבריאותיים השליליים הקשורים ביישום חומרים אלו הוביל להגבלת השימוש בקוטלי עשבים, כאשר בעתיד צפויה מגמה זו להחריף. קיים צורך בפיתוח גישות הדברת עשבים חדשות המתבססות על יישום מופחת של קוטלי עשבים. שימוש באמצעי חישה ובמצלמות לאפיון פנוטיפי של צמחים (פנוטיפינג) יכול לסייע בחתירה לעבר מטרה זו. פנוטיפינג הינו תהליך בו אנו עוקבים אחרי התפתחות צמחים ומכמתים אותו באמצעות שינוי במדדים ספקטרוליים או מרחביים לאורך זמן. המעקב אחר מדדים אלו מספק תובנות על מצבו ההתפתחותי והפיזיולוגי של הצמח/עשב בסביבות משתנות (כולל נוכחות עשבים), כבסיס לקבלת החלטות מושכלת בהקשרים של הדברה ובכלל. ניתן לבצע פנוטיפינג בעזרת אמצעי חישה שונים כגון, מצלמות באורכי הגל הנראים (RGB), מצלמות מולטי והיפר-ספקטרוליות ומצלמות טרמיות. בנוסף, ניתן לרכוש את המידע התמונתי ממרחק קרוב ומרחוק באמצעות פלטפורמות שונות כמו רחפנים. במצגת זו נסקור מספר גישות פנוטיפינג של צמחים אותן ניתן לרתום עבור מדע העשבים. אנו נציג דוגמא לפנוטיפינג של צמחי חיטה להערכת יכולת תחרות מול עשבים, כבסיס לתוכניות טיפוח. נראה כיצד פנוטיפינג של עשבים לאחר יישום קוטלי עשבים ואו אמצעי הדברה לא כימיים אחרים יכול לשפר את ממשק ההדברה ולספק הבנה טובה יותר על פחיתה ביעילות ההדברה. נדגים כיצד ניתן לזהות טפילות בעלגת בשלבים מוקדמים כבסיס לממשק הדברה מדייק. שילוב גישות אלו יוכל בעתיד לתרום רבות להשגת הדברת עשבים נאותה וברת קיימא.

# איש לא נותר מאחור: שילוב מוקדם של הגורם האנושי בפיתוח מערכת רובוטית לדילול תמרים

נוי שרף<sup>1,2</sup>, אלן בס<sup>3</sup>, יעל זלצר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המעבדה להנדסת גורמי אנוש ובעלי חיים בחקלאות, מכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

<sup>2</sup>אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

<sup>3</sup>Drexel University.

[noyc@volcani.agri.gov.il](mailto:noyc@volcani.agri.gov.il)

מרבית מחקרי הפיתוח בהנדסה חקלאית מתמקדים בהיבטים הטכניים ובחידוש הטכנולוגי, אך לרב אינם מתעמקים ביחסי הגומלין בין המערכת האוטומטית למפעיל האנושי, ואף פחות מכך בשלבים מוקדמים של תהליך הפיתוח. המערכת רובוטית לדילול חנטי תמרים (RDTS), אשר תהליך פיתוחה נדון כאן, מיועדת להחליף את העבודה הידנית הנהוגה כיום, ובכך להקטין את חשיפת האדם לסכנות, לחסוך זמן עבודה ולהגדיל את דיוק פעולת הדילול. במיזם פיתוח מערכת ה-RDTS שותפים מספר צוותי מחקר האמונים על הפיתוח טכנולוגי, כמו גם צוות החוקר ומאפיין את שיתוף הפעולה בין האדם-למכונה. שילוב שיטות הנדסת מערכת קוגניטיבית (cognitive system engineering) בשלבי התכנון המוקדם של המערכת הרובוטית החקלאית סייע בניית המערכת הראשוני, המתמקד בהבניית מערך דרישות מערכת מוגדר שיכלול את המפעיל האנושי. השימוש בשיטות היררכיית הפשטה (Abstraction Hierarchy), הקצאת פונקציות (Function allocation) ודיאגרמת ניתוח רצף אירועים (Operational Event Sequence Diagram) הביא לתוצאה הרצויה - הבְּנִיָה של הדרישות הטכניות, חלוקת התפקידים, רצף הפעולות ובעיקר נקודות הממשק עם המפעיל האנושי והדרישות לביצוע המשימות. קיימת חשיבות רבה לחקר שיתוף הפעולה אדם-מכונה בשלבים מוקדמים של פיתוח מערכות חקלאיות חדשות שכן מפאת תנאי השטח החקלאי המורכבים, שילוב של אוטומציה מלאה ברובו אינו ישים והמפעיל האנושי עדיין לוקח חלק פעיל בתהליך העבודה. מערכות ממשק מיטביות של האדם עם המכונה יביאו למימוש יעוד הטכנולוגיה בצורה הטובה ביותר ויגדילו את סיכויי הצלחתה ודרישתה בשטח.



## סופר רזולוציה לפנוטיפינג

נבות עוז<sup>1,2</sup>, יפתח קלפ<sup>1</sup>, ניר סוכן<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני.

<sup>2</sup>. אוניברסיטת תל אביב.

[navot@volcani.agri.gov.il](mailto:navot@volcani.agri.gov.il)

אורכי-הגל הארוכים בין  $8\mu m$  ל-  $14\mu m$  משמשים לדיהוי תכונות שונות של הצמח, כמו גם את מצבו הבריאותי. דגימת אורכי-הגל הללו מבוצעת בעזרת מצלמות תרמיות משני סוגים עיקריים.

- מצלמות תרמיות בעלות גלאי מקורר עולות מאות-אלפי דולרים והן בעלות דיוק גבוה ורזולוציה מרחבית גבוהה.

- מצלמות תרמיות לא מקוררות המשתמשות בטכנולוגיית הבולומטר עולות מאות רבות עד אלפי דולרים בודדים, אך הן סובלות מדיוק נמוך במדידת הטמפרטורה ומרזולוציה מרחבית נמוכה.

הרזולוציה המרחבית המוגבלת של המצלמות הלא-מקוררות מהווה חסם לשימוש אפקטיבי בחקלאות, על אף מחירן האטרקטיבי. כלומר, בשימושים בהן נדרשות תמונות ברזולוציה מרחבית גבוהה, כגון פנוטיפינג, הצילום נדרש להתבצע מקרוב ולכן צילום שטחים גדולים איננו מעשי. השיטה שפיתחנו מאפשרת הגדלת הרזולוציה המרחבית פי 4 בכל מימד בעזרת רשת קונבולוציה בלמידה עמוקה תוך שמירה על ערכי מדידת טמפרטורה מדויקים. הרשת משתמשת במידע הקיים בתמונה המקורית על מנת לשערך את התמונה המוגדלת. המידע הזה מאפשר חסכון ניכר במשאבי חישוב, ולכן שימוש ברשת על מכשירי-קצה דלי הספק. השיטה דורשת רק כ-3% מכוח החישוב הנדרש על ידי שיטות מקבילות. השיטה נבדקה על 9630 תמונות חקלאיות שנאספו ותויגו על ידי חקלאים כחלק מפרויקט פנומיקס והשיגה תוצאות שערך ממוצעות של  $32_{dB}$  - דומה או טוב משיטות מקבילות. התמונות התרמיות בעלות הרזולוציה המרחבית המוגדלת אשר מופקות על ידי השיטה מאפשרות ספיקת שטח גדולה מהירה מחד, ומאידך זיהוי תופעות על פני הצמח אשר לא היה ניתן להבחין בהן בתמונות המקוריות. באופן אפקטיבי, שימוש בשיטה מודיל את עלות המצלמה התרמית כיוון שניתן להסתפק במצלמות זולות על מנת לקבל תמונות באיכות דומה למצלמות יקרות בהרבה.

## הערכת יבול וכמות הפרי באמצעות מערכת סונאר

עקבי ירדן, בכר אביטל, יובל יוסי

המחלקה להנדסת חשמל, אוניברסיטת תל אביב.  
המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

[yarden.ak22@gmail.com](mailto:yarden.ak22@gmail.com)

אחד האתגרים המרכזיים בחקלאות הוא הערכת היבול הצפוי וכמות הפרי. בעיה זו מעסיקה חקלאים, בתי אריזה ואחסון, ומוסדות ממשלתיים העוסקים בתחשיבי פיצוי לחקלאים. כיום, הערכת היבול מתבצעת בספירה ידנית על ידי עובדים, שיטה שאינה מדויקת וצורכת זמן עבודה יקר. במחקר זה נעשה שימוש במערכת סונאר אקטיבי להערכת יבול וזיהוי כמות הפרי. המערכת מבוססת על שידור אנרגיית קול בתדרים גבוהים וברוחב פס רחב, כמו כן, אחראית על עיבוד ההדים (גלי הקול) המוחזרים מן הסביבה. השימוש באות רחב תדרים מאפשר להעריך את החתימה הספקטרלית של הצמח - עלים, ענפים ופירות יישאו חתימות ספקטרליות שונות. לשם המחקר, פותחה מערכת אוטונומית לאיסוף ותיוג נתונים. המערכת מורכבת מזרוע רובוטית הנושאת סונאר ומצלמה, שולחן מסתובב ממונע הנושא את הצמח הנמדד ותוכנה בעלת ממשק גרפי לאינטגרציית המערכות השונות שנכתבה לצורך זה. בעזרת המערכת ניתן לשלוח ולהקליט הדים המוחזרים מהצמח ממספר גדול של קונפיגורציות שונות. למעשה, המערכת שפותחה הינה מערכת גנרית, כלומר היא יכולה לתת מענה ויזואלי וקולי עבור בעיות המצריכות איסוף ותיוג גדול של נתונים באופן אוטומטי. טכנולוגיית הסונאר בשילוב עם המערכת הרובוטית תאפשר הערכה של היבול הצפוי וכמות הפרי ברמת הצמח הבודד והחלקה החקלאית בחממה ובשטח פתוח. בנוסף, עם המידע הנרכש ניתן להכין מפות יבול לשימושי חקלאות מדייקת. הטכנולוגיה המתפתחת במחקר זה תתמקד בגידולי עגבניות בחממה, עם שוק סיטונאי עולמי של מעל 100 מיליארד דולר בשנה. המערכת תוכל להיות מותאמת לגידולי ירקות אחרים כגון, מלפפונים, פלפלים, חצילים וכדומה.

# פיתוח שיטה לשערוך מודל ענף

אלעד גיפס<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המרכז למחקר בהנדסה חקלאית, הטכניון [gips@technion.ac.il](mailto:gips@technion.ac.il)

מודלים צמחיים ממוחשבים הינם כלי משמעותי במחקר החקלאי המודרני. מודלים אלו מאפשרים בחינת תגובה לתרחישי טיפולים ותנאי אקלים שונים. המודלים מאופיינים בזמן ובתקציב מועט ביחס לניסויי שדה. מגבלותיהם העיקריות של מודלים אלו הינם מחד מידול פשטני ביחס למערכת הצמח ומאידך הצורך בכיול פרמטרים להשגת התאמה מספקת בין המודל להתנהגות הצמח תחת תרחישי טיפול ואקלים שונים. תת קבוצה מהמודלים הצמחיים הינה מודלים פונקציונאליים-מבניים. מודלים אלו כוללים מחד תהליכים פונקציונליים פיזיולוגיים כפוטוסינתזה, משטרי מים וכו' ומאידך, כוללים תהליכי התפתחות ארכיטקטורה מבנית של הצמח כהיווצרות של חלקים שונים כענפים, פירות וכו'. כמו כן, המודלים כוללים יחסי גומלין בין תהליכים מבניים לתהליכים פיזיולוגיים. היתרונות במודלים אלו הם פירוט משופר המאפשר לתאר תהליכים מקומיים בחלקי הצמח. מידול מבנה הצמח באופן זה מרחיב את היישומים האפשריים מהיבטים מכאניקה ורובוטיקה. החסרון בגישת המידול הנ"ל הינו אי הוודאות המתווספת עקב רמת הפירוט הגבוהה הקיימת במודל. לשם שיפור אמינותם של מודלים הנ"ל, יש צורך בפיתוח כלי שיערוך. קיימות עבודות בנושא משערכי פרמטרי מודל, אשר משפרים את ביצועי המודלים באופן ממוצע, ויחד עם זאת אינם מתייחסים כיאות לתופעות פרטיות-אקראיות המתרחשות בתהליך הצמיחה. לשם שיפור אי הדיוק הנגרם במהלך תהליכי הסימולציות במודל נדרש משעריך מצב. במחקר הנוכחי פותח משעריך מצב עבור מודל גדילה של ענף יחיד. הענף מיוצג באמצעות אוסף נקודות בעלות פונקציות גדילה לאורך הענף. המשעריך תוכנן עבור תרחישים של מדידת כל מצבי הנקודות ומדידה חלק ממצבי הנקודות הגלויות והנסתרות. השיטה מבוססת על מסנן קלמן וכן על Maximum Likelihood Estimation לשערוך מיקום נקודות ומקטעים נסתרים חסומים. בהרצאה תפורט השיטה, תודגם פעילותה ויוצגו שימושים להפעלתה בתחומי המיכון והרובוטיקה בענפים במטע.

# הדרכה מחקר ומה שביניהם

חגי שניר<sup>1</sup>

שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

לחקלאות ישראל יתרון יחסי של פיתוח ואימוץ טכנולוגיות ולא יתרון יחסי של תנאים טבעיים. הצלחתה של חקלאות ישראל בעבר וגם בעתיד, והמשך הישגיה היצרניים כמו גם שמירה על כושר התחרותיות יהיו תלויים במידה רבה מאוד בשמירת רמה גבוהה של מו"פ יישומי המשלב שירותי הדרכה והטמעה ממוסדים היטב עבור החקלאים. שירות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), מהווה את המרכז לפתרונות חקלאיים יישומיים, ומהווה ראש חץ לידע חקלאי יישומי ולחקלאות מקיימת, מבוססי ניסויי שטח. מומחי שה"מ חוקרים, מפתחים ומנגישים פתרונות מקצועיים ואובייקטיביים, המשפיעים על המדיניות החקלאית, ומצמיחים חקלאות חכמה וערכית לתועלת הציבור בהתאמה למציאות משתנה ומתפתחת.

שה"מ הוא הזרוע המקצועית של משרד החקלאות ופיתוח הכפר המופקדת על ייצור ידע חקלאי יישומי והפצתו לציבור ולחקלאים בישראל, תוך הכשרתו והדרכתו לעמוד במשימה העיקרית של ייצור מזון ומוצרי חקלאות תוך שמירה על אינטרסים לאומיים וכדאיות כלכלית. בבסיס היחידה עומדת מערכת מקצועית המשקפת את תמונת המצב במרחב החקלאי, מייצרת ידע יישומי ועונה לאתגרים ולבעיות השעה במטרה להקנות לחקלאים ידע אובייקטיבי, המקדם תועלות ציבוריות ברמה הלאומית. לביצוע המשימות שה"מ מסתייע ומשתף פעולה עם מוסדות מחקר מקומיים, מו"פים אזוריים ומשקים חקלאים מצטיינים ופועל גם בדירה העולמית במסגרת משלחות סיוע למדינות מתפתחות וכנסים בין-לאומיים.

# אינטראקציה בין המחקר וההדרכה בקידום נושאי הגנת הצומח: אורות, צללים ואופקים

צביקה מנדל<sup>1</sup>, שאול בן יהודה<sup>2</sup>

1. המכון להגנת הצומח, מינהל מחקר החקלאי [zmendel@volcani.agri.il](mailto:zmendel@volcani.agri.il)
2. תחום הגה"צ, שה"מ; משרד החקלאות ופיתוח הכפר

ההדרכה והמחקר הם מבין השחקנים העיקריים של החקלאות הישראלית. הייצור החקלאי הנשען על מגוון גידולים, ומתבסס במידה רבה על האפשרות לניהול מימשקי הדברה בטוחים ויעילים בכל אחד מהם. תהליכי הסרגציה של הארגונים החקלאיים, וחולשות שולחנות המגדלים מעמעמים את סדרי העדיפויות ואת ההסתמכות של המגדלים על המחקר החקלאי. לאלה מתלווה החלשה של מערכות התמיכה, כשזרימת המידע בין מגדלים-הדרכה-מחקר חלשה מבעבר. כל אלה, יחד עם היעדר הכוונה של המחקר החקלאי והבקרה עליו, הצטמצמות מערכת ההדרכה והשפעתה, והתכווצות המחקר החקלאי היישומי המוסדי, ניכרים בהסתמכות המעטה של ההדרכה על המחקר ולהיפך. המציאות של הגנת הצומח בישראל הולכת והופכת מסובכת יותר, כשהמחסור במים איכותיים, תהליכי דחיקת תכשירי הדברה, ההתחממות הגלובלית שטף של מינים פולשים, והסמיכות הרבה בין השטחים החקלאיים לבין מקומות היישוב, משליכים לרעה על החקלאות בכלל ועל מחסור בפתרונות הדברה יעילים ובטוחים. השבת שיתופי פעולה הדוקים ונמרצים בין המחקר היישומי להדרכה הוא חיוני על מנת להביא למחקר ופיתוח ייעודיים לקידום פתרונות לבעיות אקוטיות בתחום הגנת הצומח, ובמקביל להפחתה דרסטית של השימוש בתכשירי הדברה בעיתיים. להשגת שיתופי פעולה נדרשים: (א) מנהיגויות חקלאיות ומחקריות המסוגלות להתאים את הפעילות המחקרית לצרכים הרלוונטיים האקוטיים של המגדלים, (ב) קביעת סדרי עדיפויות והכוונה מקצועית מתאימה של נושאי המחקר בשיתוף ההדרכה לצורכי המגדלים. על מנת לחזור ולשגשג, החקלאות הישראלית חייבת לחזור ולהמציא את עצמה, ליישם טכנולוגיות חדשות וידידותיות לסביבה. שיתוף פעולה הדוק ומחייב בין ההדרכה למחקר הוא אחד התנאים החיוניים להתמודדות עם פגעים בעידן בו לא יהיה מקום לרוב התכשירים הזמניים כיום. בהרצאה יוצגו הישגים של שיתופי פעולה הדוקים בין המחקר להדרכה וכישלונות בשל היעדר השיתוף הנדרש וכיווני התפתחות נחוצים.

## מחלת הצהבון (*Phytoplasma Pyri*) בעצי פרי נשירים

ענת זיסוביץ חריט<sup>1</sup>, רקפת שרון<sup>2</sup>, מאור תומר<sup>2</sup>, אופיר בהר<sup>3</sup>, כרמית סופר-ארד<sup>1</sup>

1. שה"מ ([annatziso@gmail.com](mailto:annatziso@gmail.com)), 2. מו"פ צפון, 3 מנהל המחקר החקלאי,

בחמש שנים האחרונות אנו עדים לתופעה במטעי הנקטרינה, אפרסקים, שקד ואגס, בה העצים מצהיבים או מאדימים טרם זמנם. בגולן, התופעה נצפתה בנקטרינות החל ממטעי כפר חרוב בדרום הרמה ועד מרכז הרמה. דגימות אשר נלקחו למעבדה מעצים המראים סימפטומים אלו נמצא כי מדובר בפיטופלסמה (חיידק גראם חיובי חסר דופן) הידוע בספרות בשם *Ca. Phytoplasma pyri*. פיטופלסמה זו שייכת לקבוצת Sr group-subgroup16 - X אליה שייכות עוד 2 פיטופלסמות: *Ca. Phytoplasma mali* ו *Ca. Phytoplasma prunorum*. כל הפיטופלסמות השייכות לקבוצה זו ידועות כפוגעות הן בעצים גרעיניים והן גלעיניים וביצירת נזק כלכלי רב. תוצאות ממעבדתו של ד"ר אופיר בהר הראו קשר ישיר בין הסימפטומים לגורם המחלה בנקטרינות. בעקבות הזיהוי של הפיטופלסמה גם באגס ובשקד בנוסף לנקטרינות, הוגשה תוכנית מחקר לתמיכות ע"י ד"ר רקפת שרון ממו"פ צפון, ד"ר אופיר בהר ממכון המחקר החקלאי וולקני וד"ר ענת זיסוביץ חריט משה"מ. מטרת המחקר הן קביעת היקף הבעיה בנקטרינה/אפרסק, אגס ושקד במטעים באזור הצפון. הבנת הקשר בין תסמינים לגורם המחלה באגס ושקד ואישרור טיפוס הפיטופלסמה בכל אחד מהגידולים ובנוסף חיפוש אחר וקטורים פוטנציאליים. בשנה הראשונה מופו 3 מטעים מכל מין ונדגמו עצי אגס המבטאים סימפטומים של הצהבה והאדמה לנוכחות פיטופלסמה פירי. בכל חלקה הוצבו מלכודות דבק צהובות ואדומות ונערכו שאיבות והכאות מעצים במטע אחת לחודש. פרטים המוכרים מהספרות כוקטורים פוטנציאליים לפיטופלסמה הועברו להגדרה. מהתוצאות עולה כי בכל שלושת המינים הנבדקים - נקטרינות, אגס ושקד נמצא אותו טיפוס פיטופלסמה *Ca. Phytoplasma pyri*. כמו כן, נמצאו פסילות חיוביות לפיטופלסמה זו. פסילות אלו הועברו להגדרה. בימים אלו נערך סקר חדש בשקד לנוכחות הפיטופלסמה בעקבות ממצאים חדשים אשר התקבלו העונה.

## מבחן זני אבטיח סידלס מורכב ומועדי שתילה שונים, חוות עדן- 2021

יפתח גלעד ([ygiladi@maianot.co.il](mailto:ygiladi@maianot.co.il)), שמעון לחיאני, מחמוד זועבי, חזי גורן, נדב ניצן - חוות עדן, מו"פ בית שאן. שמשון עומר - שה"מ. אלי פליק, שרון אלקלעי-טוביה, דני צ'לופוביץ, מירב זערוור-פרסמן - המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

מבחן זנים ומועדי שתילה התבצע באבטיח מורכב, בחורף ואביב 2021 בחוות עדן. מטרת המבחן היא לבחון שני מועדי שתילה (מוקדם ומאוחר) והשפעתם על יבול ואיכות הפרי של מספר זנים. אבטיח סידלס (חסר זרעים) הוא מגידולי הירקות העיקריים והחשובים בעמק הירדן ועמק בית שאן. באזור מגדלים כ- 3000 דונם, במנהרות נמוכות, בעונת האביב המוקדם. במהלך השנים האחרונות התחילו לגדל באזור אבטיחים מורכבים, עקב בעיות קרקע, מחזור והתמוטטויות שטחים. אבטיח מורכב הוא אפיל יותר בהשוואה לאבטיח הרגיל והצמחים הם בעלי און צימוח וגידול נמרצים יותר. בנוסף, קיימות בעיות חנטה באביב המוקדם ולכן קיימת חשיבות לגידול צמחים מרוסנים וקטנים יותר. וכך ניתן לשתול במועד מאוחר יותר (תחילת פברואר) לעומת מועד השתילה המקובל של האבטיח הרגיל. שבעה זנים נבחנו בהשוואה לזן המקובל באזור (פאסיניישן). חלקם הם זנים חדשים (שנה ראשונה) וחלקם נבחנו שנה שניה ושלישית. מועדי השתילה היו: 1. 25.1.21 - המועד המוקדם. 2. 8.2.21 - המועד המאוחר. הצמחים נשתלו במרווחי 2 מטר (כמקובל באזור) וצמחי המפרה מוקמו בין שתיל שלישי ורביעי. המבחן הוצב בבלוקים באקראי, ארבע חזרות של מועדי השתילה (שני טיפולים), ובכל אחד מהם 8 זנים. חלקת הניסוי טופלה בדומה לנהוג בשטחים המסחריים באזור (השקיה, דישון וטיפולי מחלות ומזיקים). הקטיף התבצע בתאריך 1.6.21. כל פרי נשקל והיבול סווג לפי משקל לסוג א' וסוג ב'. הערכת איכות של פירות מייצגים מכל טיפול התבצעה במחלקה לאחסון במכון וולקני והתוצאות יובאו בהמשך. לא נמצאה השפעת גומלין ביבול הפירות בין מועדי השתילה והזנים השונים שנבחנו. נמצא יתרון ביבול סוג א' למועד השתילה המאוחר. מספר זנים נמצאו גבוהים יותר מהאחרים במספר הפירות למ"ר וביבול הפירות (סוג א' ויבול כללי למ"ר).

## פיתוח והתאמת פתרונות לחקלאים, תחום מיכון משה"מ והמכון להנדסה חקלאית, וולקני

רוני אמיר - שה"מ (romir@shaham.moag.gov.il), רפי רגב, בועז ציון, מוטי ברק - מנהל המחקר  
החקלאי, וולקני

אחד האתגרים המרכזיים של חקלאות ישראל היא עלות ומצאי העובדים. אחת הדרכים להתמודדות עם אתגר זה היא פיתוח והטמעת מיכון החוסך ומחליף ידיים עובדות. בשנתיים האחרונות מדריכי המיכון משה"מ יחד עם חוקרים מהמכון להנדסה חקלאית קדמו מספר פתרונות טכנולוגיים חדשים שיוצגו בעבודה זו.

**מוט ריסוס נייד לבריכות גידול הידרופוני** - חסכון בשעות עבודה ושיפור יעילות היישום של חומרי הדברה בגידול הידרופוני בבריכות עמוקות. רוחב הבריכות אינו מאפשר נגישות טובה של המיישמים להדברת פגעים ופיזור אחיד ומלא של חה"ד על הגידול. הצוות פיתוח מוט ריסוס נייד על גלגלים, המוצב לרוחב הבריכה ומאפשר ריסוס הדברה אחיד ומהיר יחסית. מתוכנן פיתוח מוט ממונע בעתיד. **מכונה למחזור חלות דבש** - מכונה להפרדת הדונג בהתכה וחיטוי כנגד מחלות. המכונה מוזנת ידנית ומבצעת באופן יעיל ומהיר יחסית ניקוי בקיטור וחיטוי של החלות ואסיף הדונג.

**הוצאת סעידה לניקוי הקרקע מעשבים רעים** - שיפוץ ושיפור מיכון שפותח בעבר במכון להנדסה חקלאית להוצאת פקעות סעידה מעומק 40 ס"מ אל פני הקרקע בתקופת הקיץ ובכך לשפר את הדברת הסעידה בחלקה.

**מתקן להסרת עלים משתילי עצים** (בפיתוח) - מריטת עלים בעת גידול שתילים לכנות דורשת שעות עבודה רבות. לייעול העבודה מפותח כלי מריטה שישפר את הזמן הנדרש לביצוע עבודה זו. **מרסס חשמלי לאננס** - נבנה מרסס על גלגלים עם הנעה חשמלית ושליטה מרחוק הנע מעל לערוגה. המרסס מאפשר חסכון בשעות עבודה והקטנת החשיפה של עובדים המיישמים חה"ד, שיפור ביעילות ואחידות היישום של חומרי הדברה והורמונים בגידול אננס במבנים.



## הדברה ביולוגית משולבת במלפפונים במושב אחיטוב - היינו כחולמים

נטע מור<sup>1</sup>, עמית שדה<sup>2</sup>, אריאל יפה<sup>2</sup>, משה כהן<sup>2</sup>, בועז קמינר<sup>2</sup> ושמעון שטיינברג<sup>2</sup>

1. שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות [netmor@shaham.moag.gov.il](mailto:netmor@shaham.moag.gov.il); 2. חברת ביו בי שדה אליהו

מלפפונים בבתי צמיחה מגודלים בהיקף נרחב באזור השרון, ובמיוחד במושב אחיטוב, שבו מרוכזים כ-50% מהמלפפונים המשוקים בארץ. הגידול מהיר, ובעונת הקיץ, לאחר כ-3-4 שבועות מהשתילה מתחילים בקטיפ, המתבצע בקצב של אחת ליומיים, דבר המגביל את השימוש בחלק מתכשירי הדברה המורשים בגידול. בנוסף, אופי הגידול הצפוף במושב ומועדי השתילה השונים גורמים למעבר מידי של מזיקים מחלקות בוגרות לחלקות צעירות ומקשים מאוד על ההתמודדות איתם. המזיק העיקרי בגידול היה בעבר אקרית אדומה מצויה, ובעשור האחרון הצטרף גם תריפס הטבק, מזיק קשה בגידול, בעיקר באביב ובסתיו, הפוגע בעלים עד כדי התייבשותם, ואף גורם לגירודים קשים בפירות. במהלך השנים נעשו ניסיונות ליישם הדברה ביולוגית-משולבת במלפפון במושב אחיטוב, אך לרוב בהצלחה חלקית. הקושי המרכזי התבטא בביסוס אקרית הפרסימיליס, אויב טבעי חשוב של האקרית האדומה המצויה. עם הופעת תריפס הטבק, החל גם השימוש באקרית הסבירסקי, הניזונה בין היתר מהדרגות הצעירות של התריפס. בשנת 2017 הושגה פריצת דרך משמעותית במשק מודל באחיטוב, כאשר אקרית הסבירסקי יושמה בשיטת המניעה כבר במגשי השתילה בתוספת מזון חלופי. מאז החלו מגדלים באחיטוב להתנסות בשיטה, אך הצלחתם הייתה חלקית בלבד, לרוב בגין שימוש בתכשירים שאינם מתאימים להדברה משולבת או בשל פגיעה מריסוס חריף בחממות סמוכות. בשנה האחרונה מגדלים רבים מעוניינים בהדברה משולבת בשל פחיתה משמעותית ביותר ביעילות תכשירי הדברה כנגד מזיקי מפתח אלה, וכן בעקבות פיתוחן של שיטות משוכללות יותר ביישום האויבים הטבעיים. נראה כי אנו על סיפה של פריצת דרך בהדברה ביולוגית משולבת במלפפונים באחיטוב.

## פיתוח שיטות חדשות ברביית דגים

### ברטה לבבי-סיוון

מחלקה למדעי בעלי-חיים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

המחקר שלי עוסק ברבייה ואנדוקרינולוגיה של דגים, במטרה ללמוד את הציר ההורמונלי המגשר בין רבייה, גדילה ומטבוליזם. במחקר משולבים שיטות פיזיולוגיות, תאיות, גנומיות ומולקולאריות מתקדמות. אנו עוסקים בדגי מודל כמו דג הזברה ודגי משק כמו אמנון, קרפיון, חידקן ובאס. בבעלי חוליות, ציר המוח - יותרת המוח - גונדה, שולט על התבגרות הגונדות, ובכך מסדיר את תחילת הבגרות המינית והרבייה. אותות חיצוניים ופנימיים משולבים ברמת המוח, בעיקר על ידי נוירונים פרה-היפותרמיים המייצרים הורמון משחרר גונדוטרופין (GnRH). בתגובה לגירוי GnRH, התאים המשחררים גונדוטרופינים מייצרים ומשחררים את הגונדוטרופינים, הורמון מגרה זקינים (FSH) והורמון הלוטייניזציה (LH), הממריצים את תפקודי הגונדה (סטרואידוגנזה וגמטוגנזה). בחלק ממיני הדגים הפרשת הגונדוטרופינים נמצאת גם תחת עיכוב דופמינרגי. כבר בשנות השלושים של המאה שעברה חוקרים ראו כי ניתן להתערב ולבקר את השלבים האחרונים של מחזור ההטלה באמצעות הורמונים שונים. במעבדה שלנו פיתחנו שני תכשירים המעודדים בגירה סופית של ביציות והטלה בדגי קרפיון. התכשיר בראשון מבוסס על מיצוי היפופיזה מכוילל המכיל את ההורמונים הגונדוטרופינים וניתן בשתי זריקות. התכשיר השני מבוסס על הורמוני ההיפותרמיים ומכיל אנאלוג של GnRH כמו גם אנטגוניסט של הרצפטור לדופמין אשר מסיר את העיכוב הדופמינרגי על ההטלה. לאחרונה התברר - בדגים כמו בבעלי חוליות אחרים - כי ההיפותרמיים מכיל נוירופפטידים נוספים המעורבים ומפקחים על תהליכי הרבייה. אנו מתמקדים לאחרונה בלימוד נוירופפטידים אלה - קיסספפטין, נוירוקינין B ו-F, ספקטין ואחרים - ובבדיקת רמת המעורבות שלהם בתהליכים שונים לאורך מחזורי הרבייה במספר רב של מיני דגים

## פיתוח ויישום חיישנים לניהול גידול חיות משק

אילן הלחמי<sup>1</sup>, שלי דרויין<sup>2</sup>, צח גלסר<sup>3</sup>, אסף גודו<sup>1</sup>, אלון בר שמאי<sup>1,5</sup>, עדי גולן<sup>1,5</sup>, מאי סער<sup>1,4</sup>, אלמוג חטלמן<sup>1,4</sup>, נעם ברגמן<sup>1,4</sup>, תום לב רון<sup>1,4</sup>, רון ברנשטיין<sup>1</sup> יוסי לפר<sup>1</sup>

<sup>1</sup> PLF Lab. הנדסה חקלאית. מכון וולקני

<sup>2</sup> מדעי בעלי חיים, מכון וולקני

<sup>3</sup> רמת הנדיב

<sup>4</sup> אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

<sup>5</sup> אוניברסיטת חיפה.

Halachmi@volcani.agri.gov.il

חקלאות מדייקת של חיות משק (precision livestock farming - PLF) הוא תחום הנדסי-מדעי המיושם גם במדעי בעליי חיים. ניהול בכלי PLF משפר רווחה, יצרנות ובריאות. PLF - מוגדר כתפישת ניהול המודדת בעזרת חיישנים את יחידת הייצור הקטנה ביותר הניתנת לניהול. בהרצאה אציג דוגמאות ל: (א) זיהוי ביומטרי במקום שבבי RFID, קולר או תווית, (ב) הפחתת stress על ידי מדידת מצלמה טרמית את טמפרטורת הגוף של תרנגולת באזור העיין, (ג) ניתור התפתחות מחלה בצאן בעזרת מדידת התנהגות שתיית מיים, זיהוי מחלה מוקדם - כאשר הטיפול יעיל יותר, ו (3) מדידת צריכת מזון פרטנית ברפת החלב ומפטמות. בשלושה ניסויים שיוצגו בהרצאה הגענו ל 98% דיוק בזיהוי ביומטרי, 0.1 מעלה בטמפרטורת הגוף של העוף, 100 גרם דיוק בצריכת מזון פרטנית. התוצאות יוצגו בהרצאה.

## הארה מדייקת בגידול עופות משק

ישראל רוזנבוים<sup>1</sup>, נטלי אביטל כהן<sup>1</sup>, לירון דישון<sup>1</sup>, שגיא זגורי<sup>1</sup> ויואנה ברטמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית. [Rully.r@mail.huji.ac.il](mailto:Rully.r@mail.huji.ac.il)

במערכות גידול מודרניות להארה מלאכותית השפעה מכרעת בגידול עופות משק לרבייה ולייצור בשר. השפעה זו מושפעת מאיכות האור ואתרי קליטת האור ומיחסי הגומלין שבניהן. איכות האור מורכבת משלושה גורמים: 1. תקופתיות (Photoperiod), 2. עוצמה/בהירות ההארה, 3. התפלגות האנרגיה הספקטראלית של האור המוקרן על העוף. בנוסף לעופות שני אתרי קליטת אור: הרשתית ואתרים חוץ רשתיים, האינטראקציה בין איכות האור ואתרי קליטת האור מאפשרת תכנון והפעלה של הארה מדייקת לצרכי גידול שונים. במחקרים שנערכו במעבדתנו נמצא שהפעלה סלקטיבית של קולטני אור חוץ רשתיים (מוח) בעוף מעודדת רבייה בעוד שהפעלת קולטני האור הרשתיים מדכאת אותה (דרך הפעלת הציר הסרוטונרגי), תוצאה שהתבטאה בעלייה מובהקת בהטלת ביצים, ייצור זרמה, שיפור פוריות והתבטאות הציר הגונדלי בנקבה ובזכר. תוצאות מחקר זה מיושמות במספר משקי רבייה בארץ ובעולם. לאנרגיה הספקטרלית חשיבות מרובה בגדילת עופות, גידול פטמים ותרנגולי הודו תחת הארה ירוקה וכחולה גרמה לעלייה מובהקת במשקל הגוף, גדילת שריר ועליה בהתבטאות גנים הקשורים לציר הסומטוטרופי ולהתמיינות שריר. בנוסף, חשיפת עוברי פטמים ותרנגולי הודו להארה ירוקה במהלך ההדגרה גרמה להאצה מובהקת בגדילה והתפתחות שריר לאחר הבקיעה דרך הפעלת הציר הסומטוטרופי. במחקר שנערך לאחרונה נמצא שחשיפת עוברי פטם במהלך הבקיעה בלבד גורמת לעלייה מובהקת במשקלי הגוף, התפתחות וגדילת השריר ועליה בפעילות הציר הסומטוטרופי והלקטוטרופי לאחר הבקיעה.

# פיתוח מודלים גנטיים בעופות לפתרון בעיות ברווחת החיה, הרג אפרוחים זכרים בשלוחת ההטלה של ביצי מאכל

ענבל בן-טל כהן, טטיאנה קושניר, עמית הראון, גבריאלה בראון, איזל כהן\*, מיכאל פפאן\*, גילעד סיפלה, הילה ניסן, נועה סמל, אולגה גנין, מיכל מימון ויובל צינמון

מינהל מחקר החקלאי - מכון וולקני, המכון לבע"ח  
האוניברסיטה העברית - הפקולטה לחקלאות

[yuvalc@volcani.agri.gov.il](mailto:yuvalc@volcani.agri.gov.il)

ענף העופות מהווה מקור ללמעלה מ-30% מהחלבון בתזונת האדם בעולם, מביצים ובשר, וזהו הענף החקלאי הגדול בישראל. ישראל מובילה בעולם בצריכת בשר פטמים לנפש. ביצי המאכל מהוות מקור לחלבון עשיר ובריא ומשמשות כחומר גלם למגוון מוצרים. הקיף יצור הביצים הוא עצום - למעלה מ-80 מיליון טון בעולם, ובישראל למעלה מ-2 מיליארד ביצים בשנה. בעוד שבענף הפטמים נעשה שימוש בזכרים ובנקבות, בחקלאות ביצי המאכל יש צורך רק בנקבות. בעבור כל תרנגולת מטילה, מושמד אפרוח זכר, שהוא "תוצר לוואי" שאין בו שימוש. למעלה מ-7 מיליארד אפרוחים זכרים ממוינים מהנקבות ומושמדים ביום בקיעתם, בעולם. מבחינה מספרית זוהי ללא ספק הפגיעה החמורה ביותר ברווחת החיה בעולם ומדינות רבות חוקקו חוקים למיגור התופעה, שכיום נותרת ללא פתרון מעשי. בכלים של עריכה גנומית והנדסה גנטית, אנו מפתחים קוי מטילות, שמביציהן בוקעות אפרוחות בלבד - אין אפרוחים זכרים, בעוד שהנקבות זהות לחלוטין למטילות המשמשות להטלת ביצי מאכל, וכך כמובן גם ביצי המאכל. מאחר והזכרים אינם מתפתחים, גם שלב מיון האפרוחים מיותר. העדר פגרי אפרוחים, וחיסכון פוטנציאלי של עד 50% באנרגית חימום המדגרות, אף תורמים משמעותית לקיימות הגלובלית. מאחר והפתרון מבוסס על הגנטיקה של קביעת המין, מידת הדיוק של הפיתרון הוא 100%, הוא מתאים לכל זני המטילות, לכל סוגי הביצים, ומשתלב בממשק הגידול החקלאי בקלות רבה. מתוך הכרות מעמיקה עם הממשק החקלאי, הפתרון מתוכנן לעבור אינטגרציה קלה לתוך הממשק החקלאי, מרמת חברות הטיפוח ועד למדגרות, הוא זוכה להכרה ע"י אירגוני רווחת בעלי חיים בינלאומיים ולהכרה מטעם מנגנוני רגולציה בעולם. הטמעתו תשים קץ לבעיית רווחת החיה - הצורך במיון וההשמדה של האפרוחים הזכרים, ותחרום משמעותית לקיימות הגלובלית.

## הזנה לפני הבקיעה (in ovo feeding) של פטמים

זהבה אוני

המחלקה למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה  
העברית [Zehava.uni@mail.huji.ac.il](mailto:Zehava.uni@mail.huji.ac.il)

תהליך גידול עופות לבשר כולל הדגרה של ביצי רבייה במשך 21 יום במדגרה, בקיעה, והעברה לגידול במשך כ-35 יום בלולי פיטום. תקופת המעבר מהמדגרה, בה מתפתח ובוקע עובר העוף ועד לאפרוח בלול, היא תקופה בעלת אתגרים פיזיולוגיים של מעבר מתזונה של נוטריינטים הכלולים בביצת הרבייה להזנה חיצונית בלול. ממשק הגידול הקיים מביא לכך שבתקופת מעבר זו של "לפני-ואחרי-הבקיעה" אפרוחים בוקעים נתונים למצבים של הרעבה במשך 24-72 שעות לאחר הבקיעה. תוצאות מחקרים הראו כי ממשק זה מוביל לעיכוב בהתפתחות מערכת העיכול, בהתישבות חיידקים במעי, לירידה באחוד שריר חזה, לשונות רבה במשקל גוף ומכאן לירידה בביצועי פטמים אשר טופחו לגדילה מהירה. על מנת לתמוך בבעל החיים לפני ואחרי הבקיעה פותחה במעבדתנו שיטה חדשנית של הזנה עוברית 3 ימים לפני הבקיעה. בשיטה זו מוחדרת 0.6 מ"ל של תמיסת הזנה ייחודית לנוזל השפיר של העובר. מאחר ועובר העוף לוגם את נוזל השפיר לפני הבקיעה הוא מכניס לתוכו את הנוזל ה"מועשר" בנוטריינטים. תהליך זה יכול להתבצע מסחרית במדגרות באמצעות טכנולוגיה קיימת של חיסון עוברי-עופות המאפשרת חיסון עשרות אלפי ביצים בשעה. ניסויים במעבדתנו הדגימו כי הזנה עוברית בהרכבים שונים של תמיסת ההזנה (ביניהם דקסטריין, ויטמינים, ח. פולית, גלוטמין, ח.אמינו ארוכות-שרשרת, מינרלים) הביאו להקדמה משמעותית (two days jumpstart) של התפתחות תפקודית של המעי הדק האחראי על פעולות עיכול וספיגה, לשיפור מצבו האנרגטי של האפרוח, לעלייה באחוד השריר, להקטנת שונות משקלית בלהקה ולשיפור ניצולת מזון. שימוש בטכנולוגיה זו יקדם את רווחת האפרוח בתקופת המעבר מעובר בביצה ועד לאפרוח בלול, יתמוך בהתפתחות תקינה של המעי, כולל בנית מיקרופלורה בגיל צעיר, ובכך עשוי לחולל מהפכה בתזונה המוקדמת של אפרוחי פטמים

## מניפולציות בתאי גזע לשיפור תפקוד בלוטת החלב

איתמר ברש

מינהל המחקר החקלאי. מכון וולקני [itamar.barash@mail.huji.ac.il](mailto:itamar.barash@mail.huji.ac.il)

בלוטת החלב הינה מקור המזון היחיד ליונקים בטבע ומהווה אחד ממקורות המזון העקריים לאנושות כולה. המרכיב הפונקציונלי של בלוטת החלב הינה מערכת יצור והובלת החלב המורכבת מתאים אפיתליאליים לומינליים ומיואפיתליאליים בזאליים. מערכת זו מתפתחת מתאי גזע מולטיפוטנטיים הנמצאים בראש היררכיה התפתחותית תאית. תאים אלה מהווים גם את היישות המחדשת של הרקמה. תהליך התמיינות תאי גזע לתאים פונקציונליים מתרחש באופן רציף ובהתאמה למצבה הפיזיולוגי של החיה. תהליך זה מבוקר על ידי גורמים חיצוניים, דוגמת תנאי מחיה או לחליפין פגיעת הרקמה וגורמים פנימיים - הורמונים וגורמי גדילה המבקרים את התפתחות החיה ומעגל הפוריות. בבלוטת החלב של בקר קימת התאמה מלאה בין מספר התאים האפיתליאליים היצרניים ותנובת החלב. העדר חלוקת תאים ומוות מבוקר והדרגתי של תאים אפיתליאליים יצרניים הינם הגורמים היחידים לירידה בתנובת החלב במשך התחלובה. לכן, שיפור במספר תאי הגזע המתמינים לכלל התאים האפיתליאליים בבלוטה ובכללם התאים היצרניים עשוי להוביל לשיפור התפתחות בלוטת החלב ויצרנותה. בהרצאה תוצג ההתקדמות באפיון ההררכיה התאית בבלוטת החלב של בקר ומאפייני השלבים השונים בהיררכיה זו. יוצגו מודלים שונים להתפתחות בלוטת חלב מבקר בבלוטת החלב של העכבר והשימוש במודלים אלה ככלי מחקרי. לבסוף, יוצג השימוש בכלי של הגבלת אספקת אנרגיה כאמצעי להסטת שווי המשקל לחלוקה סימטרית של תאי גזע והגדלת מספרם הן בבלוטת החלב של עכבר והן של בקר. תודגם המניפולציה בפעילות מסלול ה mTOR אשר מבוקרת על ידי הגבלת אספקת אנרגיה ככלי מעשי אשר מביא, במודל עכברי, להגדלת מספר תאי הגזע, ובעקבותיו שיפור בהתפתחות ויצרנות בלוטת החלב. מודל זה נבחן בימים אלה בבקר.

## המיקרוביום והמטבולום של שורשי בננות המתורבתות וקרובי הבר

### אליסה קורנבלום

ישנם כאלף זנים של בננות שנאכלות סביב לעולם. רבים מהזנים האלה נראים אחרת מהזן קבנדיש, וגם הטעם שלהם שונה להפליא. לכן המטבולידם שלהם שונים בין זנים המתורבתים ובין זני בר של בננות. השונות של המטבולידם בין הזנים האלה צעד המפתח בפענוח מנגנוני אינטראקציה צמח-חיידק. מיקרואורגניזמים הנמצאים בסביבת שורשי צמחים נקראים מיקרוביום הרדוספירה. מיקרואורגניזמים אלה משפיעים על צמיחת הצמחים ותנובתם. אולם, במטעי בננות ותיקים, חיידקים ופטריית בקרקע עלולים לגרום למחלות קרקע וכתוצאה מכך משפיעים בצמיחת צמחים באופן שלילי. עם זאת, תהליכי הקולוניזציה השולטים במיקרוביום הרדוספירה נותרים חמקמקים, באופן זהה עדיין לא ידועים המנגנונים הקובעים כיצד המיקרוביום שולט המטבולידם של הצמח. לכן כדי להבין את האינטראקציה הכימית ברדוספירה במטעי בננות, אנחנו משווים את המיקרוביום והמטבולום של שורשים של זני הבננה שונים.



## דקונסטרוקציה של חברות לזיהוי חיידקים המגנים על הצמח.

עמרי פינקל

האוניברסיטה העברית בירושלים, omri.finkel@mail.huji.ac.il

צמחים מנהלים יחסי גומלין מורכבים עם אלפי מינים של מיקרואורגניזמים בקרקע בו זמנית, שבעצמם מקיימים יחסי גומלין מורכבים זה עם זה. כדי להבין את אופיים של יחסי הגומלין הללו, יש צורך במערכות מודל שמכילות מורכבות המזכירה את המורכבות של מערכות טבעיות. בהרצאה זו אני אציג מערכת מודל כזו, הכוללת את הצמח וכ-200 תבדידים מגוונים של חיידקים על מצע גידול מורכב. המערכת הזו מאפשרת מציאת הקשרים סיבתיים בין תהליכים ויחסי גומלין המתקיימים בתוך חברת החיידקים, לבין הפנוטיפ של הצמח. אדגים כיצד באמצעות סדרת ניסויים במערכת זו זיהינו מינים ספציפיים של חיידקים, ופונקציות ספציפיות שהחיידקים הללו נושאים, שהימצאותם במערכת היא הכרחית עבור התפתחות תקינה של הצמח המאכסן. חיידקים אלו פועלים באמצעות ניקוי סביבת השורש מהורמונים צמחיים המופרשים על-ידי חיידקים אחרים בסביבת הצמח. את המערכת הזו ניתן להרחיב כך שתכיל חברות חיידקים שונות ומגוונות, מינים שונים של צמחים והתמודדות עם עקות ביוטיות וא-ביוטיות.

## דינמיקה טבעית של מיקרוביום פרחי האגס בזמן הדבקה בחירכון

אורלי מאירס<sup>1,2\*</sup>, איה עוד<sup>1,3\*</sup>, שירה רייקין ברק<sup>1</sup>, הילה חנני<sup>1</sup>, מרי דפני ילין<sup>4</sup> ואיתי שרון<sup>1,2</sup>

1. מיגל - מרכז ידע גליל עליון

2. המכללה האקדמית תל חי

3. חוקרת עצמאית

4. מו"פ צפון, מיגל - מרכז ידע גליל עליון

\*. תרמו באופן שווה למחקר

[itaish@migal.org.il](mailto:itaish@migal.org.il)

למיקרוביום הצמח חשיבות רבה בהגנה מפני פתוגנים, אספקה של נוטריינטים, תמיכה במצבי עקה, ועוד. למיקרוביום הפרח עשוי להיות תפקיד חשוב בהגנה מפני מחלות שמועברות דרך הפרח, דוגמת מחלת החירכון במשפחת הורדניים, שנגרמת על ידי החיידק *Erwinia amylovora*. לצד הידע הרב שנצבר על מיקרוביום השורש, מעט ידוע על מיקרוביום הפרח, תפקידיו והגורמים שמשפיעים על התפתחותו. במחקר זה בדקנו את הגורמים המשפיעים על התפתחות המיקרוביום של פרחי אגס לאורך תקופת הפריחה. בניסוי נדגמו פרחים ועלים משני זנים של אגס: קוסטיה וספדונה. הדיגומים נערכו בתשעה מועדים, בשלבי פריחה שונים, בשני מיקומים על כל עץ ובמיקומים שונים במטע. מצאנו שהמערכות הנפוצות ביותר במיקרוביום פרחי האגס הן *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Firmicutes* ו-*Bacteroides* כאשר הכמות היחסית של כל מערכה משתנה לאורך תקופת הפריחה. המיקרוביום של העלים מראה דמיון למיקרוביום של הפרחים לאורך תקופת הפריחה. ניתוח סטטיסטי של 220 הדוגמאות שנאספו מראה שהשלב הפנולוגי הוא הגורם המשפיע ביותר על הרכב האוכלוסיה, ולאחריו מועד הדיגום. השתלטות הדרגתית של חיידקים מהסדרה *Erwiniaceae* אליה משתייך המין *E. amylovora* נצפתה לאורך תקופת הפריחה בזן הקוסטיה, עוד לפני שסימני החירכון נצפו במטע. ההשתלטות לוותה בירידה במגוון המינים, בניגוד למגמת העלייה במגוון שנצפתה בתחילת הפריחה. מספר חיידקים שבודדו מהפרחים מנעו מחיידקי *E. amylovora* להתרבות בניסויי מעבדה. למיטב ידיעתנו זהו המחקר הראשון שמתאר את הדינמיקה של אוכלוסית חיידקים בפרחי אגס לאורך הפריחה, בפרט בזמן התפתחות טבעית של מחלת החירכון במטע. הבנה טובה של התהליך ומציאת חיידקים אנטגוניסטים מהאוכלוסייה הטבעית עשויים לסייע במציאת פתרונות טבעיים להתמודדות עם המחלה.

# עמידות חציל ל *Clavibacter michiganensis* sp. *michiganensis* מתבססת על זיהוי פרוטאז חיידקי מופרש

דורון טפר

המחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי - מרכז וולקני  
[doront@volcani.agri.gov.il](mailto:doront@volcani.agri.gov.il)

מחלת הכיב החיידקי בעגבניה, הנגרמת ע"י החיידק *Clavibacter michiganensis* sp. (*Cmm*) גורמת לירידה משמעותית ביבול ברחבי העולם. ל *Cmm* יש טווח מאכסנים צר והוא מסוגל לגרום למחלה רק בעגבנייה ופלפל מתוק כאשר רוב זני החצילים עמידים לחיידק. מטרת המחקר היא למצוא גורמים חיידקיים המכתיבים את טווח המאכסנים של *Cmm* ומונעים ממנו להדביק חציל. האלימות של *Cmm* נשענת על הפרשה של סרין פרוטאזות מופרשות המקודדות ע"י האי הגנומי (*chpG*) (*PI*) והפלסמיד pCM2. מצאנו שתגובת (HR) hypersensitive response הנגרמת ע"י *Cmm* בחציל תלויה ב *PI*. על מנת למצוא את הגורם ל HR, פלסמידים המכילים סרין פרוטאזות המקודדות ע"י ה *PI* הוחדרו למוטאנט *CmmΔPI* ונמצא שהפרוטאז *ChpG* הוביל לקומפלימנטציה והפעיל את תגובת ה HR בחציל. בהתאם לכך, זן *Cmm* המכיל אינאקטיבציה של *chpG* (*CmmΩchpG*) לא הפעיל HR בעלי חציל והזרקה של *ChpG* כחלבון מנוקה לעלי חציל הפעיל HR ותגובות הגנה אחרות. כמו כן, מבחני פתוגניות הראו שהדבקת חציל ב *CmmΩchpG* הובילה להתפתחות סימפטומי כיב ונבילה ואיכלוס של הצמח היה גבוה בשלושה סדרי גודל מהאכלוס של זן הבר או הזן הקומפלימנטטי. באופן מפתיע לא נמצא הבדל בין זן הבר ל *CmmΩchpG* במבחני אלימות בעגבנייה. מוטציה נקודתית של S231A באתר הקטליטי של *ChpG* ניטרלה את היכולת של החלבון להפעיל תגובות הגנה בחציל או לעשות קומפלימנטציה ל *CmmΩchpG*. מכאן אנו מסיקים שהפעילות הקטליטית של החלבון דרושה לזיהוי שלו. המחקר גילה את *ChpG* כגורם לאי-וירולטיות של *Cmm* המגביל את טווח המאכסנים של החיידק ומרמז שסולנום החציל מכיל גן לעמידות כנגד *Cmm* המזהה את *ChpG*.

# תנאי רטיבות מיקרוסקופית על פני העלה מגנים על חיידקים מפני מגוון אנטיביוטיקות

יאנה בייזמן-מגן, מאור גרינברג, תומר עורבי ונדב קשטן

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית [Yana.beizman@mail.huji.ac.il](mailto:Yana.beizman@mail.huji.ac.il)

מגוון רחב של אנטיביוטיקות נפוץ על משטחים טבעיים החשופים למחזורים של יובש ורטיבות כגון פני העלה, הפילוספרה. נוכחותן של אנטיביוטיקות אלו המגיעות ממקורות שונים משפיעה על מבנה ודינמיקת אוכלוסיית החיידקים על העלה וכתוצאה מכך גם על בריאות הצמח. לשינויים במבנה האוכלוסייה החיידקית על העלה קיימות השלכות משמעותיות על תחום החקלאות. למרות זאת, תגובה של חיידקים לנוכחות אנטיביוטיקה בתנאים של מחזורי יובש-רטיבות נחקרה באופן מוגבל בלבד. במחקר הנוכחי, תוך שילוב בין שיטות מיקרוביולוגיות קלאסיות, מיקרוסקופיה מתקדמת ומודלים חישוביים, הראנו כי מחזורים של יובש ורטיבות, המאופיינים בנוכחות של 'רטיבות מיקרוסקופית' בשלבי היובש, מגנים על חיידקים מפני אנטיביוטיקות שונות, זאת בהשוואה לתנאי רטיבות קבועים. הגנה זו מתקיימת הודות לשילוב בין מספר מנגנונים הכוללים סבילות המושרית כתוצאה מנוכחות של ריכוזי מלח גבוהים וקצב גידול נמוך, תנאים אינהרנטיים למצבים של רטיבות מיקרוסקופית על פני משטחים. יתר על כן, נמצא כי נוכחות אנטיביוטיקה אף משפרת את שרידות החיידקים בתקופות ה'יבשות'. ממצאים דומים התקבלו עבור מספר מינים של חיידקים ומספר משפחות מרכזיות של אנטיביוטיקות. ממצאים אלו משנים באופן מהותי את הבנתנו בנוגע לאופן בו חיידקים מגיבים לאנטיביוטיקות בבתי גידול מיקרוביאליים יבשתיים גדולים, עם השלכות חשובות על האבולוציה של פיתוח עמידות לאנטיביוטיקה. המחקר הנוכחי צפוי להשפיע ואף לשנות את האופן בו אנו תופסים ומבינים תהליכים בסיסיים המתקיימים על פני שטח העלה. כמו כן, מחקר זה תורם להסבר מספר שאלות פתוחות הרלוונטיות לתחום החקלאות ובפרט, שימוש יעיל בהדברה הביולוגית.

# השפעת גורם המחלה החיידקי *Candidatus Liberibacter solanacearum* על צבירת יבול בצמחי גזר

נופר אסולין<sup>1,3</sup>, מיה בר<sup>1</sup>, יהושע קליין<sup>2</sup> ואופיר בהר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני  
<sup>2</sup>מחלקה למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני  
<sup>3</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, ע"ש רוברט ה. סמית', האוניברסיטה העברית בירושלים

[nofarsosana@gmail.com](mailto:nofarsosana@gmail.com)

מחלת הצהבון בגזר היא אחת מהמחלות הקשות ביותר בגידול זה בישראל ובמקומות נוספים בעולם. הגורם הביולוגי המשווין עם תסמיני מחלה זו הינו החיידק *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Lso). חיידק זה מתקיים בתאי השיפה של הצמח ומופץ בשדה באופן בלעדי על ידי ווקטור חרקי - פסילה (psyllid). התסמין האופייני של מחלת הצהבון בישראל הוא פריצה של עלים רבים מצדיו של בסיס השורש (ולא מקודקוד הצמיחה) המובילים למופע המכונה מטאטא מכשפה, או איבוד שלטון קודקודי (אש"ק). בנוסף לתסמין זה, צמחים נגועים בחיידק הם על פי רב בעלי אשורש מעוות אשר אינו רצוי מבחינה שיווקית/מסחרית. מבחינת היבול הכללי, נמצא כי על אף שברמת הצמח הבודד נראה כי גזר סימפטומטי גדול יותר מגזר שאינו סימפטומטי, ברמת השדה, הנגיעות בחיידק מובילה לפגיעה ביבול הכללי. לאור זאת, העלנו את ההשערה כי להדבקה בחיידק השפעה על צבירת היבול בגזר וכי צבירת היבול מושפעת באופן שונה בתלות בגיל שבו הצמח אולח. על מנת לבחון זאת אילחנו צמחי גזר בגילאים שונים: א) חודש לאחר זריעה ו- ב) חודשיים לאחר זריעה ב- Lso ועקבנו אחר צבירת היבול, התפתחות תסמינים ופרמטרים נוספים, בהשוואה לצמחי ביקורת אשר לא אולחו. נמצא כי בצמחים אשר אולחו בגיל חודשיים ישנה הפחתה של כ- 35% ביבול, בעוד בצמחים אשר אולחו בגיל חודש נראתה הפחתה של כ- 90% ממשקלו של גזר שלא אולח. תוצאות אלו תומכות בהיפותזת המחקר לפיה הדבקה ב- Lso משפיעה על צבירת היבול בגזר, וכי השפעה זו תלויה בגיל הצמח. בהמשך המחקר בכוונתנו לבחון את השפעת גיל הצמח בעת האילוח בחיידק על צבירת היבול, בניסוי המדמה תנאי שדה מסחרי.

# כלים לאיסוף נתוני עתק ואקו-אינפורמטיקה לחקר הדינאמיקה של פגעים בחקלאות ולהדברה משולבת רחבת היקף

יפית כהן<sup>1</sup>, איתן גולדשטיין<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>. המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני.

<sup>2</sup>. המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית

בירושלים

yafitush@volcani.agri.gov.il

ההתפתחות של פגעים בגידולים חקלאיים בזמן ובמרחב מושפעת מגורמים רבים וקשרי הגומלין שביניהם. הגישה המחקרית ה"קלאסית" לחקר הדינאמיקה של פגעים מבוססת על בחינה, בשיטות ניסיוניות, של היפותזות הקשורות לגורמים המשפיעים על המערכת הנחקרת. גישה זו בד"כ מוגבלת לחקר משתנים בודדים, ומוגבלת בזמן ובמרחב. במקביל, התפתחה גישת האקו-אינפורמטיקה בה נחקרת המערכת הביולוגית בכללותה תוך שימוש בנתונים אלפא-נומריים וגיאוגרפיים רבים שנאספו על-ידי חקלאים ומדריכים בשגרה. היתרון בגישה זו משמעותי כשמצטברים נתונים רבים, מגוונים, לאורך זמן וממרחבים גדולים יחסית. הניתוח מאפשר לאפיין את הגורמים המשפיעים על התפתחות הפגעים ולהגיע לתובנות לגבי הדינאמיקה של התפתחותם ב"עולם האמיתי". גישה זו אינה חדשה אך השימוש בה התעצם בשנים האחרונות עם השימוש המתרחב במערכות לניהול חקלאי, דיגיטציה של הנתונים שנאספים והיכולת לשלב בסיסי נתונים היסטוריים של חקלאים שונים ממרחבים גדולים יחסית. בהרצאה יוצגו מחקרים שנעשו בגישה זו לגבי ההתפשטות של עלקת מצרית בעגבניות, חדקונית הדקל בדקלים וזבוב הפירות הים-תיכוני בהדרים. ראשית, יוצגו היתרונות של הגישה שהביאו לכימות של השפעות ידועות כמו השפעת המרחק מישוב על התפרוסת המרחבית של זבוב הפירות הים-תיכוני או שטח סוגי הפונדקאים על ההתפשטות של חדקונית הדקל, ולגילוי של השפעות שלא היו מבוררות דיין כמו ההתפשטות של העלקת בין חלקות. יוצגו גם החסרונות של הגישה הנוגעים בעיקר לחוסר האיזון שקיים בבסיסי הנתונים בין קיומם של גורמים מסבירים למוסברים (לכידות או נגיעות) ובמקרים רבים לקיומם של נתונים בלתי אמינים שבגלל ריבויים מעלים ספקות לגבי ההשפעות העולות מניתוח נתונים אלו. לבסוף, יוצגו כלים אוטומטיים לאיסוף נתוני-עתק של הימצאות הפגעים שעשויים להגביר את היכולת להפיק מגישת האקו-אינפורמטיקה תובנות מבוססות באמצעותן ניתן יהיה לשפר את ההדברה רחבת היקף.

## הדברה ביולוגית קלאסית של צמחים פולשים - אפשרויות, מדדים להצלחה והערכת סיכונים

נטע דורצ'ין

בית הספר לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים ע"ש ג'ורג' ס וייז, ומוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט,  
אוניברסיטת תל אביב. [ndorchin@tauex.tau.ac.il](mailto:ndorchin@tauex.tau.ac.il)

צמחים פולשים מהווים את אחד הגורמים המרכזיים המאיימים על מגוון ביולוגי ועל מערכות חקלאיות במקומות רבים בעולם. הדברה ביולוגית של צמחים מסתמכת כמעט תמיד על הגישה של הדברה ביולוגית קלאסית, המבוססת על אקלום והתבססות של אויב טבעי אקזוטי ספציפי לצמח הפולש המתאים לריסון אוכלוסיותיו. רובם המכריע של האויבים הטבעיים המשמשים להדברה ביולוגית של צמחים הם פרוקי רגליים אך לעתים נעשה שימוש גם במיקרואורגניזמים פתוגניים כמו נמטודות ופטטריות. מתחילת המאה ה-20 שוחררו כ-450 מיני אורגניזמים להדברה ביולוגית של כ-130 מיני צמחים פולשים ומזיקים ברחבי העולם, כאשר הצלחת הפרויקט נמדדת על פי מידת הפחתת השימוש באמצעי ההדברה האלטרנטיביים בהתאמה למידת הריסון של אוכלוסיות הצמח הפולש. עד לעשורים האחרונים הדגש בתכניות הדברה ביולוגית של צמחים פולשים ומזיקים היה על התועלת הצפויה מהכנסת אויבים טבעיים, בעוד שכיום מושם עיקר הדגש על סיכונים פוטנציאליים לפגיעה בצמחים שאינם צמחי המטרה. זאת למרות שפגיעה כזו תועדה רק במקרים ספורים (כ-1% מהפרויקטים) בתקופות בהן הפרוטוקולים ואמצעי הזהירות לבחינת אויבים טבעיים טרם התגבשו במלואם. ארה"ב, אוסטרליה, ניו-זילנד ודרום אפריקה הן המובילות בתחום זה, בעוד שבאירופה יושמו פרויקטים בודדים ובישראל הגישה יושמה לראשונה רק ב-2020. עד כה, רוב מבצעי ההדברה הביולוגית של צמחים פולשים כווננו לשטחים פתוחים ולשמורות טבע, אך לא מעט פרויקטים התמקדו בשטחי מרעה וצמחים פולשים הקשורים למקורות מים, והצלחות נרשמו גם בהתמודדות עם עשבים רעים בשדות מעובדים. בישראל מוכרים עשרות מיני צמחים פולשים שרבים מהם גורמים נזקים אקולוגיים וחקלאיים קשים ישירים ועקיפים (בשל השימוש בקוטלי עשבים נגדם). בפרויקט ראשון מסוגו בארץ נבחן ושוחרר לאחרונה אויב טבעי נגד שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*) - חדקונית הניזונה ומתפתחת באופן בלעדי על הזרעים של מין עץ זה. יש לקוות שהפרויקט יסלול את הדרך להנחלת הדברה ביולוגית קלאסית של מיני צמחים פולשים אחרים בישראל.

## אתגרים בהדברת ירבוז (*Amaranthus* spp) בעגבניות לתעשייה

רוני גפני<sup>1,3</sup>, ליאור בלנק<sup>2</sup> וחנן איזנברג<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער.  
<sup>2</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.<sup>3</sup>המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות ע"ש ר.ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

[roni.gafni@mail.huji.ac.il](mailto:roni.gafni@mail.huji.ac.il)

הסוג ירבוז (*Amaranthus*) מאופיין בעיקר במינים חד שנתיים כגון ירבוז לבן (*A. albus*), שרוע (*A. blitoides*) ופלמרי (*A. palmeri*), המהווים בעיה במרבית גידולי הקיץ ובעגבניות לתעשייה בפרט. למרות הפתרונות הקיימים, יש קושי רב בהדברת ירבוז בעגבנייה. מרבית החקלאים מיישמים שילוב של רימסולפורון ומטריבוזין בכדי להדביר מיני ירבוז בין שורות הגידול. מועדי השתילה באזורי הגידול בצפון ישראל: העמקים בית-שאן, יזרעאל, זבולון והחולה, מגוונים מבחינה אקלימית, וכתוצאה מכך קצב הנביטה והצימוח של הירבוזים והעגבניות בתחילת הגידול אינו זהה בין האזורים. בנוסף, יישום קוטלי העשבים תחת תנאי סביבה שונים, כגון טמפרטורה וקרינה, עלול להשפיע על הצלחת ההדברה. מטרת המחקר הינה הבנת הקשר בין תנאי הסביבה לכשלים אפשריים בהדברת ירבוז. בקיץ 2017 נאספו זרעי ירבוז לבן משדות עגבניות לתעשייה בצפון ישראל ונערכו ניסויי נביטה בטמפרטורות קבועות: 18, 24, 27, 30 ו-36 °C. נמצא שוני בדפוסי הנביטה בין האוכלוסיות, כאשר חלקן, בעיקר אוכלוסיות מעמק בית-שאן, מגיעות לאחודי נביטה גבוהים יחסית בטמפרטורה נמוכה. תשעה ניסויי שדה נערכו בשתי עונות גידול עגבניות (6 ו-3 ניסויים ב-2018 ו-2019, בהתאמה). נבחנה השפעת תזמון יישום קוטלי העשבים רימסולפורון (טיטוס, 25% גר) ומטריבוזין (סנקור, 70% גר) במשולב ובמינון מומלץ על נגיעות בירבוז. הטיפולים היו יישום מוקדם (150 ימי מעלה, [ימ"מ] משתילה) יישום מאוחר (300 ימ"מ), יישום כפול וביקורת ללא ריסוס. מצאנו כי ברמת אילוח התחלתית גבוהה יש חשיבות ליישום מוקדם, לעומת שדות בהם האילוח ההתחלתי נמוך. בנוסף, ניכר כי בשדות בעמקים המזרחיים הנשתלים בתחילת פברואר, יישום מוקדם יעיל כמו יישום כפול. ייתכן שדפוס הנביטה האחידה וקצב הצימוח האיטי גורמים לכך, כמו כן ההשפעה אפשרית של תנאי הסביבה על פעילות קוטלי העשבים.



# השפעה של אקריות טורפות, נמטודות חופשיות וקהילת המיקרואורגניזמים הנלווים על הדברה ביולוגית של מזיקי קרקע

אריק פלבסקי ושירה גל

מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני; [palevsky@volcani.agri.gov.il](mailto:palevsky@volcani.agri.gov.il)

הדברה ביולוגית משמרת (conservation biological control) מבוססת על הימצאותם של אויבים טבעיים מקומיים ויצירת התנאים המאפשרים את תפקודם התקיין. אקריות טורפות שוכנות קרקע, השייכות ל- mesofauna, מהוות אויבים טבעיים פוטנציאליים למזיקים תת קרקעיים ולכן בעלות חשיבות בתוכניות הדברה ביולוגית משמרת. נוכחות האקריות ויעילותן תלויות במקורות מזון, המאפשרים שימור וגידול בכמות האוכלוסייה ולפיכך שיפור הטריפה. קבוצה נוספת של בעלי חיים בקרקע ששייכת ל- mesofauna היא הנמטודות החופשיות (free living nematodes-FLN) המצויות במגוון קרקעות ואינן טפיליות. עד כה קבוצת ה- mesofauna בקרקע זכתה למעט תשומת לב במערכות חקלאיות, במיוחד בהקשר שלאפשרות להשתמש ב-FLN כמזון משלים לשימור ותגבור אוכלוסיות האקריות הטורפות. בשתי עבודות בהן בדקנו את יעילות המערכת המשולבת של אקריות טורפות ו-FLN (*Rhabditella axei*) עם קהילת המיקרואורגניזמים הנלווים (MC-microbiota) כנגד שני מזיקים, נמצא שבנוכחות FLNMC עולה יעילות ההדברה של האקרית הטורפת *Macrocheles embersoni* בהדברת זבוב הבית, ושל האקריות הטורפות *Stratiolaelaps scimitus* בהדברת נמטודת העפצים *Meloidogyne incognita*. בשני המקרים הוספת FLNMC העלתה את כמות אוכלוסיות האקריות הטורפות, וההדברה הביולוגית עלתה בהשוואה לביקורת ללא FLNMC. תוצאה בלתי צפויה הייתה שההפחתה במספר העפצים של הנמטודה הטפילית בטיפול עם אקריות טורפות ללא FLNMC, הייתה שווה להפחתה בטיפול של FLNMC ללא טורפות. בנוסף, הוספת FLNMC (ללא קשר לפיזור טורפות) שיפרה קליטת החנקן והאשלגן בעלווה של צמחי העגבנייה. במחקרים עתידיים נבדוק אפשרויות להעשרת קרקעות בעזרת תוספים אורגניים לשיקום קהילות ה- microbiota ו- mesofauna. אנו משערים שפעולות אלו יובילו לתגבור ועידוד של מגוון מיני נמטודות חופשיות ואקריות טורפות קרקע, שיסייעו בהדברה ביולוגית ושיפור תפקוד הצמח בגידולים חקלאיים.

## טכנולוגיה חדשה מבוססת אוויר חם להדברת פגעים בכרם

שמוליק עובדיה [shmovadia@gmail.com](mailto:shmovadia@gmail.com) כרמי יוסף  
צביקה מנדל, המכון להגנת הצומח, מינהל מחקר החקלאי

פגעים ביוטיים, מזיקים, גורמי מחלה ועשבים רעים, מהווים גורם מאיים ומגביל בכרמי היין בישראל. ללא מימשק קפדני נגרמים נזקים כבדים המתבטאים בעיקר ביבול ובאיכותו, אך גם בשרידות הגפנים. הדברת הפגעים בכרם מבוססת בעיקרה על ידי שימוש נרחב בתכשירי הדברה, המיושמים לאורך כל עונת הגידול. בעשור האחרון במיוחד, יעילות הממשק השגרתי של הפגעים העיקריים בכרמי היין הולכת ופוחתת, בעיקר בשל התדלדלות סל התכשירים המורשים והתפתחות עמידות. בשנת 2017 התחלנו לבחון גישה חדשה להדברה של כמה מהפגעים המרכזיים בכרם היין באמצעות טכנולוגיה חדשה Thermaculture המבוססת, על הזרמת אוויר חם בטווח טמפרטורה של 150-200°C באמצעות מפוח בעיצוב ייעודי המותאם לכרם יין. בניסויים ותצפיות שנמשכו ארבע שנים מצאנו, כי זרמי האוויר החם המכוונים לאשכולות ולעלווה המיושמים במספר סבבים, מפחיתים משמעותית, את אוכלוסיות הפגעים שנבחנו, ללא כל השפעה פיטוטוקסית. הפעלת מפוח החום נגד קימחון הגפן *Erysiphe necator* הביאה להדברה יעילה של המחלה וצמצום של עד 70% במספר הריסוסים. מפוח החום הדביר ביעילות רבה זחלים ובוגרים של מיני ציקדות בכרם, הפחית את אוכלוסיית עש האשכול *Lobesia botrana* על ידי פגיעה בבוגרים של המזיק. תצפיות בחלקות הניסוי הראו שהפעלתו של מפוח החום הביאה גם להפחתה בפגעים נוספים, כמו מחלת העלים פאורמולריה *Phaeoramularia dissiliens* בזן קריניאן, או בנגיעות אשכולות בריקבון הנגרם ע"י *Aspergillus niger*. הפחתת אוכלוסיית הפגעים בכרם על ידי מפוח החום, סוללת את הדרך ליישום של תכשירים רכים בכרם, ידידותיים לסביבה, שלא היה ניתן לשלבם במימשק השגרתי. יעילותו של מפוח החום בכרם מצביעה על התאמתה של הטכנולוגיה הזו ליישום נגד פגעים ביוטיים קשים בגידולים רבים אחרים.

# הרחקה/השמדה של זרעי עשבים רעים במהלך הקציר כאמצעי לא כימי להתמודדות עם עמידות עשבים רעים בגידולי שדה

יוסי קשתי<sup>1</sup>, דוד בונפיל<sup>2</sup>, חיים קיגל<sup>3</sup> וברוך רובין<sup>3</sup>

<sup>1</sup>המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן; <sup>2</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי, גילת; <sup>3</sup>המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות.

[ykashti@agri.gov.il](mailto:ykashti@agri.gov.il)

הדברת עשבים רעים (ע"ר) בגד"ש בישראל מבוססת כיום בעיקר על הדברה כימית. אולם, ליקויים ביישום קוטלי עשבים (ק"ע), העדר מחזור הדברה והפחתת עיבודי הקרקע, הביאו במשך השנים להסתמכות על הדברה כימית שגרמה לאבולוציה מהירה של אוכלוסיות ע"ר עמידים לק"ע. תפוצתם של ע"ר אלה ההולכת ועולה והצטברות זרעיהם בבנק הזרעים בקרקע, פוגעת בגידולים וגורמת לפחיתה ביבולים. לאחרונה נבחנת בארץ טכנולוגית "בקרת עשבים בקציר" (HWSC) שפותחה באוסטרליה להתמודדות עם ע"ר עמידים ולהפחתת השימוש בק"ע. הטכנולוגיה משולבת בממשק הדברת ע"ר ומיושמת באמצעים שונים כך שבמהלך הקציר מרחיקים או משמידים זרעי ע"ר שנפלטים מהקומביין יחד עם המוץ. ניסויים בהרחקת ע"ר מהשדה במהלך הקציר שנערכו בשנים האחרונות במרכז מחקר גילת באמצעות קומביין שהותקנה בו מערכת ללכידה ואיסוף מוץ בשקי ענק הראו שהרחקת המוץ לאורך שנים הביאה לירידה מובהקת בשיבוש בזון אשון, אך ישנה עליה בעשבים דגניים כמו שעורת התבור ושכולת שועל נפוצה המפיצים את זרעיהם לפני הקציר. לאחרונה נרכשה מטחנת הולם (impact mill) אינטגרלית שתורכב בקומביין תבואות ותשמש לבחינת יעילות השמדת זרעי ע"ר בקציר ולאומדן השפעת הטיפול על הפחתת השיבוש בע"ר. בניסויים בהשמדת זרעי ע"ר במוץ שנערכו באמצעות מטחנת הולם מעבדתית נמצא שיעור השמדה גבוה של זרעי הע"ר. בנוסף, פותחו מערכות מכאניות מקומיות להרחקת ע"ר מהשדה בשיטת "מוץ על קש" שהותקנו בקומביינים של גד"ש שקמה וגד"ש מגידו. בשיטה זו המוץ וזרעי העשבים מונחים באומן מעל הקש שנכבש בחבילות ומורחק מהשדה. ממצאים מניסויים ראשוניים הראו עליה מובהקת במשקל הקש כתוצאה מתוספת המוץ. בחינת יעילות שיטות אלה על מבנה אוכלוסיות הע"ר והשינוי בבנק הזרעים חיונית לפיתוח ממשק הדברת עשבים יעיל ומושכל המשלב אמצעים אגרוטכניים והדברה כימית.

## מה המיקרוביום מספר לנו על הנעשה בסביבה החקלאית

דרור מינץ<sup>1</sup>, אלה אוסיסקין-טונא<sup>1,2</sup>, אביחי זולטי<sup>1,2</sup>, יהודית כהן<sup>1</sup> ויצחק הדר<sup>2</sup>

1. מכון וולקני
  2. האוניברסיטה העברית
- minz@volcani.agri.gov.il

המיקרואורגניזמים אחראיים למחזורי יסודות בטבע ובכך משפיעים על מיחזור חומרי ההזנה בקרקע, וכן לשמירה על המבנה והתפקוד שלה. מחקרים שונים מראים כי חיידקים נמצאים ביחסי גומלין הדוקים ומשפיעים על הצמחים (ושאר מאקרו-אורגניזמים בסביבה) ועל המיקרואורגניזמים האחרים בסביבתם. לפעולות חקלאיות השפעה אנתרופוגנית משמעותית על הסביבה ועל המיקרואורגניזמים שבה. הבנה של המבנה והתפקוד של חברת המיקרואורגניזמים, ושל שינויים שקורים בה כתוצאה מפעילות חקלאית, מאפשרת לנו להתערב בתהליכים בסביבה זו, לשיפור ההזנה והבריאות של הצמח. שיטות מולקולריות מתקדמות פותחו בשנים האחרונות ומאפשרות לשאול בצורה ישירה (ללא בידוד) שאלות מהותיות על ההרכב של החברה, הפוטנציאל הגנטי והפעילויות שלה. בהרצאה ידווח על מחקרים שהראו:

1. כיצד השקיה בקולחים משפיעה על חיידקי הקרקע והשורש, וההבנה הנגזרת מכך על מצבי העקה המתקיימים בסביבת השורש של צמח מושקה קולחים.
2. את ההבנה של תהליכי מחזור החנקן בקרקע ובשורש שבעזרתם ניתן לצמצם משמעותית את פליטת גזי חממה מקרקע
3. את השפעת רמת הפליחה על חיידקי הקרקע

# היבטי סביבה ובטחון תזונתי של מערכת המזון

אלון שפון

החוג למדעי הסביבה בבית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל אביב

אספקת מזון לאכלוסית העולם הגדלה בהתמדה תוך הקטנת המדרך האקולוגי הוא אתגר עולמי. כיום ברור שלאור הנטל הסביבתי הגדול של מערכת המזון על איכות האוויר והמים, מגוון ביולוגי, שימושי קרקע ופליטות גזי חממה, על מנת להאכיל את 9 מיליארד התושבים הצפויים בשנת 2050 נדרשת טרנפורמציה באופן אספקה וצריכת מזון. בהרצאה זו אציג את ההשפעות הסביבתיות של מערכת המזון בהקשר של שינויי האקלים ופגיעה במגוון הביולוגי ואסקור את משבר המזון בראיה עולמית ומקומית. דגש מיוחד ינתן לתפקידה של החקלאות במשבר הנוכחי וביכולת של אגרואקולוגיה להוות מרכיב מרכזי בפתרון.

## שאריות של מזהמים אורגנים בתוצרת חקלאית מושקית קולחים בישראל - עדויות חדשות

אביתר בן מרדכי, ורד מרדכי, חורחה טרצ'צקי, ובני חפץ

המחלקה למדעי הקרקע והמים, המכון לסביבה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה  
העברית בירושלים. [Evyatar.mordechay@mail.huji.ac.il](mailto:Evyatar.mordechay@mail.huji.ac.il)

השקיה במים מושבים הינו נוהג מקובל בחקלאות. נוהג זה צפוי לגדול בעיקר עקב תקופות בצורת מתארכות ודלדול מקורות מים שפירים. כיום כחצי מסך המים המשמשים להשקיה בישראל הינם מים מושבים, עד 2030 צפוי שהקולחים יהוו כ- 60% מכלל ההשקיה. השקיה בקולחים חושפת את הסביבה החקלאית למגוון רחב של מזהמים שלא הורחקו במלואם במתקני הטיפול בשפכים, בכללם חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים, מעכבי קורוזיה ועוד. מרגע הגעתם לסביבה החקלאית, יכולים חומרים אלה לעבור מספר תהליכים, ביניהם קליטה על ידי הצמח וחדירה לשרשרת המזון. כיום, רוב הידע בנושא מקורו במחקרים שנעשו בסביבות מבוקרות. אולם, על מנת לקבל מידע לגבי נוכחות חומרים אלה בתוצרת מושקית נדרש מחקר שייבחן את הנושא בתנאי שדה בחלקות מסחריות. במחקר הנוכחי נבחנו השכיחויות והריכוזים של 65 חומרים רפואיים ומוצרי טיפוח אישיים בתוצרת חקלאית הכוללת גידולי פרי (אבוקדו, בננה, הדורים ועגבנייה), פקעת (תפוז"א), שורש (גזר), ועלים שנאספו מכ- 450 שדות מושקים בקולחים ברחבי ישראל. פרט ל-4 דוגמאות תפוז"א, כל דוגמאות הצמח, הקרקע והמים שנבחנו הכילו לפחות חומר רפואי יחיד. הנוכחות והריכוז הגבוהים ביותר נמצאו בגידולי עלים, (ריכוז מקסימלי של 2470 ננוגרם לגרם, והנמוך ביותר בגידולי פרי ופקעת. החומרים שהתגלו בנוכחות הגבוהה ביותר בתוצרת החקלאית הינם carbamazepine ו-venlafaxine: בדוגמאות עלים (99, ו-95%, בהתאמה), גזר (21 ו-47%), עגבניה (79, ו-21%), הדורים (100, ו-17%), בננה (98, ו-7%) אבוקדו (99, ו-37%) ותפוז"א (53 ו-0%). למקור מי ההשקיה נמצאה השפעה ישירה על ריכוז הנקלט בצמח, כאשר הריכוז הנמוך ביותר נמצא בתוצרת חקלאית שהושקתה במים שמקורם מהשפד"ן (לאחר טיפול החדרה בקרקע-SAT).

## כמות דישון חנקני לא משפיע על פליטת תחמוצות (*Daucus carota*). חנקן מקרקעות לס בגידול גזר

אלידד לומור, אודי זורגל ואיליה גלפנד

המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים ע"ש שוחרי האוניברסיטה בצרפת, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב [igelfand@bgu.ac.il](mailto:igelfand@bgu.ac.il)

מחסור ידע על פליטות תחמוצות חנקן (תחמוצת חנקן וחמצן דו-חנקני) מקרקעות של מערכות חקלאיות בתנאי גידול ואקלים שונים פוגע ביכולתנו לסגור מאזן של גזי חנקן הפעילים באטמוספירה. גזר (*Daucus carota*), גידול שורש חשוב בישראל המדושן ברמות גבוהות, הוא דוגמה למערכת אגרו - אקולוגית שהידע על פליטות גזי חנקן ממנה כמעט ולא קיים. כדי למלא את פער הידע הזה, ערכנו ניסוי שדה על אדמה לס של מדבר הנגב. גידלנו גזר עם השקיה בטפטוף תוך שימוש בחמש רמות דישון, בין אפס ל - 40 ק"ג חנקן צרוף לדונם ומדדנו את פליטות של תחמוצות חנקן מהקרקע כל שבועיים החל מהזריעה של גזר ועד לעיבוד שלאחר האסיף. בנוסף, הערכנו שינוי עונתי של חנקה אי-אורגנית בקרקע, הטמעת חנקן בביומסה של גזר, ויבולו. שיערנו כי פליטות תחמוצות חנקן מהקרקע יגדלו באופן אקספוננציאלי כאשר עולים על רמת דישון האופטימלית, בעוד שכמות היבול תגיע למקסימום בדישון אופטימלי ללא כל עליה נוספת. בניגוד להשערה הראשונית שלנו מדדנו פליטת תחמוצות חנקן זניחות שלא נמצאו קשורות לרמת הדישון. כמות היבול של הגזר ואיכותו השתפרו בין טיפולים לא מדושנים ומדושנים ללא כל שיפור נוסף עם העלייה בדישון. מאזן החנקן הכולל של כל רמות הדישון בנפרד היה שלילי עם כרייה של ~ 10 ק"ג חנקן לדונם בעונה, שרובם נמצאו מוחזרים עם העלווה לאחר הקציר לאדמת השדה. נמצא גם כי רמת הדישון האופטימלית היא בין 10 ל- 20 ק"ג חנקן צרוף לדונם, עם עוצמות פליטה של חמצן דו-חנקני יחסית של 1.3 - 1.5 גרם לטון של יבול.

## איתור מקור הפלישה של חמנית הבר (*Helianthus annuus*) ותפוצתה בישראל בעזרת רשתות חברתיות ומידע גנומי

שריאל היבנר<sup>1</sup>, דנה סיסו<sup>1,2,3</sup>, טלי מנדל<sup>1</sup>, מרקו טודסקו<sup>4</sup>, מאור מצרפי<sup>2</sup>, חנן אייזנברג<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>המכון למחקר מדעי בגליל (מיג"ל), המכללה האקדמית תל חי.
- <sup>2</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, נווה יער, מנהל המחקר החקלאי.
- <sup>3</sup>החוג למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.
- <sup>4</sup>המכון לחקר המגוון הביולוגי, אוניברסיטת בריטיש קולומביה, קנדה.

[sarielh@migal.org.il](mailto:sarielh@migal.org.il)

חמנית הבר (*Helianthus annuus*) פלשה לישראל בשנות השבעים ולאחרונה נראה שקצב התפשטותה גובר. מאחר וחמנית הבר איננה נמנית על רשימת המינים המקומיים, תפוצתה בישראל איננה ברורה וגם לא מקור הגעתה. על מנת לברר שאלות אלה, תועדה תפוצת חמנית הבר בעזרת הציבור, דרך הרשתות החברתיות. על סמך מידע זה נאסף מדגם מייצג של אוכלוסיות שונות ברחבי ישראל אשר אופיינו בעזרת ריצוף גנומי. על ידי השוואה לאוספים של אוכלוסיות בר של חמניות מצפון אמריקה ושימוש בכלים של גנטיקה אוכלוסייתית, זיהינו את מקור החמנית הפולשת בדרום ארה"ב. כמו כן, בחינת רמת השונות הגנטית באוכלוסיות השונות אפשרו לזהות מעבר זרעים וגנים בין אזורים. על פי תוצאות מחקר זה, אנו מציעים מודל לשימור שונות גנטית באוכלוסיות מין פולש. שונות זו מאפשרת התבססות מהירה ושגשוג על אף צוואר הבקבוק הגנטי הקשור בפלישה. זיהוי מקור החמנית הפולשת ואופן התפשטותה יכול לשמש את קובעי המדיניות ורשויות הבקרה בקביעת דרכים לצמצום תופעת פלישת המינים בישראל.



# שליטה מיטבית על תהליכי חנקן בהשקיה לבקרת העשרת מי תהום

כצבמן נטשה, לוטן עידו, פרופ"ח פורמן אלכס

הטכניון, המוסד הטכנולוגי לישראל [katsevman@technion.ac.il](mailto:katsevman@technion.ac.il)

איכות מי אקוויפרים פריאטיים ושל אקוויפר החוף בפרט תלויה בריכוז הדשנים הנשטפים יחד עם מי השקיה מחקלאות אינטנסיבית או נגר מחקלאות אקסטנסיבית. במחקר זה נבחנת אפשרות להורדת ריכוזי חנקן (ניטראט בפרט) המגיעים אל מי התהום, וזאת באמצעות שכבת טיפול היוצרת תנאים אופטימליים לתהליך דניטריפיקציה מתחת לבית השורשים. התנאים הנדרשים לשם הרחקת ניטראט ( $\text{NO}_3^-$ ) והפיכתו לחנקן גזי ( $\text{N}_2$ ) הם העלאת תכולת רטיבות והורדת פוטנציאל חמצון חוזר אל מתחת לערך של 50 מיליוולט בסביבה אנאירובית או אנאוקסית ובכך להבטיח שגשוג של מיקרואורגניזמים פקולטיביים אנארוביים אשר בתהליך נשימתם יסייעו לחיזור הניטראט לניטריט ( $\text{NO}_2^-$ ) ולבסוף לחנקן גזי. חלקו הראשון של המחקר מהווה ניסוי בן שני שלבים: בראשון נארזו שני לידימטרים בקרקע חמרה כאשר האחד הומוגני והשני כולל שכבה דקה של קרקע חרסיתית, בכל לידימטר נשתלו צמחי בדיליקום. ניטור רציף של תכולת רטיבות, פוטנציאל חימצון חוזר, טמפרטורה ומוליכות חשמלית בוצע ע"י חיישנים, בוצע דיגום של מי קרקע - אנליזת המים לצורוני חנקן ופחמן איששה את הנחת היסוד של המחקר וב-30 ימי הניסוי הראשונים התקבלה הרחקת חנקן גבוהה בכ-70% בלידימטר בעל שכבת הטיפול לעומת ההומוגני. לאחר הצלחה מובהקת של שלב ראשון תוכנן שלב ניסויי שני בתנאים אינטנסיביים. גם תוצאות שלב ב' מוכיחות כי שכבה חרסיתית מתחת לעומק בית השורשים מביאה להרחקת חנקן כולל משמעותית משטף בלידימטרים. בתום השלמת שני שלבי הניסוי המעשי חלקו השני של המחקר מתמקד במידול חד מימדי של המערכת באמצעות תכנת HYDRUS, המידול יכול תהליכים הידראוליים וכימיים שבקרקע ובכך יתאפשר ייעול הניסוי המעשי והתאמת המערכת לסביבה חקלאית רחבה של מגוון סוגי קרקעות ודשנים כמו גם ניטור צורוני חנקן גזיים בלתי רצויים העלולים להוצר ( $\text{NO}_x$ ).

## הפחתת חומרי טעם לוואי במערכות מדגה סגורות

שניר עזריה,<sup>1</sup> עמוס נוסינוביץ,<sup>2</sup> שלמה ניר,<sup>3</sup> יאפ ואן-ריין<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Sciences; <sup>2</sup> Department of Biochemistry, Food Science and Nutrition; <sup>3</sup>Department of Soil and Water Sciences, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel

הודות לטעמן המודגש, התרכובות geosmin ו-MIB-2 (methyloborneol) מיוחסות לרוב לתופעת "טעמי לוואי" בתוצרת מדגה. השיטה היחידה העומדת כיום לרשות מגדלי דגים להתמודדות עם הבעיה היא טיהור טרום-שיווקי של תוצרת מזוהמת. אולם תהליך זה יקר, מאתגר לוגיסטי ומביא לבזבז כמויות גדולות של מים טריים. בנוסף, תהליך הטיהור מסתיים לרוב בירידה במשקל הדגים, שכן הם אינם מואכלים במהלכו, שמביא להפסדים בענף המדגה. בהרצאה הנוכחית, אנו מדווחים על שימוש בשיטה חדשנית לסילוק תרכובות טעם הלוואי ממי מערכות מדגה סגורות. השיטה כוללת שימוש בנשאים הידרופוביים, שעל גביהם מתרחש פירוק חיידקי של תרכובות טעם הלוואי. באמצעות אנליזה מטה-גנומית של אוכלוסיית החיידקים שמתפתחת על הנשאים, זיהינו מספר מיני חיידקים בעלי כושר פירוק של geosmin ו-MIB-1. יישום של הנשאים בקנה מידה מעבדתי הדגים סילוק יעיל של תרכובות טעם הלוואי ממי מערכת מדגה עד לרמות אפסיות. הסילוק של geosmin ו-MIB-1 על ידי הנשאים לא הושפע מריכוז החומר האורגני במים, בניגוד למצעים סופחים אחרים כמו פחם-פעיל. בנוסף לתרכובות טעם הלוואי, גם ניטראט סולק ביעילות על ידי הנשאים בתהליך של דה-ניטריפיקציה שנתמך על ידי חומר אורגני אנדמי שנספח על הנשאים במהלך סינון מי מערכת מדגה. כיום אנו מיישמים שיטה זו בקנה מידה ניסיוני, כחלק אינטגרלי ממערך הטיפול במים של מערכות מדגה סגורות, כמו גם במערכות טיהור דגים. במקרה האחרון, אנו מצפים ששימוש בנשאים לסילוק תרכובות טעם הלוואי ממי הטיהור יביא לצמצום משמעותי בכמות המים הנדרשת לטיהור התוצרת.

## שיפור איכות חלב באמצעות הזנה במספוא עתיר בפוליפנולים

נורית ארגוב ארגמן<sup>1\*</sup>, אורן הדיה<sup>1</sup>, יאן לנדאו<sup>2</sup>, צח גלסר<sup>3</sup>, חוסיין מוקלדה<sup>2</sup>, טובה דוייטש-טראובמן<sup>2</sup>, רואן ברנאסה-ניקולא<sup>4</sup>, חסן עזאידה<sup>4</sup>.

1 המחלקה למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה של האוניברסיטה העברית.

2 מנהל המחקר החקלאי.

3 פארק רמת הנדיב.

4 מו"פ איזורי אגודת הגליל.

[\\*argov.nurit@mail.huji.ac.il](mailto:argov.nurit@mail.huji.ac.il)

תרכובות פנוליות מיוצרות על ידי צמחים עילאיים כמטבוליטים משניים והן מסייעות לצמחים להתגבר על עקות ביוטיות ואביוטיות. לכן, עלוות צמחים המשגשגים בתנאי אקלים קשים כגון אלו השוררים באגן המזרחי של הים התיכון, מהווה מקור עשיר לתרכובות פנוליות. דוגמא לצמח כזה הוא אלת המסטיק, שיח ירוק עד תכולת תרכובות פנוליות גבוהה. בזכות המבנה הייחודי של טבעות פנוליות נקשרה לא אחת עם פעילות אנטי-אוקסידטיבית בתא ובנטרול ROS Reactive oxygen species (ROS). ה-ROS מהווים רכיב טבעי ואף חיוני בתא אולם הצטברותם מעבר לסף מסוים יכולה לשבש את הבקרה על חלוקה תקינה והתמיינות התאים ברקמה וכן לשבש ולהגביל ייצור אנרגיה בתא. בתאי אפיתל בלוטת החלב המשמעות היא פגיעה בתהליכי ייצור החלב. מרבית המחקרים על התרכובות הפנוליות במנת מעלי גירה התמקדו בהשפעתם על זמינות החלבון במנה, ניצולת מזון והשפעתם על המיקרוביוטה במערכת העיכול. יחד עם זאת, מחקרים רבים הראו בעבר כי חלק מהתרכובות הפנוליות מהמזון נספג לזרם הדם ואף מופיע בחלב. לפיכך תאי אפיתל בלוטת החלב נחשפים באופן ישיר לתרכובות אלו ונשאלת השאלה לגבי ההשפעתן הישירה על תהליכים פיזיולוגיים ומטבולים בתאים אלו. ההשערה כי הזנה במזון עתיר פוליפנולים תגביר את הקיבולת האנטיאוקסידטיבית של בעל החיים ובאופן ספציפי של התאים היצרניים בבלוטת החלב, ובכך ינותבו משאבי אנרגיה יקרים ליצרנות ולא לתיקון מקים הנגרמים כתוצאה מהצטברות ROS ברמת התא ובעל החיים. בסדרת מחקרים שבצענו חשפנו כיצב הזנת עידי חלב במספוא עתיר פוליפנולים המבוסס על אלת מסטיק, או על מיצוי עלוות אלת מסטיק העלתה את יכולת היצרנות והאיכות של חלב עידים במודל *in vivo* וכן את יכולת יצרנות מוצקי החלב של תאי האפיתל שבחדדו מבלוטת החלב.

## אסטרטגיות להקטנת נוכחות סלמונלה בעופות

ארד מילס

המחלקה למדעי בעלי החיים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה  
העברית בירושלים Erez.mills@mail.huji.ac.il

סלמונלה עדיין מהווה בעיה כלכלית ותברואתית בעופות. במעבדה אנחנו בוחנים שתי אסטרטגיות במטרה להקטין את רמות הסלמונלה בעופות. אסטרטגיה אחת מבוססת על הרעיון שחיידקים ידידותיים עשויים להתחרות עם סלמונלה על חומרי מזון או אף לעכב סלמונלה על ידי הפרשת חומרים שונים הפוגעים בה. בעבר הראו שחשיפה של אפרוחים לתוכן צקום של פרט בוגר מגן על האפרוח מפני סלמונלה כבר יום לאחר מכן. משום כך יצרנו אוסף של חיידקי מעי של מטילות בוגרות. כמו כן הראנו שחשיפה של אפרוחים שזה עתה בקעו לחלק מהחיידקים הללו מוביל להתיישבות שלהם במעי האפרוח. לאחרונה התחלנו בניסויים בהם אנו חושפים אפרוחים ביום הבקיעה לחיידק ספציפי ולמחרת לסלמונלה ובוחנים האם יש עיכוב. האסטרטגיה השנייה מבוססת על כך שחיידקים צריכים לחוש את הסביבה שבה הם נמצאים על מנת להגיב באופן אופטימלי. ההנחה היא שיתכן שנוכל לגרום לחיידק הסלמונלה להתנהג באופן לא אופטימלי, למשל לחשוף את עצמו למערכת החיסון של המאכסן, על ידי כך שנוסיף לסביבה סיגנלים שאינם אמורים להופיע בה. כך למשל, מצאנו שחומצה סליסילית משמשת כסיגנל לסלמונלה לעיכוב יצירת ביופילם המגן על החיידק. לכן אנו בודקים האם שימוש בחומצה זו תגרום לסלמונלה להפך רגישה יותר לאנטיביוטיקה הניתנת במקביל. כמו כן, התחלנו בסריקה רחבה לזיהוי סיגנלים שסלמונלה חשה בהם בסביבה כמו גם התגובות אליהם, במטרה לזהות סיגנלים שימושיים נוספים.

## שיפור איכות הבשר במערכות גידול של בקר וצאן, בראי החקלאות המקיימת

מירי כהן - צינדר<sup>1,2</sup>, עינב שור-שמעוני<sup>1</sup>, רחם אגמון<sup>1</sup>, פרננדו גרסיה<sup>1</sup>, סמאח כעכוש<sup>1</sup> ואריאל שבתאי<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> היחידה לבקר, מרכז מחקר נוה יער, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
<sup>2</sup> המחלקה לחקר בקר וצאן, המכון לבעלי חיים, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

[mirico@volcani.agri.gov.il](mailto:mirico@volcani.agri.gov.il)

אירועי התקופה האחרונה הכוללים את התפשטות פנדמיית הקורונה, ממחישים כעת יותר מתמיד את הצורך באספקה סדירה וקבועה של תוצרת חקלאית מקומית למאכל, לרבות מוצרי מזון מהחי. הללו נדרשים לטובת קיום בטחון תזונתי, תוך עקיבות מלאה המתבטאת לאורך כל שרשרת היצור, לצד יישום כללי בריאות ובטיחות מזון. סקטור המגדלים, מצידו, עומד בפני אתגר נוסף, הקורא לייצור בשר באיכות תזונתית גבוהה, אשר תורמת לבריאות האדם ומשפרת את חווית האכילה, תוך שמירה על אלמנטים של שקיפות ונעקבות לאורך שרשרת היצור, ודאגה לבריאותם ורווחתם של בעלי החיים. על אף היתרונות הברורים הקיימים באכילת בשר אדום, נשמעת חדשות לבקרים ביקורת ציבורית מהדהדת על מערכות היצור השונות לגידול בקר וצאן, המוצגות כבלתי יעילות ("בזבזניות") וכגורמות, בין היתר, לנזקים סביבתיים ניכרים. ביקורת זו משתנה בהתאם לאופי המערכת היצרנית ושיטת הגידול. במסגרת ההרצאה הנוכחית, נציג שלוש פלטפורמות מקיימות (Sustainable) של גידול מע"ג, המיושמות ביחידה לבקר בנוה יער, ומעידות על שיפור איכות הבשר והפרופיל הבריאותי שלו. פלטפורמות אלה כוללות: (i) אפיון האיכויות האורגנולפטיות הגבוהות של בשר ההולשטיין המקומי המטופח לחלב; (ii) יצירת מכלוא חדש, "Sim-Bal", להטמעת תכונות העמידות הייחודיות ונצילות המזון המשופרת של גזע הבלדי המקומי בגזע הסימנטל היצרני, וקבלת מוצר חדש לענף הבקר לבשר; (iii) שילוב מורינגה מכונפת כמזון עלית (Super food) בדיאטה של מע"ג, לשיפור נצילות המזון ואיכות הבשר. לשילוב גישות של חקלאות מקיימת במערכות הגידול האינטנסיביות של מע"ג פוטנציאל ניכר לשיפור יעילות ניצול המזון מחד ואיכות המוצר המתקבלת מאידך, לצד הקטנת העומס הסביבתי.

## העשרת חלב בחומצות מסוג אומגה-3

עודי מועלם, ליליה ליפשיץ, גיתית קרא, מאיה זכות

המחלקה לחקר בקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי, uzim@volcani.agri.gov.il

חומצות שומן מסוג אומגה-3 הינן חומצות שומן חיוניות ביונקים, בלתי רוויות וארוכות שרשרת עם קשר כפול ראשון שמתחיל בפחמן מספר 3, המעניק להן מבנה ייחודי. חומצות אלה חיוניות כבר בשלב העוברי להתפתחות המוח, מערכת המין והראייה. לדוגמא, חומצת השומן מסוג אומגה-3 הארוכה ביותר (DHA), יכולה להגיע עד 25% מהמרכיב השומני של חלקים מסוימים במוחו של האדם. חומצות אלה נמצאו כבעלות השפעה על תהליכים רבים בגוף, בין היתר, על תפקוד מערכת החיסון ומערכת הרבייה. מבין המזונות האופציונאליים בהזנת מעלי גירה, חומצות שומן מסוג אומגה-3 מצויות בעיקר בשמן פשתה, ובשמן דגים. בסדרת ניסויים שבצענו בארץ בהם הפרות הוזנו בשמן פשתה מוגן בצורות שונות, נמצאה העשרה של הפלסמה בחומצות האומגה-3, מה שמבטיח הולכה של החומצות מן המזון לכל הרקמות בגוף, כולל רקמת העטין. כמו כן, במספר מחקרים שעשינו בארץ נמצא כי חומצות מסוג אומגה-3 מן המזון נטמעות במרכיבים השונים של השחלה בפרות, ובתאי זרע בפרים, ובדרך כלל בעלות השפעה מטיבה על מערכת הרבייה ובריאות הפרות. בנוסף, הזנת פרות חלב בשמן פשתה או דגים גרמה לשינויים משמעותיים בהרכב שומן החלב. במרבית הניסויים ריכוזי החומצה הפלמיטית (C16:0) ירדו, וריכוזי חומצות האומגה-3 השונות עלו בשומן החלב. ככלל, הזנה בשמן פשתה או שמן דגים גרמה לירידה בריכוז חומצות השומן הרוויות בשומן החלב, לעלייה בריכוז חומצות השומן הבלתי רוויות, העשרת החלב בחומצות מסוג אומגה-3, והקטנת היחס בין אומגה-6 לאומגה-3, שינויים הנחשבים לחיוביים מבחינת בריאות האדם. סדרת מחקרים זו מראה כי להזנה באומגה-3 השפעה על מספר רב של תהליכים ביולוגיים בבעל החיים עצמו, וגם השפעה חיוביות על הרכב שומן החלב שעשויים לתרום לבריאות האדם.

## יצירת אמנון יאור (*Oreochromis niloticus*) בעלי מסת שריר מוגברת

יעקב בירן, עדי שגב-הדר

המחלקה לחקר עופות ומדגה, המכון לחקר בעלי-חיים, מכון וולקני [jakob@agri.gov.il](mailto:jakob@agri.gov.il)

דג אמנון היאור (*Oreochromis niloticus*) הינו בין הדגים המגודלים ביותר בישראל ובעולם. רקמת השריר הנה המרכיב המרכזי בדג המשווק ולפיכך, היכולת להגביר סינתזת שריר בדגים טומנת בחובה פוטנציאל מסחרי גבוה. מיוסטטין הנו פקטור גדילה והתמיינות המתבטא בעיקר ברקמת השריר ברוב מיני החולייתנים. לפחות שני גנים המקודדים למיוסטטין קיימים ברוב מיני הדגים שנבחנו, ומספר עבודות הראו כי פגיעה בפעילות מיוסטטין הובילה לעליה במסת השריר גם בדגים. לפיכך, מטרתנו המרכזית הנה אפיון מערכת המיוסטטין באמנון ויצירת קווי אמנון מוטנטים בגנים למיוסטטין. במחקר זה זיהינו לראשונה את הגן למיוסטטין 2 באמנון היאור ואפיינו את השפעתם של גורמי סביבה שונים על ביטויים של הגנים למיוסטטין בשרירי הדג. כמו כן, נבחנו שינויים אלו אל מול פרמטרים מטבולים ואנדוקריניים נוספים. לאחר אפיון המערכת, בוצעו הזרקות של רכיבי CRISPR-Cas9 לביצי אמנון בשלב של תא אחד לטובת מוטגנזה בגנים למיוסטטין 1 ומיוסטטין 2. אנליזה מולקולרית של הדגים המוזרקים הדגימה רמות שונות של מוטגנזה בפרטים המוזרקים. לאחר גידולם, דגים אלו הוכלאו ומוטציות מורשות (germline) זוהו בשני הגנים למיוסטטין בעזרת אנליזות מולקולריות. דגים אלו מגודלים כיום במדגה מכון וולקני, לטובת יצירת אמנונים בעלי מסת שריר מוגברת. אנו מעריכים כי קווי האמנונים הנושאים מוטציות מורשות בגנים למיוסטטין יאפשרו בעתיד הלא רחוק גידול אמנונים בעלי מסת שריר מוגברת במשק המדגה הישראלי. זאת, כתלות בהתקדמות הרגולציה בנושא ובתפיסת המגדלים והצרכנים.

## ננו-מבנים מבוססי פולימרים טבעיים לטובת חקלאיות ומזון

ילנה פוברנוב

חקר תוצרת חקלאית ומזון, מינהל המחקר החקלאי מכון וולקני [elenap@volcani.agri.gov.il](mailto:elenap@volcani.agri.gov.il)

בכל העולם ישנו כעת תהליך של הקטנת משאבים לפעילות חקלאית: השטחים, מקורות המים חומרים הנחוצים להזנת הצמח. בנוסף לירידה ביבולים, ישנם גורמים רבים לאיבוד תוצרת חקלאית בדרכה מהשדה לצלחת. כל זה, על רקע גידול עצום באוכלוסייה העולמית ודרישה הולכת וגוברת למוצרי מזון. לכן, יש היום צורך עז במציאת גישות חדשות להגדלת יבול, צמצום אובדן של תוצרת חקלאית ואחסון ארוך ואפקטיבי של מזון. מעבדתנו עובדת על פיתוח גישות חדשניות מעולם הננו-טכנולוגיה ופולימרים טבעיים ומימושן לטובת החקלאות במגוון תחומים כגון מזון בריא ואיכותי, הגנה והזנת הצמח, אחסון בטוח של תוצרת חקלאית, ועוד. בהרצאה יוצגו מספר דוגמאות לפיתוחים ממעבדתנו כגון: (1) ציפויים אכילים מבוססי סיבים תזונתיים המאפשרים להאריך השתמרות תוצרת חקלאית לאחר הקטיף ולמנוע פחת באחסון ובשיווק, תוך שמירה על איכות והרכב התזונתי של התוצרת וניקינה מרעלים כימיים וממזיקים מיקרוביאליים. (2) אריזות מזון מתכלות אקטיביות מבוססות רב-סוכרים וננו-חלקיקים פעילים העשויים ממרכיבים טבעיים. (3) מערכות הובלה להזנה עלוותית של צמח. חומרי דשן יקרים מאוד להפקה והופכים להיות משאב חסר מרגע לרגע. בהזנה דרך מערכת ההשקיה והשורשים שמקובלת היום, הצמח צורך בפועל רק כ 20% מהדשנים. מעבדתנו מפתחת ננו-מבנים מבוססי חומרים טבעיים בעלי תכונה ייחודית המאפשרת התאמה הסביבה. כתוצאה מכך ננו-מבנים אלה מסוגלים להתגבר על מכשולים ביולוגיים, למשל הקוטיקולה של העלה (ולהוביל את חומרי הזנה החיוניים לצמח בטיפול עלוותי שהוא הרבה יותר יעיל וחסכוני מאשר הטיפול דרך השורשים).



## ננוחומרים לדיהוי, ניטור וטיפול במיקרואורגניזמים

אסתר סגל

הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הטכניון [esegal@technion.ac.il](mailto:esegal@technion.ac.il)

קלקול מיקרוביאלי הנגרם על ידי מיקרואורגניזמים פתוגניים, הכוללים חיידקים ופטטריות, גורם לאובדן משמעותי של מזון ומגביר את הסיכון למחלות שמקורן בזיהומים אלו. לפיכך, נעשה מאמץ מחקרי עצום לפיתוח שיטות יעילות לדיהוי וניטור של זיהומים מיקרוביאליים, וכן להפחתת הנזק שמסיבים זיהומים אלו למזון וגידולים חקלאיים. ההרצאה תתאר ביוסנסורים אופטיים, המבוססים על סיליקון ננו-נקבובי, לדיהוי וכימות מהיר של חיידקים חיים במגוון יישומים הקשורים למזון וחקלאות, החל מבקרת איכות של מזונות פרוביוטיים וכלה בזיהוי חיידקים פתוגניים במי תהליך. כמו כן, אתאר מגוון מערכות חומרים בעלי פעילות אנטימיקרוביאלית רחבת טווח המבוססות על ננו-צינוריות חרסית (Halloysite Nanotubes). ננו-צינוריות אלו הן מינרל חרסית טבעי בעל מבנה שכבות של סיליקה/אלומינה ומורפולוגיה גלילית. המבנה הייחודי שלהן בשילוב עם זמינותן ומחירם הנמוך מאפשר את יישומן כנשא יעיל למגוון חומרים אנטימיקרוביאליים נדיפים (כדוגמת תרכובות פעילות שמקורן בשמנים אתריים). אדגים כיצד הטענת הננו-צינוריות בתערובות שמנים אתריים מאפשרת ליצר מגוון פורמולציות לשחרור מבוקר והשראת פעילות אנטימיקרוביאלית ארוכת טווח. מחקר זה מומן בחלקו על ידי מענק מס' 720815 במסגרת תוכנית HORIZON 2020 של האיחוד האירופי.

# שימוש באבולוציה מכוונת ליציבות של אנזימים משבשי תקשורת בחיידקים וקפסולציה ננו-מבנית פפטידית המכילה אנזימים כאלטרנטיבה נגד חיידקים פתוגניים בצמחים

דויד גורביץ<sup>1</sup>, שלומית דור<sup>1</sup>, מעיין ערוב<sup>1</sup>, יואב דן<sup>3</sup>, יהודית קלרה מוי<sup>2</sup>, אורלי מאירס<sup>2</sup>, מרי דפני-  
ילין<sup>2</sup>, ליהי אדלר-אברמוביץ<sup>3</sup>, ליבנת אפריאט-ג'ורנו<sup>1,2</sup>.

1. מיגל מכון מחקר גליל עליון, מוסד אקדמי (livnatj@migal.org.il)

2. המכללה האקדמית תל חי

3. הבית ספר לרפואת שניים, הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל אביב

4. מו"פ צפון

חיידקים פתוגניים גורמי מחלה בצמחים מהווים סיכון לתוצרת חקלאית רווחית. דוגמא לחיידק פתוגן כזה הוא *Erwinia amylovora* התוקף עצים ממשפחת הוורדניים כמו עצי אגס ותפוח וגורם למחלת החירכון. השימוש הנרחב באנטיביוטיקה שהוביל להתפתחות זנים עמידים והדאגה לבריאות הציבור, העלה דרישה למציאת פתרונות ידידותיים לסביבה ולאדם, עם סיכון נמוך של התפתחות עמידות. אנזימים המפרקים מולקולות תקשורת בין תאית, המעורבות בבקרה על ביטוי גנים כתלות בגודל האוכלוסייה במנגנון הנקרא חישת סף (Quorum Sensing) הוצעו בשנים האחרונות כאלטרנטיבה שעונה על דרישה זו. שימוש באנזימים בחקלאות יכול להוות פתרון פוטנציאלי, אך מצריך שיפור רמות ביטוי ויציבות, אדפטציה לתנאי סביבה, כמו עמידות בפני טמפרטורות גבוהות, חיי מדף ועוד. במחקר זה, זיהינו כי אנזים ממקור חיידקי מסוגל לפרק את מולקולת הסיגנל המופרשת מהפתוגן ביעילות גבוהה מאוד, עם פעילות ספציפית של  $1.24 \times 10^5 \text{ s}^{-1}/\text{M}^{-1}$ . שימוש באבולוציה מכוונת במבחנה אפשרה בידוד מוטנטים יציבים תרמית ששמרו על אותה רמת פעילות, עד שמונה מעלות צלזיוס יותר, השומרים על 50 אחוז מהפעילות עד לטמפרטורה של 62 מעלות. כמו כן, על ידי כליאה של האנזים בננו-מבניים ספריים מבוססי פפטידיים הובילה להארכת חיי המדף של האנזים מארבעה ימים למעל ל-37 ימים (עם 70% פעילות). בניסויי צמחים בחדרי גידול (תפרחות) ראינו כי האנזים המוטנטי החופשי נתן הגנה מובהקת מפני הדבקה בשיעור של 30%. לבסוף, בוצעו ניסויי שדה בהדבקה מלאכותית עם שני זני אגסים, נמצא כי ביישום של האנזים החופשי ואנזים בתוך קפסולות לפני ריסוס החיידק, היה עיכוב של עד 70% בתסמיני המחלה, ברמה זהה לאנטיביוטיקה. לסיכום תוצאות אלו מראות שימוש באנזימים מיוצבים המשבשים תקשורת כימית בין חיידקים יכולים להיות בעל פוטנציאל יישומי.

# פיתוח ננו-חלקיקי סיליקה לסיכול התקשורת בין עלקת לעגבניה - הדברה ידידותית לסביבה

חן דייני<sup>1</sup>, המאם זיאדנה<sup>2</sup>, יעל מישאל<sup>1</sup>, חנן איזנברג<sup>2</sup>

1. המחלקה לקרקע ומים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית', האוניברסיטה העברית בירושלים. [Chen.Cohen1@mail.huji.ac.il](mailto:Chen.Cohen1@mail.huji.ac.il)
2. המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי - מרכז מחקר נווה יער.

העלקת היא צמח טפיל חד-שנתי הגורם לנזקים כבדים ליבול חקלאי ברחבי העולם. ההתמודדות עם עלקת בעגבנייה הינה מורכבת, וכיום מתבססת בעיקר על שימוש בקוטלי עשבים. הנביטה מתרחשת כשזרע העלקת נחשף למשרני נביטה כמו למשל סטריגולוקטונים, הורמונים המופרשים משורשי הפונדקאי. מטרת המחקר הינה לפתח ננו-חלקיקי סיליקה, מותמרים בקבוצות פונקציונליות, אשר יספחו את הסטריגולוקטונים, לסיכול התקשורת בין הטפיל לפונדקאי ובכך להגן על צמחי העגבנייה מטפילות בעלקת. במסגרת המחקר נבחן יישום ננו-חלקיקים מתרחיף יציב ישירות לשורשים באתר הטפילות על-ידי טבילת שורשי הפונדקאי. ננו-חלקיקי הסיליקה הותמרו באמינו-סילאנים ליצירת מרוכבים. כל מרוכב אופיין על-מנת לקבוע את האחוז המשקלי של המתמיר (TGA, ~10%) את הקשרים הכימיים בין המתמיר והסיליקה (FTIR, קישור קוולנטי) ומטען שטח הפנים (פוטנציאל ZETA, היפוך מטען משלילי לחיובי). עבור החלקיקים שהותמרו באמינו-סילאן 3- Aminopropyltriethoxysilane (APTES), נמצא שפוטנציאל ה-ZETA גבוה מהאחרים (~24 mV) וכתוצאה מכך התרחיף של מרוכב זה יציב. כמו כן, הספיחה של שני סטריגולוקטונים הייתה גבוהה יותר למרוכב זה בהשוואה לאחרים. עיכוב נביטת העלקת נבחן בצלחות פטרי, בנוכחות סטריגולוקטון סינטטי GR-24 (1 nM) בחשיפה לסיליקה לא מותמרת ולמרוכב (0.1 ג'ל') היה גבוה פי 1.3 ו-2.3 מהביקורת. מגמה דומה התקבלה עבור משרני הנביטה Dehydrocostus lactone (DCL) ו-Orobanchol. בגידול חמנית ועגבנייה בתנאים הידרופונים במערכת Polyethylene bags (PEB) על נייר פיברגלאס עליו פוזר המרוכב APTES בריכוז 10 גר'ל' נמצאה הפחתה במספר הדבקות עלקת מצרית לעומת צמחי ביקורת ללא המרוכב. ממצא זה מלמד כי לגישה ייחודית זאת של ספיחת משרני הנביטה קיים פוטנציאל רב בהדברה ידידותית של עלקת ללא תכשירי הדברה כמקובל היום. בהמשך המחקר נבחן את יעילות השיטה בקרקע בכלי גידול ובשדה, וכן מרוכבים נוספים.

## השפעת מבנה, חומר וקשיחות מצע גידול על תהליך הדיפרנציאציה והתפתחות הצמח

נוי שדות מוזיקה<sup>1,2</sup>, ד"ר מאיה קליימן<sup>1</sup>, ד"ר ליאור אשד וויליאמס<sup>2</sup>

<sup>1</sup>מנהל המחקר החקלאי (מכון וולקני)

<sup>2</sup>האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה

[noy.sadot@mail.huji.ac.il](mailto:noy.sadot@mail.huji.ac.il)

תרביות רקמה מהוות צוואר בקבוק בכל הקשור לעריכה גנומית. על מנת להבין את הקושי בהתפתחות תאים לרקמות שלמות, צריך להבין איך מתרחשת רגנרציה. במעבדה, תרביות רקמה צמחיות נחקרות בצלחות פטרי מזכוכית או פלסטיק על מצע דו-ממדי. יחד עם זאת, צמחים הם אורגניזמים תלת-ממדים. קומפוזיציית התאים וההתפתחות הטבעית של הצמח מתרחשת בשלושה מימדים. במחקר שלי, אני משתמשת ברקמה לא ממוינת שמקורה בעלים, שורשים וזרעים הנקראת קאלוס של צמח המודל *ארבידופסיס תליאנה* על מנת לחקור רגנרציה במבנה תלת ממדי. במחקר זה אני חוקרת את הקשר בין הסביבה בה הקאלוס מתפתח, ספציפית המצע בתוכו הוא גדל, לבין הקאלוס עצמו, כיצד הוא עובר רגנרציה, התפתחות ודיפרנציאציה. על מנת לחקור זאת, אני משתמשת בשיטות חדשניות כגון מיקרו-CT, אשר בוחן את המבנה התלת מימדי של הקאלוס ברמת המיקרו, ברזולוציה גבוהה מאוד. בזכות מכשיר זה ניתן לזהות את צפיפות התאים בקאלוסים באזורים שונים של הקאלוס התלת מימדי. בנוסף, אני בודקת את תכונות מצע הגידול עליהם גדלים הקאלוסים, איך קשיות המצע משפיעה על התפתחות הקאלוס והתנהגות התאים. על פי תוצאות ראשוניות, נראה כי ישנה השפעה של קושי המצע על צורת הקאלוס והתפתחותו. על מצעים קשיחים הקאלוסים נוהגים לעבור התמיינות מהירה בהשוואה לקאלוסים הגדלים על מצע רך יותר. כמו כן, בניסויים של אפיון מצע הגידול נראה כי אין הבדל משמעותי בדיפוזיית חומרים (נוטריאנטים והורמונים) בין סוגי מצעים בעלי מקשיחים שונים. בעתיד, אסתכל על השפעת מצעים שונים בעלי טופוגרפיה תלת-ממדית ואבחן את השפעות מצעים אלה על התפתחות ורגנרציה. הצלחת המחקר תאפשר הבנה מעמיקה יותר בנוגע לרגנרציה של צמחים. בנוסף, מחקר זה יכול להועיל בהבנת תכונות המצע האידיאלי לגידול צמחים אשר עברו מניפולציה גנטית והם קשי רגנרציה.

## אורור מי השקיה בננו-בועות ככלי לשיפור זמינות החמצן בקרקע

שחר ברעם<sup>1</sup>, מאיה ויינשטיין<sup>1,2</sup>, גיא קפלן<sup>1,2</sup>, שמוליק פרידמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון לקרקע, מים וסביבה, מכון וולקני, מנהל המחקר החלקאי, בית דגן.

<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות.

מחסורי חמצן ( $O_2$ ) בבית השורשים של צמחים שונים הגדלים במצעי גידול וקרקעות שונות עשוי להוביל לפגיעה בנשימת השורשים ובקליטת הנוטריינטים. תופעה זו ביחוד נפוצה בעת גידול צמחים בתקופות חמות המושקים במים בעלי ריכוזי מלח גבוהים ובמי קולחים, כפי שקיים במקומות רבים בישראל. בשנים האחרונות נבחנת טכנולוגית הננו-בועות (קוטר  $> 1$  מיקרומטר) ככלי לשיפור זמינות החמצן בקרקע. לננו-בועות מאפיינים פיסיקליים ייחודיים הכוללים: פוטנציאל זטה שלילי, יצירת תמיסה סופר-רוויה בגז, שטח פנים גבוה המעודד ראקציות כימיות, וכן, ספיחה ומעבר מסה בשכבת המגע בין הגז לנוזל. בשנים האחרונות, ערכנו מספר ניסויי לידימטרים בהם נבחנה ההשפעה של השקיה במים מועשרים בננו-בועות חמצן על זמינות החמצן והיבול כתלות באיכות מי ההשקיה (שפירים, קולחים, מליחים), סוג הקרקע (חרסית, חול) ואופן הטפטוף (עילי, טמון). תוצאות הניסויים הראו כי באמצעות ננו-בועות ניתן להעלות את ריכוז החמצן המומס במי ההשקיה (עד פי 5 מ- 6.5 ל- 32 מג"ל) וכן את ריכוז החמצן באוויר הקרקע בבית השורשים (עליה של עד 5%, מ- 15% ל- 20%). בכל סוגי המים והטפטוף, השקיה במים מועשרים בננובועות הפחיתה את הדליפה הספונטנית של מומסים מהממברנה הצמחית המקיפה את התא הצמחי, שיפרה את ריכוז הכלורופיל בעלים, העלתה את היבול (לעיתים באופן מובהק) והפחיתה את שטף גז החממה  $N_2O$  מפני השטח במהלך תקופת הגידול. מאזני מאסה לחמצן לא יכלו להסביר את ההשפעה החיובית של הננו-בועות על הצמחים במחקר שלנו ובמחקרים אחרים בעולם. תוצאות אלו מצביעות על הצורך במחקר נוסף בכדי להבין את ההשפעה של ננו-בועות על מנגנונים שונים בצמח.

# יבול חיטה תחת שינויי אקלים: משנתו של בלום מזווית שדה הטיפוח

רואי בן-דוד

המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון

חיטה היא גידול הפלחה המרכזי בישראל וככזה הוא חשוף להשפעות של תנודתיות אקלימית בדגש על עקת יובש שנגרמות עקב עצירת גשמים, ואירועי חום קיצוניים. לפיכך יש אתגר מחקרי וחקלאי לשמור על כושר יצרנות גרגרים גבוהה תחת תנאי סביבה משתנים ולא צפויים. לאורך ששה עשורים, ד"ר אברהם בלום (מנהל המחקר החקלאי) התמקד בפיזיולוגיה טיפוח ואגרוטכניקה של גידולי שדה בתנאי בעל ובמחקר פיזיולוגי, בדגש על מנגנוני לסבילות לעקת יובש. בהרצאה זו אני אסקור את עבודותיו של בלום על חיטה ואנסה לשפוך אור על שני נושאי מחקר עיקריים: א) העשרת המגוון הגנטי בחיטה - אפיון חומר גנטי אקזוטי של זני חיטה מסורתיים שנאספו בשדות הפלחה בצפון הנגב ב-1967 ליצרנות ואיכות גרגר תחת יובש. ב) כושר מילוי גרגר תחת עקת יובש - ריכוז סוכרים מומסים בקנה ויכולת השינוע שלהם לשיבולת כמנגנון לשיפור הסבילות של הגידול לתנאי עקת יובש טרמינאלית. ההרצאה תנסה לבחון את רעיונותיו וגישתו של בלום בראי הזמן ולאור מחקרים עכשוויים המתבצעים במעבדתנו. בין השאר ננסה ללמוד מאפיון של אוספי טיפוח וניסויי שדה שביצענו בשנתיים האחרונות על מידת המתאם בין תכונות קנה (דחיסות ורוחב) וריכוז הסוכרים המומסים והאם אכן ניתן לקשור בין מאגר הסוכרים בקנה לתהליך מילוי הגרגר תחת תנאי גידול חצי-יובשניים. כמו כן נספר את הסיפור על קומץ זני חיטה עתיקים ואקזוטיים מאוספו של בלום שאבד ברובו, ואותר לאחרונה במקרה בבנק הגנים לחיטה שבמקסיקו. איך הצלחנו להשיב אוסף זה לארץ, לאפיינו ולהביא לשימורו כ"חתיכת הפאזל" האחרונה והחשובה באוסף זני המורשת של פרויקט "ארץ חיטה". ההרצאה תדגים בין השאר כיצד גישות של מחקר וטיפוח אגרוטכני-פיזיולוגי בשדה שהנו תלוי תכונה עשויות לשפר את גידול החיטה, את התאמתו לתנאי האקלים העתידיים ולתרום לביטחון התזונתי בישראל.

# דיכטומיית יצרנות-עמידות: אתגרי המעבר ממחקר בסיסי להתאמת היבול לשינויי אקלים

מנחם מושליון

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות

[menachem.moshelion@mail.huji.ac.il](mailto:menachem.moshelion@mail.huji.ac.il)

האוכלוסייה האנושית גדלה ואיתה גדל גם הביקוש לייצור מזון. ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) צופה שכדי לעמוד בדרישות המזון העולמיות עד שנת 2050, יש להכפיל את ייצור יבולי הדגנים הבסיסיים (FAO, 2017). דרישה זו לאבטחת המזון העולמי מהווה אתגר משמעותי למחקר והפיתוח החקלאי. תהליכי טיפוח מודרניים בשילוב אגרוטכניקה מתקדמת הביאו לשיאי יצרנות בגידולים חקלאיים בעשורים האחרונים. מרבית השיפור ביבול לא הגיע משיפור יעילות מנגנון הפוטוסינתזה אלא כתוצאה מהגדלה של שטח הפעילות האפקטיבי של הצמח. כלומר, הזנים המודרניים גדולים יותר וכתוצאה מכך קולטים יותר חומרים אי אורגנים ואור שמש מהסביבה ולכן הם גם יצרניים יותר. מאידך, תחת תנאי עקה סביבתיים (יובש או חום) הגדלת שטח הפנים של הצמח החשוף לסביבה מגדילה את פוטנציאל הנזק שלו ומביאה לפגיעה חמורה יותר ואובדן יבול, כלומר לפארדוקס היצרנות-פגיעות בטיפוח. פארדוקס זה מהווה אתגר משמעותי מאד בטיפוח לעמידות צמחי יבול ליובש שכן כדי לפתור אותו נדרשת תגובה פיסיוולוגית מהירה ודינאמית של הצמח שמאפשרת כניסה מהירה למצב הגנה ויציאה מהירה ממנו בתום העקה. המהירות והתזמון הנכון, לא מוקדם מידי (איבוד זמן יצרנות) ולא מאוחר מידי (פגיעה פיזית מהיובש) הם המפתח לשיפור היבול תחת תנאי העקה. מנגנוניים פיסיוולוגיים פלסטיים כאלו מאתגרים מאד למדידה באמצעים קונבנציונליים, שכן הם דורשים ציוד ידני ויקר וכח אדם מיומן והם אינם מאפשרים מדידה רציפה והשוואתית (בו זמנית) של אוכלוסיית צמחים גדולה לסביבה משתנה. בהרצאה ארחיב על דרכים חדשות המאפשרות מדידה פונקציונלית ההשוואתית של תגובת צמחים לסביבה משתנה. תוך סימולציה מדויקת של עקות סביבה לצמחים רבים במקביל ובאופן רציף ובכך לאפשר בחירה נכונה יותר של צמחים בעלי פרופיל פסיוולוגי רצוי להמשך עבודה.

# אינטראקציות הורמונליות ומעורבותן בתהליכי התפתחות רפרודוקטיביים בעגבנייה

חגי יסעור

מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני,

[hagai@agri.gov.il](mailto:hagai@agri.gov.il)

להורמונים צמחיים תפקיד מפתח בבקרה על תהליכים פיזיולוגים רפרודוקטיביים בצמחים. מטרת מחקר זה הינה לנסות ולהבין את התפקיד של הורמונים ממשפחות כימיות שונות ואת האינטראקציה בין הורמונים בתהליכי התפתחות הפרח והפרי, תוך שימת דגש על התפתחות הגמטות ועובר הזרע בעגבנייה. על מנת לענות שאלת המחקר השתמשנו באנליזות ריצוף (RNASeq) לזיהוי גנים המבקרים הורמונים שונים, התמקדנו בגנים הקשורים להובלה, מעבר סיגנל וביוסינטזה, ובאמצעות אנליזה של פרופיל הורמונלי על ידי מכשירי הפרדה (UPLC-ESI-MS/MS), ביטוי הגנים והפרופיל ההורמונלי נקבע מרקמות שונות של הפרח והפרי במהלך התפתחותם. בחרנו להתמקד בציטוקינין ואוקסין, להורמונים אלו תפקיד מפתח בתהליכי התפתחות שונים והם ידועים בבקרה ההדדית ביניהם. השתמשנו בצמחי עגבנייה שמבטאים סמני תגובה לציטוקינין (TCS::YFP) ולאוקסין (pIAA::mRFP). ביטוי סמני התגובה בזמן ובמרחב נקבע באמצעות כלים מיקרוסקופיים. ביטוי הגנים והפרופיל ההורמונלי של רקמות הפרח והפרי מצביעות על מארג מורכב הן בזמן והן במרחב בין הורמונים ממשפחות כימיות שונות, ועל בקרה מורכבת של הורמונים אלו על תהליכי התפתחות רפרודוקטיביים. יתרה מכך, דפוס ביטוי סמני התגובה לציטוקינין ולאוקסין מצביע על דינמיקה מורכבת בין הורמונים אלו. האינטראקציה המעניינת ביותר נמצאה בתאי האבקן המקיפים את שק האבקה (תאי הטפטום, רקמת ההזנה של גרגרי האבקה), בגרגרי האבקה ובמהלך התפתחות העובר והאנדוספרם בזרע. דינמיקת הביטוי של ההורמונים שונים מצביעה על תפקידם החשוב בבקרה על תהליכי התפתחות רפרודוקטיביים. בנוסף הורמונים אלו מעורבים בהתפתחות רפרודוקטיבית בתנאי עקת טמפרטורה ואף עשויים לשפר עמידות כנגד עקה זו. תוצרי מחקר זה משמשים וישמשו מחקרים בהם נאפיין מעורבות גנים והורמונים בתהליכי התפתחות רפרודוקטיביים בעגבנייה, ועשויים לשמש ככלי עזר לתוכניות השבחה עתידיות באופן כללי ובפרט לפיתוח כלים לעמידות כנגד עקות סביבה שונות.



# עקת מים וטמפרטורה בגפן היין: תגובות זיכרון בין-עונתיות מול שינויים דינאמיים תוך-עונתיים

אילנה שטיין<sup>1</sup>, שונמית וולברג<sup>1</sup>, שראל מוניץ<sup>2</sup>, יותם זית<sup>3</sup>, ד'וזה גרינצוויג<sup>4</sup>, נועה אוחנה-לוי<sup>5</sup>, גדעון  
גרפי<sup>6</sup> וישי נצר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מו"פ אזורי מזרח, אריאל, <sup>2</sup>יקבי כרמל, <sup>3</sup>Penn State University, PA, USA <sup>4</sup>הפקולטה לחקלאות, רחובות, <sup>5</sup>חוקרת עצמאית, אשלים, <sup>6</sup>קמפוס שדה בוקר, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
[ilanash@ariel.ac.il](mailto:ilanash@ariel.ac.il)

במחקר זה ניסינו להפריד בין תגובות לעקת מים מתמשכת לבין תגובות תוך-עונתיות לשינויי הטמפרטורה. המחקר התמקד בפטוטרות של גפן היין מזן 'קברנה סוביניון'. פטוטרות, בתור איברים שממשיכים להיווצר במשך העונה, מייצגים את המצב הנקודתי, הדינאמי של הצמח. השונו מדדים של מבנה ותפקוד בתחילת, אמצע וסוף העונה של צמחים שגדלו בשדה תחת שלוש רמות של זמינות מים (ללא עקה, עקה מתונה ועקה חריפה) למדדים בצמחים אשר גדלו בפיטוטרון בהשקייה מיטבית תחת שלוש טמפרטורות (22, 28, 32 מ"צ). נמדדו מדדים פיסיוולוגיים ואנטומיים, ונבנה מודל GAM (General Additive Model) המתבסס על נתוני לידימטרים ונתונים מטאורולוגיים בשטח במהלך העונה. בתחילת העונה, פטוטרות בטיפול של עקה חריפה הראו מבנה מותאם לעקת יובש (אורך קצר, צינורות הובלה בעלי קוטר נמוך, ליגנון יותר חזק, ועוד), למרות שהמצב הפיסיוולוגי עדיין היה משופר. תגובה זו כנראה בחלקה תגובת זיכרון אפיגנטית. בתוך העונה שלושת הטיפולים הפכו להיות דומים והראו התאמות דומות- וזה למרות שצמחי הביקורת גדלו ללא עקת מים כלל. כלומר, המבנה הפך לבלתי תלוי בפוטנציאל המים, והזכיר את השינויים שהושרו על ידי טמפרטורה גבוהה בפיטוטרון. ניתוחי רגרסיה הראו חוסר תלות בין קוטר צינורות העצה בפוטנציאל מים, כאשר מוליכות הפיוניות (אך לא פוטנציאל מים) הראתה תלות בטמפרטורה. באופן דומה, GAM הראה כי  $ET_c$  (Crop Evapotranspiration) היה בעיקר תלוי טמפרטורה. התוצאות מצביעות על תגובות זכרון בין עונתיות של עקת מים, המשפיעות על מבנה הפטוטרת בתחילת העונה. בתוך העונה, המבנה הופך לבלתי-תלוי במצב המים, ומושפע בעיקר מטמפרטורת הסביבה. כלומר, שינויי האקלים הצפויים עלולים לשבש את הגידולים החקלאיים על ידי אפקט הטמפרטורה גרידא.

# לימוד התרומה של אלל מהבר לשימור הפוטוסינתזה בחיטה תחת עקת מים

יואב שרעבי, הראל בכר, איתי הרמן וצבי פלג

הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, רחובות (yoav.sharaby@mail.huji.ac.il)

שמירה על יצרנות החיטה ברקע השינויים האקלימיים הצפויים חיונית להבטחת הביטחון התזונתי בעולם. חיטת הבר (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*), ההורה הישיר של החיטה התרבותית, צברה שונות אללית רחבה לתנאי יובש, המתבטאת במנגנוני התאמה פיזיולוגיים שונים, ומהווה מקור גנטי מובטח. השערת המחקר בעבודתנו טוענת כי מחדר גנומי מחיטת הבר על כרומוזום B5 (כ-0.06% מהגנום), שנמצא בעבר כמעורב בשיפור היעילות הפוטוסינתטית, יוכל לתרום לשיפור יעילות ניצול המים בחיטת דורום. מטרת המחקר היו א) אפיון מורפו-פיסיולוגי מעמיק של קווי מחדר של חיטת בר ברקע חיטת דורום תחת זמינות מים משתנה, ו-ב) זיהוי גנים מועמדים החורמים למופע התכונה. על מנת לצמצם את המחדר נעשה שימוש בשלושה קווים; שניים הכילו את המחדר במלואו (51 גנים) והשלישי כלל מקטע קטן מהמחדר המלא (24 גנים). אפיון עקומי תגובה לריכוזי פחמן דו-חמצני עולים חשף יתרון של קווי המחדר המלא, כלומר נתרם מן המקטע העיקרי של המחדר (27 גנים), בשלבי התארכות קנה עד התבטנות, ותחת עקת מים, בלבד. בהתאמה, נמצא יתרון ביעילות ניצול מים בקווי מחדר אלו. בכדי לאפשר זיהוי יעיל של התכונה השתמשנו באינדקס צמחי היפר-ספקטראלי לאפיון הקווים. בחינה גנומית-השוואתית ואפיון פרופילי ביטוי גנים מחיטת הבר העלתה חמישה גנים מועמדים, הנבחנים בימים אלו. בנוסף, על המקטע העיקרי של המחדר זוהה גורם גנטי המוביל להנמכת הקומה ולתיעדוף ביומסה וגטטיבית על פני יבול גרגירים, המתבטא תחת כל משטרי ההשקיה. נראה שאלל זה יוכל להוות מקור לפיתוח קווים בעלי יצרנות גבוהה למספוא. לסיכום, תוצאות המחקר תרמו לצמצום ניכר של גודל המחדר ולשיפור ההבנה של הגורמים המשפיעים על יעילות פוטוסינתטית בחיטה, ובכך מהוות תשתית פיזיולוגית-גנטית לשיפור החיטה הישראלית לתנאי האקלים הצפויים.

## שימוש ברשתות תרמיות להפחתת נזקי קרה בבננה

גל אור<sup>1</sup>, עידן אלינגולד<sup>2</sup>, אבי צרפתי<sup>2</sup>, גלעד הדר<sup>2</sup>, אלעזר גל<sup>3</sup>, נבות גלפד<sup>4</sup>

<sup>1</sup>שה"מ, משרד החקלאות, בית דגן, <sup>2</sup>צמח ניסיונות, עמק הירדן, <sup>3</sup>גניגר מפעלי פלסטיק, גניגר, <sup>4</sup>מיג"ל מו"פ צפון, קריית שמונה. [navotg@migal.org.il](mailto:navotg@migal.org.il)

מקור הבננה באזורים טרופיים, בהם נשמרת טמפרטורת מינימום מתונה כל השנה. כתוצאה מכך, זני הבננה המסחריים רגישים במיוחד לנזקי קרה, המוגדרת כאירוע אקלימי בו יורדת הטמפרטורה ברקמות הצמח מתחת לנקודת הקיפאון של המים. נזקי הקרה, כתלות בעוצמתה, כוללים נשירת אשכולות ופגיעה במילוי הפרי, ופגיעה בצמחים, עד כדי מוות. ניסיונות עבר להגן על המטעים באמצעים שונים נמצאו לא כלכליים או בעלי יכולת הגנה מוגבלת. רצף חסר תקדים של ארבע שנות קרה, בין החורפים 2013/14-2016/17, הניע אותנו לבחון, לראשונה בגידולי מטע, את השימוש ברשתות תרמיות באחודי הצללה שונים (30%, 40%, 50%) כאמצעי להגנה על מטעי הבננה מנזקי קרה קרינתית. נמצא מתאם שלילי חזק בין רמת ההצללה של הרשתות, לרמת נזקי הקרה. לאחר אירועי קרה, נצפו נזקים קלים בלבד בצמחים שמעליהם נפרשה רשת תרמית 50% הצללה, בהשוואה לפגיעה ניכרת שנמצאה בצמחים שגודלו תחת הרשת המשקית (10% הצללה). הצמחים שזכו להגנה של הרשת התרמית היו בקיץ העוקב חסונים ובריאים יותר, וכתוצאה מכך נרשמה עלייה משמעותית במספר האשכולות המשווקים, תוספת במשקל האשכול (בשיעור של 18%), וביבול הכולל. רמת הפגיעה במדדים שונים הקשורים לתפקוד המערכת הפוטוסינתטית ומצב משק המים בבוקר שלאחר אירוע הקרה הייתה נמוכה משמעותית תחת הרשת התרמית (50% הצללה), ביחס לרשת המשקית (10% הצללה). גם חודשיים לאחר אירוע הקרה לא חל שיקום מלא של המערכת הפוטוסינתטית, ונשמר הפער ברמת הנזקים הפיזיולוגיים בין הרשת המשקית לרשת התרמית. נזקי קרה נובעים משילוב של טמפ' נמוכה בלילה, וקרינה ביום העוקב. ההגנה שמספקות הרשתות התרמיות נובעת משילוב בין שמירה על טמפ' גבוהה יחסית ברקמות הצמח במהלך אירוע הקרה, והפחתה ניכרת של רמת הקרינה ביום שלאחר אירוע הקרה.

# שינויים בדרישה מינרלית של עצי שקד לאורך עונת הגידול

אור שפרלינג

מנהל המחקר החקלאי ([orsp@agri.gov.il](mailto:orsp@agri.gov.il))

שיקולים כלכליים וסביבתיים מחייבים את מגדלי השקד לדישון יעיל ואמצעים טכנולוגיים של דישון מינרלי במערכת ההשקיה (הדשיה) מאפשרים יישום מינרלים מתוזמן ומדויק. אלא שבשל פערי מידע, הדשיה בישראל יעילה פחות מפיזור דשנים מוצקים במטעים האמריקאים. לכן, אנו אפיינו את השינויים העונתיים בדרישות ההזנה של עצי שקד במטרה לבסס מודל להדשיה משתנה ומדויקת. הקמנו מערך מכלים גדולים לבדיקת קליטת מים ומינרלים של עצי שקד לאורך ארבע שנים. מדדנו גם פוטוסינתזה והידראוליקה בעצים על-מנת לקשר בין זמינות המינרלים לתהליכים פיסיולוגיים. כך, בדקנו את ההשפעה של חנקן, זרחן ואשלגן על צימוח וניבה של עצי שקד בישראל. המחקר המחיש שעצי שקד קולטים חנקן על-פי קצב הדיות, ושזמינות גבוהה של חנקן חיונית לשלבים הראשונים של הצימוח העונתי. אלא שבעודפי דישון העצים יפתחו נוף על חשבון שורש או אגירת סוכרים לאנרגיה, ויסבלו ממחסורי מים (בהשקיה יתרה) וסוכרים בהמשך עונת הגידול. זיהינו גם את חשיבות הזרחן לשפעול ושינוע מאגרי העמילן לצורך לבלוב וחנטה בסוף החורף. כך, ניתן משנה חשיבות לדישון הקיצי שהתרחש כארבעה חודשים מוקדם יותר. לבסוף, לא זיהינו תרומה משמעותית לזמינות אשלגן גבוה. יתכן שהניסוי היה קצר מהשפעות האשלגן, או שעצי שקד מחליפים אשלגן ביונים דומים. על-פי ממצאינו ניסחנו המלצות דישון חדשות למטעי שקד בישראל שמפחיתות את יישום החנקן וממקדות אותו לשלבי הגידול הראשונים. בהמשך העונה המלצנו להגביר את השימוש בזרחן. המלצנו גם לצמצם את יישום האשלגן, ולדשן בו החל מאמצע עונת הגידול. ניסחנו מדדים פיסיולוגיים מקוריים לאפיון מצב ההזנה בשדה ופתחנו אמצעי חישה מתאימים. לבסוף, פתחנו כלי אינטרנטי לחישוב ותכנון הדשיה עונתית שמתחשב בפוריות המטע ובזמינות המינרלים במי ההשקיה (למקרה של שימוש בקולחים).

# הכוונת הדישון באשלגן: יישום תובנות מאיזותרמות ספיחה - שימוש חדש בעקרונות ישנים

משה שנקר<sup>1</sup>, אשר אייזנקוט<sup>2</sup>, רועי גוטהלף<sup>1</sup>, אנינדיטה סת<sup>1</sup>

<sup>1</sup> הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית; <sup>2</sup> שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
([moshe.shenker@mail.huji.ac.il](mailto:moshe.shenker@mail.huji.ac.il))

אשלגן הוא מיסודות ההזנה העיקריים בתכניות הדישון של גידולים חקלאיים, ירקות, מטעים ועוד. זמינותו בקרקעות מאופיינת ע"י מדדי כמות ( $Q$ , quantity) ועוצמה ( $I$ , intensity). כל אחד מאלה נבדק באופן שונה. מדדי  $Q$  חשובים, מאחר וניתן לקשור אותם באופן ישיר לכמות היסוד הנצרכת ע"י הגידול, אולם אין בהם מידע על מידת הזמינות של היסוד. מדדי  $I$  חשובים, מאחר והם משקפים את מידת הזמינות, אולם אין בהם מידע לגבי כמות היסוד הקיימת בשדה, האם היא מספיקה לצימוח תקין ולנשיאת היבול המצופה. בדיקות הקרקע המקובלות לאפיון מדדי ה- $Q$  הינן מיצוי כלל האשלגן החליף, או מיצוי האשלגן "החליף בקלות". ריכוז האשלגן בתמיסה איתה באים שורשי הצמח במגע, מהווה מדד  $I$ , אולם בסדרת ניסויים של גידול צמחי עגבנייה במערכות גידול שונות, הראינו שמדד זה טוב למערכות חסרות קרקע, ואילו בגידול בקרקע מדד ה- $I$  הנכון כולל לא רק את ריכוז האשלגן אלא גם את ריכוז הקטיונים המתחרים, סידן ומגנזיום. על פי ריכוזי יונים אלה מחושב מדד ה- $F$ . המבטא את כמות האנרגיה שיש להשקיע כדי למצות אשלגן מהקרקע, וההנחה היא שאת האנרגיה הזו משקיע הצמח הקולט אשלגן מהקרקע. היחס בין האשלגן לבין הסידן והמגנזיום, ולכן גם ערכו של מדד ה- $F$ , תלוי בהרכב היונים בקומפלקס החליף של הקרקע, אך לא בכמות שלהם. איזותרמות חילוף קטיונים מבטאות את תלות מדד ה- $Q$  במדד ה- $I$ . מדד ה- $I$  בשדה יכול להיות מוסט כלפי מעלה, ע"י תוספת דשן אשלגני, או כלפי מטה עקב צריכת אשלגן ע"י הגידול. היחס  $Q/I$  מבטא את כושר הקרקע לשמור על מדד ה- $I$  שלה. בהרצאה תוצג גישה כמותית לקביעת הצורך בדישון וקביעת כמות הדשן הנחוצה, בהתאם לקוי מחשבה אלה.

## השפעת ריכוז החנקן במי ההשקיה על צריכת מים ויסודות מזון של עצי מנגו

<sup>1</sup>אבנר דילבר, <sup>2</sup>אור שפירא, <sup>1</sup>אורי הוכברג

1. המכון לקרקע, מים וסביבה, מנהל המחקר החקלאי

2. מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי

הערכנו את השפעת שלוש רמות של דישון חנקתי (2, 10 ו- 20 ח"מ) על צריכת המים ויסודות המזון של עצי מנגו מזן קיט שגדלו בלידימטרים (מסוג שטיפה) במשך 4 שנים. נפח הנקז וריכוז יסודות המזון בנקז, בעלווה ובפירות נדגמו ברציפות כדי לכמת את צריכת המים והמינרלים של העצים ולהפריד בין המבלע הפירותי והעלוותי. ריכוזי החנקן במים השפיעו מאוד על גודל העצים, היבול, וצריכת המים ויסודות המזון השנתיות. ריכוז חנקן של 10 ח"מ (יחס אמון: חנקן של 1:1) יצרה את העצים הגדולים ביותר, שהניבו הכי הרבה יבול (56 ק"ג), צרכו הכי הרבה מים (16.3 מ"ק לשנה) והכי הרבה חנקן (196 גרם לשנה). 20 ח"מ התגלה כדישון עודף שהוביל לפחיתה ביבול (70-19 פחת, תלוי בשנה), בצריכת המים (36% פחת) ובצריכת החנקן (6% פחת). גם דישון בחסר (2 ח"מ) גרר פגיעה ביבולים (55-43 פחת), בצריכת המים (43% פחת) ובצריכת החנקן (87% פחת). צריכת המים היומית השתנתה מאוד לאורך השנה מ10 ליטר לעץ בינואר ועד 100 ליטר לעץ בעת הבשלת הפרי. ע"י בדיקת השפעת הסרת הפירות על מוליכות הפיוניות ניכר שלמבלע הפחמני יש חשיבות גדולה בצריכת המים של העץ. המדידות הצביעו גם על חוזק המבלע החנקתי של הפירות, שבשיא התפתחותם צרכו בערך גרם חנקן ליום לעץ. בטיפול 2 ח"מ, מבלע זה היה אף יותר חזק מאספקת החנקן לכל העץ, מה שמצביע על שימוש ברזרבות חנקן משאר חלקי העץ. הממצאים מדגישים את חשיבות ממשק הדישון החנקתי על משק המים ופוריות העצים.

## שימוש בבורות גידול כשיטה לגידול בקרקעות שוליות- אוכמניות כמקרה מבחן

גיא תמיר<sup>1,2</sup>, דגן עלי<sup>3</sup>, שמואל דילכה<sup>1</sup>, אשר בר-טל<sup>4</sup> וניר דאי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, מכון וולקני; <sup>2</sup>מ"פ ההר המרכזי; <sup>3</sup>החוג למטעים וצמחי נוי, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים; <sup>4</sup>המכון לקרקע, מים ומדעי הסביבה, מכון וולקני. scagtamir@gmail.com

הצריכה הגוברת והולכת של פרי האוכמניות תחייב נטיעה בקרקעות שאינן מיטביות (תכולת גיר גבוהה, אוורור לקוי ותכולת חומר אורגני נמוכה). מטרת המחקר הייתה לבחון את ההיתכנות של גידול אוכמניות בבורות גידול, בשילוב עם שיטות החמצה שונות, כשיטה לגידול בקרקעות חרסיתיות וגירניות. צמחי אוכמניות (*Vaccinium spp*) נשתלו בבורות בנפח 64 ליטר, שמולאו בקרקע חולית ("חמרה"), בתערובת טוף־כבול (60% ו-40%, נפחי) או בקרקע חרסיתית-גירנית בשילוב עם שלושה יחסים של חנקן אמוניקלילחנקן כללי (33%, 66%, 100%). שתי רמות של גופרית אלמנטרית (2 או 4 גרם לליטר מצע) יושמו כטיפול משנה בקרקע החרסיתית-גירנית, בשני טיפולים של חנקן אמוניקלילחנקן כללי (33% ו-100%). טיפולי אמון גבוה (66% ו-100%) החמיצו את תערובת הטוף־כבול ואת החמרה מתחת ל-pH 6.0, תוך 250 יום. הירידה החדה ביותר ב-pH הושגה ביחס חנקן אמוניקלילחנקן כללי של 100%. בגידול בקרקע חרסיתית-גירנית, רמת ה-pH נשמרה יציבה במשך 650 יום. תוספת גופרית אלמנטרית גרמה לירידה מתונה ב-pH, בעיקר בשילוב עם יחסים גבוהים של חנקן אמוניקלילחנקן כללי. הירידה ב-pH, בחמרה ובתערובת טוף־כבול שיפרה את מדדי הצימוח (קוטר גזע וגובה צמח), וריכוזי הכלורופיל והמנגן בעלים, בעונת הצימוח המרכזית, בהשוואה לקרקע החרסיתית-גירנית. אולם, לא נמצאו הבדלים במדדים אלה, בגידול בתערובת טוף־כבול העשירה בחומר אורגני, בהשוואה לחמרה, העניה בחומר אורגני. תוספת גופרית שיפרה את מדדי הצימוח בהשוואה לטיפול ללא תוספת, בעיקר בטיפול ביחס חנקן אמוניקלילחנקן כללי של 100%. תוצאות אלה מצביעות, שגידול אוכמניות בבורות גידול ממולאים בקרקע־מצע עני בגיר ומאוורר בשילוב עם יחס חנקן אמוניקלילחנקן כללי גבוה ו־או תוספת גופרית, יכולה להיות שיטה מבטיחה לגידול אוכמניות בקרקעות חרסיתיות וגירניות. אולם, יש לבסס מסקנה זו במחקר ארוך טווח במטע מניב.

## תכונות הסעת המומסים של הריזוספירה מושפעות מנוכחות הפרשות שורש

עמית פאפוריש<sup>1</sup>, הראל בבלי<sup>1</sup>, רייצ'ל סטריקמן<sup>2</sup>, רבקה ניומן<sup>2</sup> ונמרוד שוורץ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית', האוניברסיטה העברית בירושלים. <sup>2</sup> המחלקה להנדסה אזרחית וסביבתית, אוניברסיטת וושינגטון, סיאטל.

[amit.paporisch@mail.huji.ac.il](mailto:amit.paporisch@mail.huji.ac.il)

הפרשות שורש משנות את התכונות הפיזיקליות של הריזוספירה, אך השפעת שינויים אלו על הסעת מומסים לא נחקרה. בעבודה זו נבחנה השפעתם של מוצילג שהופק מזרעי צ'יה ושל הפרשות שורשי חיטה על הסעת יודיד ואשלגן בעמודות קרקע בתנאי רוויה מלאה וחלקית. הוספת מוצילג או הפרשות שורשי חיטה לקרקע חמרה, או לחול בעל מרקם גס יותר, הובילה לשינוי בהסעת המומסים בקרקע. בקרקע רוויה, אליה הוספו הפרשות השורש, פריצה ראשונית של שני המומסים התרחשה לאחר העברת נפח נקבובים קטן יותר דרך עמודת הקרקע, בהשוואה לקרקע ביקורת ללא הפרשות שורש, ושיא הריכוז של המומסים נמדד לאחר העברת נפח נקבובים גדול יותר. בדומה, בניסוי הסעה בתנאי רוויה חלקית נדרשה שאיבה של נפח מים קטן יותר מקרקע עם הפרשות השורש, בהשוואה לנפח שנשאב מקרקע הביקורת, לקבלת פריצה ראשונית של המומסים. שינויים אלו מרמזים על מעבר מהסעה בתנאי שיווי משקל בקרקע הביקורת להסעה בתנאים של חוסר שיווי משקל פיזיקלי בקרקע עם הפרשות, ככל הנראה עקב ירידה במוליכות ההידראולית של נקבובי קרקע המכילים הפרשות שורש בהשוואה למוליכות של אותם נקבובים ללא הפרשות. לתוצאות המדודות של עקומי הפריצה בתנאי רוויה הותאם מודל הסעת מומסים בתנאים של חוסר שיווי משקל פיזיקלי (dual-porosity mobile-immobile). מודל זה מניח שהמדיום הנקבובי מורכב משני חלקים הנבדלים בתכונות הפיזיקליות שלהם, חלק נייד וחלק לא נייד. עפ"י המודל שהותאם לתוצאות המדודות, החלק היחסי של הנקבובים הלא ניידים עלה מ-0.05% בקרקע הביקורת ל-0.3-0.75 בקרקע המכילה מוצילג או הפרשות שורשי חיטה בריכוז 0.65%. תוצאות המחקר מלמדות על השפעה ניכרת של הפרשות שורש על הסעת מומסים בקרקע, השפעה שיש לקחת בחשבון בבחינת הדינמיקה של חומרי הזנה בריזוספירה וזמינותם לצמח.



# השפעת מסלול ההטמעה של חנקן ומשטר הדישון על המערכת הפוטוסינתטית ועל רמת הרדיקלים החופשיים בכלורופלסט במצבי עקה

גל גלעד ושילה רודנווסר

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה gal.gilad1@mail.huji.ac.il

אנרגיית השמש מעודדת עירור אלקטרונים במרכזי הריאקציה של המערכות הפוטוסינתטיות, ומניעה שרשרת תהליכים המובילים ליצירה של סוכרים. בנוסף למעבר אלקטרונים הלינארי שמוביל ליצירה של כוחות מחזרים ואנרגיה תאית, אלקטרונים יכולים לנוע במסלולים אלטרנטיביים כגון, להטמעת חנקן וגופרית, מסלול מעבר אלקטרונים מעגלי ויצירה של אנטיאוקסידנטים. למסלולים אלו חשיבות רבה בניחוב אנרגיית השמש במצבי עקה, כגון אור גבוה ויובש, בהם עודף אלקטרונים עלול לגרום לייצור מוגבר של רדיקלים חופשיים ופגיעה במערכות הפוטוסינתטיות. בעבודה זו בחנו את ההשערה שניחוב אלקטרונים אל מסלול הטמעת חנקן יכול לשמש כמבלע לאלקטרונים עודפים ובכך לשפר את עמידות הצמחים בפני עקת אור גבוה. מעורבות מסלול הטמעת חנקן בעמידות בפני אור גבוה נבחנה באמצעות שימוש בצמחי ארבידופסים מוטנטים, הפגועים בגנים *glutamate synthase1*, *glutamine synthetase2*, *nitrate reductase* המשתתפים במסלול ההטמעה של חנקן. בחינת קצב הטמעת החנקן ומדידת יעילות PSII בקווים השונים תחת תנאי אור גבוה הראתה התאמה בין ירידה בקצב הטמעת החנקן לירידה ביעילות PSII, מה שמעיד על חשיבות מסלול הטמעת החנקן במניעת נזקים למערכת הפוטוסינתטית. טיפול בצמחים בחנקה כמקור חנקן שיפר את יעילות המערכת הפוטוסינתטית, בהשוואה לטיפול באמון חנקתי, מה שיכול להעיד על חשיבות מסלול הטמעת חנקן במניעת פגיעה במערכות הפוטוסינתטיות. על מנת לנתר את רמות הרדיקלים החופשיים הוחדר לקווים שנבחנו חלבון פלואורסנטי המדווח על המצב החימצוני של גלותתיון בכלורופלסט. מצאנו כי ירידה בקצב הטמעת החנקן בקווים המוטנטים התרחשה בהתאמה לירידה בפעילות אנטיאוקסינטיבית בכלורופלסט, בעיקר תחת תנאי אור גבוה ( $1200\mu E$ ). תוצאות אלו יכולות להוות בסיס מדעי לכיווןן משטר הדישון, לטובת חנקה כמקור חנקן עיקרי, בתנאי אור גבוה ויובש, על מנת לשפר את וויסות רמות האנרגיה במערכת הפוטוסינתטית.

# השפעת קירות ירוקים על המיקרו-אקלים בסביבה תוך וחוץ מבנית

איתמר לנסקי ונעה צוקרמן

המחלקה לגיאוגרפיה וסביבה, אוניברסיטת בר אילן Itamar.lensky@biu.ac.il

אי החום העירוני נגרם מפעילות אנושית ומשפיע (לרעה) על רווחתו של האדם. צמחייה אנכית בערים יכולה לשמש כפתרון מבוסס טבע לתופעות שליליות של תהליכי עיור וכאמצעי התאמה (adaptation) לשינויי אקלים. השפעתם של קירות ירוקים על הסביבה טרם נאמדה באופן מקיף על בניין אמיתי. מטרת המחקר היא לאמוד את השפעת הקירות הירוקים על המיקרו-אקלים לאורך היממה, עונות השנה ותחת תנאים סינופטיים שונים. במסגרת מחקר קירות ירוקים הגדול בהיקפו כיום בעולם הוקמו באוניברסיטת בר-אילן שני קירות ירוקים (הקניון הירוק) ומערך ניטור סביבתי על הקניון הירוק ועל זוג בניינים זהים המשמשים כביקורת (הקניון האפור). ב 10/2019 החל ניטור, וב 11/2019 הוכנסה הצמחייה. נאספו נתונים סביבתיים: טמפרטורה, לחות, רוח וקרינה בקניונים. בתוך המבנים: טמפרטורת קיר, אוויר ושטפי חום. הנתונים נותחו בהשוואה בין הקניונים, לאורך היממה, העונות ומצבים סינופטיים שונים (כולל גלי חום). נמצאה הפחתה של קרינה (קצרת וארוכת גל) היוצאת מהקניון הירוק. הקירות הירוקים מיתנו את טמפרטורת האוויר סמוך לקירות בגבהים שונים ובמרכז הקניון כאשר ההפחתה המשמעותית ביותר התרחשה בעיקר בגלי חום ובחודשי הקיץ ואילו בחודשי החורף הקניון הירוק נמצא יותר חם מהאפור. בפנים המבנה, בקיץ נצפתה הפחתה בטמפרטורת אוויר יותר גדולה מזו שמחוץ למבנה ועליה בטמפרטורת האוויר בחודשי החורף. להשפעה על הטמפרטורה הפנים מבנית השלכות על חיסכון בחשמל. תוצאות מחקר זה ישמשו כבסיס לבחינת ההשפעה של קירות ירוקים על בריאות הציבור והערכה כלכלית (עלות/תועלת) של קירות ירוקים. מידע זה יתמוך בהבנת הפוטנציאל של קירות ירוקים (פתרונות מבוססי טבע) לשיפור התנאים הסביבתיים בערים ובקבלת החלטות הקשורות לתכנון ערים ובפרט כאמצעי התאמה (adaptation) לשינויי אקלים.

# הערכה כלכלית של שירותי מערכת אקולוגית: המקרה של שירותי נוף כמרכיב בביקוש לתיירות חקלאית

שחר חתן<sup>1</sup>, עליזה פליישר<sup>1</sup>, ענת צ'צייק<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. הפקולטה למדעי החקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.

<sup>2</sup>. המחלקה לגאוגרפיה וסביבה, אוניברסיטת בר-אילן.

(shachar.hatan@gmail.com)

נופים טבעיים ונופים חקלאות מספקים מגוון רחב של שירותי מערכות אקולוגיות, ביניהם נוף אסתטי. מכיוון שלשירותים אלה אין ערך שוק, מקבלי החלטות על הקצאת שימושי קרקע נוטים לעיתים להתעלם משירותים אלו, לטובת התפשטות עירונית. כתוצאה מכך הקצאת משאבים עשויה להיות לא מיטבית. במחקר זה אנו מציעים שיטה חדשנית להערכת שירותי הנוף של מערכות אקולוגיות טבעיות וחקלאיות באמצעות המקרה של שוק התיירות החקלאית בישראל. אנו ממדלים את שוק התיירות החקלאית כשוק אוליגופוליסטי עם מוצרים מבודלים ומנסחים מודל שיווי משקל עם משוואות מבניות של היצע וביקוש, בפרט, משוואות ביקוש *double nested logit* ומשוואת תמחור של יצרן בתחרות אוליגופוליסטית, בטווח הקצר. המשוואות המבניות באות לידי ביטוי כפונקציה של התכונות של אתרי התיירות החקלאית, ביניהן המרכיבים של הנוף הטבעי והחקלאות. אנו משתמשים בנתוני שוק אגרגטיביים ובנתוני GIS כדי לאמוד את מודל שווי המשקל. אנו מוצאים כי במקרה של התפשטות עירונית על חשבון שטחים חקלאיים או טבעיים, אובדן הרווחה נע בין \$ 108,000 ל-\$ 197,000 לקמ"ר, תלוי בסוג המערכת האקולוגית הנרמסת ואילו במקרה של התפשטות חקלאית על חשבון שטחים טבעיים, אובדן הרווחה נאמד ב-141,000 דולר לקמ"ר. אובדן רווחה זה יכול להיחשב כערכם הכלכלי של שירותי אסתטיקה נוף לשוק התיירות החקלאית. ממצאים אלה ממחישים את הפוטנציאל של שימוש בשיטת הערכה זו עבור מערכות אקולוגיות אחרות בשווקים אחרים.

## חישה מקרוב (Proximal sensing) של מערכות צמחיה אנכיות במרחב העירוני

נעה צוקרמן<sup>1</sup>, יפית כהן<sup>2</sup>, ויקטור אלחנתי<sup>2</sup>, איתמר לנסקי<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לגיאוגרפיה וסביבה, אוניברסיטת בר אילן

<sup>2</sup> המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני

Noa.zuckerman@biu.ac.il

קירות וגגות ירוקים במרחב העירוני הוכרו כפתרון מבוסס טבע לתופעות שליליות של תהליכי עיור וכאמצעי התאמה (adaptation) לשינויי אקלים. לצורך הבנת הפוטנציאל של מערכות צמחיה אנכיות, קיים צורך בניטור ארוך טווח. נוסף על התרומה הסביבתית שניתן להפיק מאיסוף המידע, ניטור הצמחייה מאפשר הערכה של מצב הצמח ללא מגע, מה שעשוי להודיל את עלויות התפעול והתחזוקה של מערכות מורכבות אלה. במסגרת מחקר באוניברסיטת בר אילן הוקמו קירות ירוקים (על שטח קירות של כ-900 מ"ר) בשתי טכנולוגיות גידול אנכי (Green/living wall ו-Vertical forest). החל ממרץ 2020 פעם בשבוע - שבועיים צולמו הקירות הירוקים. הצילומים בוצעו מהקרקע באמצעות מצלמה היפר-ספקטרלית (Specim IQ) ומצלמה תרמית (A655sc FLIR). התמונות עוגנו ונותחו בשילוב התוכנות ArcGIS pro ו-ENVI ובעזרת שיטות עיבוד תמונה בפייתון. הניתוח כלל חילוף של פיקסלים של צומח, חישוב של מדדי צומח ספקטריים (VI) ומדדים תרמיים והפקת סדרות זמן של המדדים השונים בשילוב עם נתונים מטאורולוגיים. סדרות הזמן מציגות רגישות להתפתחות הצומח מחד ולהשפעות שליליות של אירועים משמעותיים (לדוגמא גל חום ואירוע התייבשות באזור בקיר). סדרות הזמן, בשילוב עם הנתונים המטאורולוגיים, נמצאו משלימות ובעלות יכולת זיהוי מוקדם של בעיות. בסדרות הזמן של הצמחייה ניתן לזהות שינוי נפח (וביומסה) של הצמחייה, חיוניות הצמח, אזורים יבשים וכאלה המועדים להתייבשות, כאשר זיהוי מוקדם יאפשר טיפול נקודתי בבעיה וחסכון בעלויות תפעול גבוהות. מחקר זה עשוי לתרום לשיפור ניטור הצומח בקירות ירוקים בסביבה עירונית, ולייעול התפעול השוטף שלהם המהווה כרגע אחד החסמים ליישום נרחב של פתרון מבוסס טבע זה.

## השפעת קירות ירוקים על ריכוז ה-CO<sub>2</sub> בחללים סגורים

יהודה טונגשטיין, דוד הלמן

המכון למדעי הסביבה (מדעי הקרקע והמים), הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים. (yehuda.toungshtein@mail.huji.ac.il)

למערכות צומח בעיר ישנן השפעות על חיסכון באנרגיה במרחב העירוני, מיקרו-אקלים עירוני, הפחתת זיהום אויר, בידוד רעשים, וכן השפעות סוציולוגיות ופסיכולוגיות. בנוסף, מערכות אלו משווקות ככאלו המפחיתות את ריכוז הפחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) בחללים סגורים. מכיוון שריכוזים גבוהים של CO<sub>2</sub> נמצאו כפוגעים ביכולות הקוגניטיביות והביצועיות בחללי עבודה, קיימת מוטיבציה גבוהה לבחון ולכמת את השפעת נוכחות מערכות של קירות ירוקים על ריכוז ה-CO<sub>2</sub> בחללים סגורים. לצורך כך, הקמנו מערכת קיר ירוק הידרופונית אנכית בגודל של כ-15 מטר רבוע בחלל של כ-65 מ"ק במעבדה לניטור ומידול מערכות צומח בפקולטה לחקלאות. הקיר מורכב מ-6 מיני צמחי נוי שונים וסמוך לקיר ובחלל החדר מותקנים חיישנים למדידת ריכוזי CO<sub>2</sub> במרחקים (וגבהים) שונים. מלבד זאת, חיישני טמפרטורה ולחות יחסית מותקנים סמוך לקיר ובמקומות שונים בחלל החדר. בנוסף למדדים התוך-מבניים, נאספים נתוני CO<sub>2</sub>, קרינה, לחות וטמפרטורה מחוץ למעבדה. פעילות הצמחים מנוטרת בעזרת מדידות ידניות של חילופי גזים, כאשר המדידות מתחשבות במינים השונים ובעוצמות האור השונות על הקיר. בכל מדידה נאספים גם צילומים תרמיים והיפר ספקטראליים על מנת למדל את התהליכים השונים בכלים של חישה. המחקר בוחן את הריכוזים של CO<sub>2</sub> לפני ואחרי התקנת הקיר ובנוסף את השינויים במהלך העונות, הבדלי יום ולילה ועוד. בהרצאה זו, נציג תוצאות ראשוניות הבוחנות את ביצועי המינים השונים הגדלים על הקיר מבחינת קיבוע פחמן וצריכת מים, ואת התגובה לשינויי עוצמת אור וכן לחשיפה לרמות שונות של CO<sub>2</sub>. מלבד זאת, נבחן את הקשר בין מדדים ביו-פיזיקליים אלו למדדים ספקטראליים ותרמיים שהתקבלו בעזרת חישה.

## קולט סולרי עם הפרדה ספקטרלית לשדות חקלאיים פתוחים (אגריוולטאי)

ילנה ויטושקיין<sup>1</sup>, שחף בראון<sup>2</sup>, אברהם קריבוס<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני.

<sup>2</sup>. ביה"ס להנדסה מכנית, הפקולטה להנדסה, אוניברסיטת ת"א

elenav@volcani.agri.dov.il

שילוב של הפקת חשמל וגידול חקלאי הוא הנושא שנבחן באמצעות מחקרים מדעים ופרויקטים מסחריים ברחבי העולם. הפקת חשמל פוטוולטאי מעל שדה חקלאי יכולה להיות יעילה יותר עקב הירידה בטמפרטורת הקרקע שמפחיתה את הקרינה הנפלטת מהקרקע, ומובילה לירידה בטמפרטורת הפאנלים. מצד שני, הפחתת קרינת השמש שמגיעה אל הגידול יכולה לפגוע בכמות ובאיכות היבול, ובכך מפחיתה את כדאיות המערכת לרוב הגידולים. הפתרון המוצע מתבסס על הפרדה ספקטרלית כאשר האור הנראה, קרינה פוטוסינתטית PAR=Photosynthetically Active Radiation, מועבר כלפי מטה אל הגידול החקלאי והספקטרום האינפרא הקרוב (NIR = Near Infra-Red), מנוצל להפקת חשמל. פתרון כזה מבוסס על מפצל אופטי עם פיצול ספקטרלי מסוג "מראה חמה" שמעביר את הנתח המתאים של קרינת השמש לפנל פוטוולטאי בזווית  $45^\circ$ . הקולטים עוקבים אחרי השמש בציר אחד, ממזרח למערב ומאחר ואין ריכוז קרינה, אין צורך בדיוק עקיבה גבוה. מערכת אגריוולטאית זו עם הפרדה ספקטרלית מתאפיינת בתכנון פשוט המבוסס על רכיבים מסחריים ללא צורך באופטיקה מאד מדויקת. השפעת שדה הקולטים על תפוקת היבול צפויה להיות נמוכה יותר, ולכן יש אפשרות להגדיל את צפיפות קולטים בשדה. קולט בקנה מידה מעבדתי תוכנן ונבנה במטרה לאמת את הפתרון המוצע באמצעות הדגמה ניסיונית. בוצעו מדידות של שטפי קרינת שמש לכיוון הקרקע ולפאנל סולארי, ונמדדה תפוקת ייצור החשמל. במקביל, פותח מודל לסימולציות של הביצועים האופטיים באמצעות תכנת TracePRO לביצוע ניתוח ואימות של התוצאות בצורה מעמיקה יותר. התוצאות הניסיוניות והחישוביות ישמשו כבסיס לתכנן ולחיזוי ביצועים עבור שדה קולטים עתידי בקנה מידה גדול.

# השפעת התקנת יריעות פוטוולטאיות אורגניות בתוך חממות לגידול עגבניות על המיקרו-אקלים והיבול

רועי גרימברג<sup>1,2</sup>, מאיר טייטל<sup>1</sup>, שי עודר<sup>1</sup>, אשר לוי<sup>1</sup>, פרהד גאולה<sup>1</sup>, ילנה ויטושקין<sup>1</sup>, אביתר  
ציפר<sup>1</sup>, שלי גנץ<sup>3</sup>, איברהים יחיא<sup>4</sup>, אסתר מגדלי<sup>4</sup>, רוני אמיר<sup>3</sup>, אבי לוי<sup>2</sup>

<sup>1</sup> מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

<sup>2</sup> המחלקה להנדסת מכונות, אוניברסיטת בן גוריון בנגב

<sup>3</sup> שה"ם - משרד החקלאות

<sup>4</sup> מו"פ המשולש, כפר קרע

כתובת דוא"ל: [roeing@post.bgu.ac.il](mailto:roeing@post.bgu.ac.il) ; [grteitel@agri.gov.il](mailto:grteitel@agri.gov.il)

מחקר זה בוחן שילוב יריעות פוטוולטאיות אורגניות, גמישות ושקופות למחצה, בחממות לגידול עגבניות, במטרה להגדיל את רווחיות המגדלים ולעבור לאנרגיה מתחדשת. נבחנו שתי יריעות הנבדלות בצבען, האחת אדומה והשנייה כחולה, ובספקטרום האור אותו מעבירות לגידולים. נערכו ניסויים לאפיון מעבירות האור דרך היריעות ונמדד ההספק החשמלי המופק מהן, כתלות בזווית ביחס לשמש ובאופן בו היריעה מותקנת. מהניסויים עולה כי המעבירות לקרינת שמש יורדת עם הגדלת הזווית ביחס לשמש (בזווית אפס קרני השמש ניצבות ליריעה), כאשר לאדומה מעבירות מקסימלית של 35% ולכחולה 27.4%. אופייני זרם-מתח של היריעות הראו ירידה בהספק שמייצרות היריעות עם הגדלת הזווית ביחס לשמש. ההספק המקסימלי מהיריעה האדומה היה  $12.6 [Wm^{-2}]$  לעומת  $18.3 [Wm^{-2}]$  מהכחולה. נראה כי הנצילות של האדומה עולה עד 1.1% עם הגדלת זווית הפגיעה לעומת שמירה על נצילות קבועה של הכחולה סביב 1.9%. הניסוי המרכזי במחקר עוקב אחר שתי חממות בהן מותקנות היריעות. באחת, היריעות הכחולות מכסות 26.8% משטח הרצפה ובחממה השנייה מותקנות האדומות עם כיסוי של 27.3%. חממה שלישית ללא יריעות משמשת כביקורת. בשתי החממות הראשונות מותקנת מערכת הכוללת מדידי טמפרטורה ולחות, טמפרטורת קרקע ושטף חום לקרקע, לידימטרים, מדי מהירות וכיוון הרוח ומדידי קרינה גלובלית בגובה המרזב ובגובה צמרות הצמחים. תחנה מטאורולוגית למדידת פרמטרים אקלימיים הוקמה בשטח. נערך מעקב שבועי אחר גובה הצמחים, טמפרטורת העלווה ויבול בכל אחת מהחממות. מתוך ממוצע דגימות באמצע היום (11:00 - 13:00), בשבוע האחרון ביולי, לא נראים הבדלים משמעותיים בין המבנים בקרינה החודרת למבנה, בטמפרטורת האוויר, בלחות היחסית, בשטף החום לקרקע, בטמפרטורת הקרקע ובמהירות האוויר במבנה. ההבדל היחיד המשמעותי היה בטמפרטורת היריעות הפוטוולטאיות. האדומות היו חמות ב 6.1 מ"צ מהכחולות.

## משק מודל לחקלאות בת קיימא בנווה יער - איפה אנחנו על הספקטרום?

יעל לאור

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
([laor@volcani.agri.gov.il](mailto:laor@volcani.agri.gov.il))

חקלאות מחדשת (רגנרטיבית) (regenerative agriculture) היא גישת שימור ושיקום למערכות חקלאיות לייצור מזון. גישה זאת הרואה במערכת הייצור בכללותה אורגניזם חי, מתמקדת בהתחדשות השכבה העליונה של הקרקע ובריאותה, הגדלת המגוון הביולוגי, שיפור איכות וזמינות המים בקרקע, שיפור שירותי המערכת האקולוגית, הגדלת קיבוע פחמן בקרקע והגברת החוסן של המערכת לשינויי אקלים. על מנת להשיג מטרות אלה, החקלאות המחדשת מתבססת על ארגז כלים הכולל מגוון שיטות "מקיימות" (sustainable), כמו עיבוד מינימלי של הקרקע או אפס עיבוד, שימוש בקומפוסט ותוספים אורגניים אחרים, רעיה, והסתכלות הוליסטית במגוון היבטים. למעשה, קיימת חפיפה רבה בין פרקטיקות חקלאיות שמטרתן להפחית את נזקי החקלאות הקונבנציונלית, תחת ההגדרות של "חקלאות בת-קיימא", "פרמקלצ'ר", "חקלאות משמרת", "חקלאות מחדשת", ו"חקלאות אורגנית". בשנת 2018 הוקם במרכז מחקר נווה יער, הקמפוס הצפוני של מכון וולקני, משק מודל לחקלאות בת קיימא. המשק הוקם על שטח של כ- 400 דונם, מתוך תשתית כוללת של כ- 1200 דונם של גידולי שדה ומטעים ורפת בקר פעילה של כ- 200 ראש. מטרתו המוצהרת של משק המודל היא לימוד, פיתוח, והדגמה של עקרונות חקלאות בת קיימא, ובכך להוות גשר בין המחקר למעשה החקלאי. זהו פרויקט חלוצי בישראל וייחודי גם בקנה מידה בינלאומי. מיזם זה, שהקמתו התאפשרה בזכות תרומה נדיבה של כ- 5 מיליון דולר מקרן הלמסלי, הציב לעצמו חמישה עקרונות מפתח בחקלאות בת קיימא, תוך עמידה במבחן הכלכלי: 1. צמצום השימוש בתשומות חקלאיות חיצוניות (מים, חומרי הדברה, דשנים כימיים, אנרגיה). 2. מיחזור כלל הפסולת האורגנית ("אפס פסולת"). 3. שמירת הקרקע כמשאב (מימשק עיבודים משמר). 4. עיצוב מערכת אקולוגית מקיימת ותומכת בחקלאות, במגוון הביולוגי, ובבתי הגידול המקומיים. 5. רווחת חיות המשק. החזון ומטרותיו של משק המודל תורגמו לפרויקט מעשי, בהקמת חמש פלטפורמות עיקריות: 1. מטע שקדים. 2. חלקת גידולי שדה. 3. רפת מדייקת. 4. אתר מיחזור פסולת, ו- 5. שיקום מעלה נחל נהלל ורצועת החיץ המפרידה בין הנחל לבין השדות החקלאיים של נווה יער. פלטפורמה רחבה זאת נותנת ייצוג למגוון גדול של יכולות קיימות ומספקת מספר בלתי מוגבל של הזדמנויות לפיתוחים חדשים בעתיד. ההרצאה במסגרת הכנס נענית לאתגר להבין ולחדד היכן העקרונות והפעילויות במסגרת משק המודל נמצאים על הספקטרום שבין חקלאות קונבנציונלית לחקלאות מחדשת והאם אנחנו בשאיפה לנוע על הספקטרום למקום נכון יותר, בטווח הקצר, הבינוני והארוך.



# מי מרוויח ומי מפסיד ממשארי טבע באזורים חקלאיים? היבטים אקולוגיים, סוציולוגיים וכלכליים של ממשקים אגרו-אקולוגיים

אסף שורץ

הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון [shwartz@technion.ac.il](mailto:shwartz@technion.ac.il)

הגידול הניכר באוכלוסיית העולם, המלווה בצריכת משאבים מוגברת הביאה לפגיעה ניכרת במגוון הביולוגי, בעיקר עקב מחיקה, צמצום וקיטוע של בתי גידול טבעיים. שמורות הטבע לבדן אינן נותנות מענה מספק לצמצום הפגיעה במגוון הביולוגי וכיום גוברת ההבנה שהפתרון תלוי בתכנון וניהול מיטבי של השטחים הפתוחים בכללותם. בסדרה של מחקרים שנערכו במעבדה בחנו את ההיבטים האקולוגיים, סוציולוגיים וכלכליים של ממשקים אגרו-אקולוגיים שיכולים לסייע במציאת פתרונות המאזנים בין ייצור מזון ורווחיות לבין שמירה על המגוון הביולוגי והשירותים אותם הוא מעניק לחקלאי ולציבור. במחקר הראשון ערכנו קבוצות מיקוד וראיונות עם חקלאים בעמק חרוד, והראנו שלחקלאים עמדות חיוביות לגבי אימוץ ממשקים אגרו-אקולוגיים, אך מחסור בידע, ביטחון בממשלה ורשת ביטחון כלכלית מונעת מהם לקחת סיכונים ולאמץ את אותם ממשקים. לאחר מכן, ערכנו סקר אקולוגי-כלכלי בקנה מידה נופי, וניסוי ברמת החלקה במטרה לבחון את העלויות ותועלות (אקולוגיות וכלכליות) של אחד הממשקים הנפוצים בעולם שימור שולי שדות. הממצאים הראו שלמרות היותם מופרים, שולי השדות מאכלסים מגוון גבוה של מינים עבור רוב הקבוצות שנבדקו, אך חשיבותם ביחס לשטחי הביקורת משתנה בין הקבוצות ותלויה בממשק הטיפול בשוליים וברוחבם. שולי-שדות היו גם עשירים באוכלוסיות של אויבים טבעיים, דבר שמעיד על פוטנציאל ויסות מזיקים גבוה ותרומה לחקלאים ובהתאם, הניתוח הכלכלי הראה השפעה חיובית של שולי-שדות לא-מעובדים על הפדיון והרווח עבור חלק מהגידולים והניסוי שערכנו חיזק את הממצאים. תוצאות המחקרים מראות שיישום ממשקים אגרו-אקולוגיים יכול לסייע באיזון בין חקלאות ושמירת טבע, אך התועלות לחקלאות תלויות בסוג הגידול ובאופן היישום. לפיכך, יש צורך בידע נוסף על גידולים וממשקים אחרים על מנת להציע מדיניות גמישה המאפשרת לחקלאי לבחור את הממשקים המתאימים לקונטסט המקומי.

## לימוד מאפייני הרשת החברתית של מעלי גירה - כלי חדש לשיפור רווחת בעה"ח?

אריאל שבתאי<sup>1,2</sup>, יהושב בן מאיר<sup>2</sup>, רתם אגמון<sup>1</sup>, פרננדו גרסיה<sup>1</sup>, אלן פדרסון<sup>1</sup>, עינב שור-שמעוני<sup>1</sup>  
יעל זלצר<sup>3</sup>, ומירי כהן - צינדר<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> היחידה לבקר, מרכז מחקר נוה יער, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
<sup>2</sup> המחלקה לחקר בקר וצאן, המכון לבעלי חיים, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
<sup>3</sup> המכון להנדסה, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

[shabtay@volcani.agri.gov.il](mailto:shabtay@volcani.agri.gov.il)

הצו המוסרי של שיפור רווחת חיות המשק מתכתב עם החלטת ממשלה מס' 833 מדצמבר 2015, העוסקת בקידום ההגנה על בעלי חיים ורווחתם, ועוד קודם לכן, עם הגדרות המועצה לרווחת בעלי חיים בבריטניה, שנוסחו ב-1979, וכוללות, בין היתר, הנחיות למדעור כאב, פציעה או מחלה, וחופש לבטא התנהגות נורמלית. פרקטיקת הגידול בקבוצות, הגם שכלולה כאחת מאבני הבניין של רווחת בע"ח, חושפת קוטביות חברתית, שתוצריה הן עקה, תחלואה ופגיעה בגדילה של הפרטים החלשים בקבוצה. אולם, כדי לשפר את רווחת בעה"ח, נדרשים האמצעים לכמת אותה. במסגרת ההרצאה הנוכחית, נציג דרכים לניטור וחיזוי תחלואה, עקות וכאב במעלי גירה, באמצעות סמנים גנטיים וביוכימיים בדם וברוק, ונציע אמצעים תזונתיים להקטנת עקה חמצונית ומחלות מעיים ונשימה. דגש מיוחד יושם על ניתוח רשתות חברתיות (SNA), דיסציפלינת מחקר העוסקת בניטור קשרים חברתיים, ומספקת הבנה עמוקה אודות מורכבותו של המבנה החברתי. לצורך שרטוט המארג החברתי, כיילנו מערכת תגי קירבה, לניטור צמדי מפגשים בין אינדיבידואלים בקבוצה, הערכנו כמותית את מצבו הסוציאלי של האינדיבידואל בתוך הקבוצה, באמצעות אינטראקציות זוגיות ישירות (עם פרטים אחרים בקבוצה) ועקיפות (המתבצעות בתיוכם של פרטים אחרים בקבוצה) אותן הוא מקיים, ופתחנו כלים מתמטיים להבחנה בין מחוות שאופיין שלילי (אגנוסטיות) או חיובי (אפיליאטיביות). בעזרת מערכת הקירבה, ניטרנו את הדינמיקה של התהוות הרשת במהלך 70 יום במערך חברתי של 15 עגלים יונקים, ואתרנו אינדיבידואלים חריגים. המערכת הנוכחית יכולה לתרום לאופטימיזציה של גודל הקבוצה, הרכבה החברתי ויחסי הגומלין בתוכה, לשיפור רווחת הפרט. בשל העובדה שמבנה הקבוצה בחיות המשק לרוב נקבע באופן אקראי ע"י המגדל, השימוש ב SNA עשוי לשפר את בסיס קבלת ההחלטות, בכך שיכלול גם משתנים חברתיים של אופי הקבוצה.

## דיהוי פידילוגי וגנטי של מנגנונים המעורבים בייעול ניצול המים ופוטוסינתזה בזני שקד

טלי טרנין<sup>1</sup>, הילל ברוקנטל<sup>1</sup>, דיו עטיה<sup>1</sup>, כאמל חאטיב<sup>1</sup>, ירדן זרון<sup>2</sup>, אימאן אגבריה<sup>2</sup>,  
דורון הולנד<sup>1</sup>, ניר שדה<sup>2</sup>, [תמר אזולאי-שמר](mailto:shemer.tamar@volcani.agri.gov.il)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, המחלקה למדעי עצי פרי, נווה יער, המנהל החקלאי  
<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח, אוניברסיטת תל אביב.

[shemer.tamar@volcani.agri.gov.il](mailto:shemer.tamar@volcani.agri.gov.il)

בשנים האחרונות חלה עלייה בצריכתו העולמית של השקד בשל ההכרה ביתרונותיו התזונתיים. עם הביקוש הגובר לשקדים, חלה התרחבות בשטחי הגידול לאזורים יבשים וחמים יותר, כמו עמק סן-חואקין בקליפורניה והנגב-הישראלי. תעשיית השקדים דורשת כמות גבוהה של מים ואף דווחה לצרכן המים העיקרי בקליפורניה ב-2019. משק המים של העץ הינו גורם מרכזי מגביל בפוטוסינתזה, המשפיע על הייבול ומבוקר על ידי זנים הרוכבים והכנות השונים והאינטראקציה בניהם. בנוסף, תכונות המעורבות במשק המים של השקד נעלמו מהזנים המסחריים וקיימים במיני הבר. במחקר משותף מקדים, זיהנו תכונה ייחודית של גבעולים פוטוסינטטי בשקד הבר הערבי. במטרה לזהות תכונות ומנגנונים בעלי יתרון בניצול המים בשקד ושילובם בזנים מסחריים בהשבחה בחנו: א) תגובת זני שקד שונים להשקיה גרעונית ב) השפעת התאמה בין כנה לרוכב על משק המים ג) השפעת תכונת הגבעול הפוטוסינטטי של שקד הבר הערבי על משק המים בשקד. במחקר משותף ובשילוב אנליזות פידילוגיות וגנטיות זיהנו מנגנונים שונים ורגישות שונה להשקיה גרעונית בזני שקד שונים. בנוסף, בסריקת אוכלוסית מיכלוא בין שקד הבר הערבי והשקד המסחרי אום-אל-פחם נמצא התפצלות תכונת הגבעול הפוטוסינטטי וכן התפצלות בין התנהגות איזוהידרית ואנהיזוהידרית בין הפרטים השונים. מערכת מחקרית זו, מאפשרת בחינה מדוקדקת של משק המים בזני השקד והכנות השונים, וכן זיהוי, בחינה והטמעת התכונות השונות מהבר לשקד המסחרי לאופטימיזציה של משק המים והתאמתם לתנאי הגידול.

## עולם אחר של חקלאות (משמרת, מחדשת) האם אפשרי גם כאן בישראל?

גיל אשל

התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

[eshelgil@gmail.com](mailto:eshelgil@gmail.com)

השינויים בשימושי קרקע ובכלל זה הסבה של מערכות אקולוגיות טבעיות (כמו יערות, ערבות וביצות) לטובת פעילות חקלאית, אחראים לשליש מהעלייה בריכוזי של גזי החממה באטמוספירה. שנויים אלו הובילו לחמצון מהיר של החומר האורגני בקרקע ואובדן של כ- 60% ממוצע מתכולתו המקורית. החקלאות הקונבנציונלית, האינטנסיבית והמונוקולטורית, שכוללת עיבודי קרקע רבים, השקיה במים שוליים, שימוש מוגבר בדשנים וחומרי הדברה, הובילה לאורך השנים להגרעה מתמשכת בבריאותה ופוריותה של הקרקע ולפגיעה באיכות שירותי המערכת שהיא מספקת לאדם ולסביבה. הפגיעה ביכולת היצרנית של הקרקע בעקבות הגרעה בתכונות הקרקע יכולה להתבטא בסחיפת קרקע מועצת, המלחה וניתרון, הרס מבנה הקרקע, אובדן חומר האורגני, הפרת איזון אגרונומי, השתלטות צמחייה קשת הדברה, התפרצות מחלות ומזיקי קרקע ועוד. כל אלו הביאו לפיתוחה של גישה של חקלאות משמרת ומחדשת המשפרים לאורך זמן את בריאות ותפקוד הקרקע. שינוי אופי החקלאות ושמירה על כיסוי צמחי רציף כחלק מהגישה של החקלאות המשמרת והמחדשת רבים וביניהם הקטנה משמעותית בקצבי סחיפת הקרקע, שיפור מבנה הקרקע, הקטנה של אובדן מים באידוי מפני השטח, שיפור חדירת המים לקרקע, וויסות טמפרטורת הקרקע, הגדלת המגוון הביולוגי בקרקע ובכלל זה הגדלת העמידות להתפרצות מחלות ומזיקים, ומחזור יסודות הזנה בין גידולים. בהרצאתי אסקור בקצרה את השפעות השליליות של החקלאות האינטנסיבית על בריאות הקרקע, ועקרונות החקלאות המשמרת. אדבר על האתגרים שעומדים בפני החקלאים לצורך שמירה על חיפוי צמחי רציף. אציג תוצאות ממחקרים שונים שערכנו בעשור האחרון ואת התובנות והתוצאות הראשוניות משילוב גידולי שרות בגד"ש במסגרת משק המודל בנווה יער.

# חישה מרחוק של גידולי שירות כרפלקטור לשונות המרחבית בפוטנציאל ההזנתי של הקרקע

סיימון פוטרמן<sup>1-4</sup>, יפית כהן<sup>2</sup>, גיל אשל<sup>3</sup>, יעל לאור<sup>4</sup>

1. הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

2. המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני

3. התחנה לחקר הסחף ופיתוח הכפר, משרד החקלאות

4. מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני

Simon.futerman@mail.huji.ac.il

גידולי כיסוי, או בשמם העדכני, גידולי שירות (ג"ש), הינם גידולים שזורעים בעונת החורף למטרות של מתן מגוון שירותי מערכת אקולוגיים. שילוב ג"ש בחורף לפני הגידול האביבי, מהווה הזדמנות לפיתוח ויישום גישה חדשנית הרואה בהם רפלקטור לשונות המרחבית של זמינות יסודות ההזנה בקרקע. מידע זה יכול לשרת את תהליך קבלת ההחלטות לדישון בכלל ולדישון מדייק בפרט טרם זריעת הגידול המסחרי. מטרת המחקר הינה מיפוי הפוטנציאל ההזנתי של חנקן וזרחן באמצעות ניטור של ג"ש בכלים של חישה מרחוק לטובת קבלת החלטות לדישון בגידול המסחרי. בהרצאה נציג רעיון חדשני (ותוצאות ראשוניות) לניטור זרחן וחנקן בשיטה זו. חנקן- זיהוי חנקן באמצעות 'צמח פורץ'. ההנחה היא שבתערובת שבה נמצא צמח עמיד לרמות חנקן נמוכות (קטניות), צמח זה 'פרוץ' או ייצר ביומסה גדולה ביחס לצמחים הרגישים למחסורי חנקן (דגניים). בדרך עקיפה זו, זיהוי אזורים עם 'צמח פורץ' יהווה אינדיקציה לרמות החנקן בקרקע. זרחן- במיני צומח שונים, חוסרים בזרחן גורמים לכתמים סגולים בעלים. זיהוי מחסורי יסודות הזנה באמצעות חישה מרחוק מכוון לזיהוי מחסורים טרם הופעת תסמיני מחסור חזותיים. לאחר הופעת תסמינים המצב נחשב 'מאוחר מדי' והצמח כבר נפגע. לעומת זאת, בג"ש, שאינם גדלים לצרכים מסחריים, הגעה למצב של סימני מחסור ויזואליים אינה משמעותית ותאפשר זיהוי מחסורי זרחן. אנו משערים כי ניתן לזהות אותם באמצעות מדדים ספקטראליים בתחום הנראה באמצעות מצלמת RGB. אופן ביצוע המחקר- המחקר מתבצע כחלק ממשק המודל לחקלאות בת קיימא' בנווה יער, ומתחלק לשני חלקים: א. ניסויי חממה מבוקרים עם שתי מערכות דישון, האחת לזרחן והשנייה לחנקן; ב. ניסויי שדה- שטח של כ-200 דונם שבו נדרעו תערובות ג"ש במהלך החורף בשנתיים האחרונות.

# פיתוח ואפיון קווי מחדר מחיטת הבר

אסף דיסטלפלד

המכון לאבולוציה, החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה  
adistelfe@univ.haifa.ac.il

החיטה היא מהגידולים הנפוצים והחשובים בעולם ומקורה מחיטת הבר הדו גרגירית (*T. turgidum*) (*ssp. dicoccoides*). חיטת הבר התפתחה במגוון רחב של בתי גידול וצברה שונות גנטיות רבה במגוון תכונות, ולכן היא מקור חשוב לטיפוח זני חיטה תרבותית. על מנת לאתר שונות זו, פיתחנו אוכלוסיית מיפוי של קווי מחדר שמקורם בהכלאה של חיטת בר מרמת הגולן ('זויתן') לבין זן איטלקי של חיטת דורום ('סבבו'). קווי המחדר גודלו בניסויי שדה ובתנאי חממה מבוקרים ואופיינו למספר תכונות כגון: אופן צימוח, זמן פריחה, עמידות ליובש, יבול, תכולת החלבון בגרגר ותכונות שקשורות לתירבות החיטה. בהרצאה אציג את התוצאות העיקריות מניסויים אלו ואדון באפשרויות להעמקת הידע על הבסיס הגנטי של התכונות שנמדדו ופוטנציאל השימוש בקווי המחדר בתוכניות טיפוח שיסייעו לשיפור עתיד של יבול ואיכות החיטה.

## מקורות עמידות למחלות במיני בר של מלון ומלפפון

יגאל כהן

הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן [yigal.cohen1@gmail.com](mailto:yigal.cohen1@gmail.com)

מיני בר של מלון ומלפפון הינם מקור לא אכזב של גנים לעמידות כנגד מחלות. מין הבר של מלון PI-124111F הינו עמיד לכשותית הדלועיים, קמחון ופוזריום. מין הבר של מלון PI-124112 עמיד לכשותית הדלועיים ולקמחון. הגנים מ-PI-124111F האחראים על העמידות לכשותית שובטו והוחדרו לזן רגיש שנעשה עמיד. מלפפון הבר PI-197087 הנושא את הגן *dm1* נגד כשותית שימש שנים רבות לטיפוח זני מלפפון עמידים. ב-2004 הופיעו טיפוסי כשותית חדשים ש-*dm1* חדל להיות יעיל כנגדם. טיפוסי הבר PI-197088 ו-PI-330628 הראו עמידות נגד *dm1* וכנגד טיפוסי הכשותית החדשים. מכלואי F1 בין זן רגיש וטיפוסי הבר העמידים לעיל הראו עמידות חלקית לכשותית. אוכלוסיות F2 התפצלו לעמידים: ביניים: רגישים ביחסים שונים, התלויים בתבדיד הכשותית אשר שימש לאילוח. בדיקות גנומיות הראו ש-7 QTLs אחראים על העמידות לכשותית בטיפוסי הבר האמורים, שרק חלקם אלליים. יש להניח שתבדידי כשותית שונים מפרישים אפקטורים שונים המכירים גנים ספציפיים לעמידות.

## חקירת המנגנון הגנטי של רב-שנתיות בשעורת הבולבוסין.

דנה פירסט<sup>1</sup>, ד"ר טלי מנדל<sup>1</sup>, ד"ר שריאל היבנר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למחקר מדעי בגליל (מיג"ל), המכללה האקדמית תל חי [danaf@migal.org.il](mailto:danaf@migal.org.il)

החקלאות ברחבי העולם עומדת בפני מספר אתגרים הנובעים מגידול מהיר באוכלוסיית העולם, ירידה במשאבים טבעיים ושינויי אקלים קיצוניים. אתגרים אלו דוחקים לאיתור דרכים חדשות לטיפול גידולים מניבים, בעלי סבילות גבוהה וידידותיים יותר לסביבה. אחת הגישות בכיוון זה, היא מעבר ממערכות גידול חד שנתיות לרב שנתיות. המעבר לחקלאות רב שנתי גולם בתוכו יתרונות רבים כגון צמצום שחיקת קרקעות, הפחתת השימוש בחומרי הדברה, הפחתה בהשקיה והפחתה בשימוש בדלקים מזדמנים. ניסיונות קודמים לפיתוח דגנים רב שנתיים נעשו עד כה בשיטות טיפוח קלאסיות אשר נמשכו זמן רב עם הצלחה חלקית. הבנת הבסיס הגנטי של רב-שנתיות ברמה המולקולרית עשוי לדייק ולהאיץ את תהליך הטיפוח. שעורת הבולבוסין (*Hordeum bulbosum*) היא דגן מקומי רב-שנתי וקרוב של השעורה המבויתת. דגן זה, מפתח איבר אגירה בבסיס הגבעול המשמש למעבר בין שנים. בהרצאה זו, אציג את פיתוח הטרנסקריפטום של שעורת הבולבוסין וכן השוואת רמות ביטוי של גנים לפני, ואחרי מתן הסיגנל להיווצרות איבר אגירה. מספר תהליכים ביולוגיים המקושרים להתפתחות איבר אגירה ובקרת הפריחה נמצאו, וביניהם הגנים GIGANTEA-LIKE, MADS BOX-LIKE, CONSTANS-LIKE ו-SWEET-17-LIKE האחראים על קליטת סיגנל לשינוי באורך היום ולצבירת סוכרים באיבר אגירה. בנוסף, נבחן הרצף של גנים אשר התבטאו בשעורת הבולבוסין וגנים של מספר מינים אחרים ממשפחת הדגניים. אחוז הגנים המשותפים בטרנסקריפטום שעורת הבולבוסין והמינים האחרים תואמת את המרחק האבולוציוני ביניהם, אך נמצאו מספר גנים שאינם קיימים בגנומים של מינים אחרים. גנים אלה מקושרים להתמודדות בפני מחלות שונות, צבירת סוכרים והתמודדות עם מקטעים ויראליים. מקור גנומי חדש זה, מהווה תשתית משמעותית לבחינת מנגנונים גנומיים בשעורת בולבוסין, כולל היווצרות איבר אגירה, פריחה ועמידות למחלות, וצפוי לשמש כבסיס להמשך מחקר גנטי וחקלאי על מין מרתק זה.



## זיהוי גזר בר כמלכודת למזיק פסילת הגזר

מופק אבדאח, ליאורה שאלתיאל-הרפד

נווה-יער. [mwafaq@volcani.agri.gov.il](mailto:mwafaq@volcani.agri.gov.il)

מו"פ צפון . [liora@migal.org.il](mailto:liora@migal.org.il)

גזר קיפח הוא צמח בר שממנו פיתחו את הגזר התרבותי. גידול הגזר מתרחש ברובו במהלך החורף, וסובל ממזיקים ומחלות כגון - קמחון, פיתיום, וצהבון הגזר המועבר על ידי פסילת הגזר. פסילת הגזר (*Bactericera trigonica*) היא מזיק ספציפי הגורם לנזק בגזר. הפסילה מקיימת בשדה הגזר כמה דורות בשנה במהלך הגידול. עיקר נזקה נובע מהיותה הוקטור של גורם מחלת הצהבון בגזר. כתוצאה מכך, נפגעת רמת היבול המשווק ואיכותו באותה עונה, ואם אין טיפול מתאים - נפגעות חלקות נוספות באזור בעונות העוקבות. בשנים האחרונות מתרבות התפרצויות פסילת הגזר בישראל. בשל היותה וקטור של צהבון הגזר, החקלאים מרבים לרסס כנגדה, ומתגלים קשיים רבים בהדברתה. זאת מכיוון שהיא מפתחת עמידות לקבוצות שונות של תכשירי הדברה. לכן יש צורך למצוא דרכים אלטרנטיביות להתמודדות איתה. בניסויי בחירה פסילת הגזר הראתה העדפה בהטלת ביצים לזני הבר. בניסויים ללא בחירה לא נמצאו הבדלים מובהקים ברמת העדפה אך נמצאו הבדלים מובהקים במידת ההתפתחות של הפסילות על הזנים השונים, כאשר שיעור ההישרדות הגבוה ביותר נמצא בזן המסחרי הכתום. שיעור ההישרדות הנמוך ביותר נמצא בזן הבר. תוצאות אלה מפתיעות בהשוואה לניסוי הבחירה מכיוון שנמצא כשני זני הבר המועדפים ע"י הפסילות הם אלו שהישרדות הפסילות עליהם היא הנמוכה ביותר. פרופילים מטבולומיים לחומרים נדיפים מהעלים של זנים שונים של גזר תוך שימוש בשיטת SPME-GC-MS נמצא כהחומרים elemicin ו-sabinene ריכוזם עלה בזנים המועדפים ע"י הפסילה. מתוצאות בדיקת השפעת החומרים הללו בתנאי מעבדה (bioassay) נמצאה פגיעה בהישרדות נימפות ובהטלת ביצים. בניסוי ריסוס שנערך בבית רשת ובשדה גזר נמצא כ-sabinene פגע בהטלת ביצים ובהישרדות נימפות.

# תובנות במחקר לצורך שימוש במיני חסת הבר להשבחת החסה התרבותית

אלכס בהרב

אוניברסיטת חיפה (IOE), המכון לאבולוציה, abeharav@univ.haifa.ac.il

המחקר במעבדתי מתמקד בזיהוי, איסוף, שימור ואפיון קווים ממיני חסת בר, בעיקר מישראל וארמניה, אזור המהווה את מרכז המגוון הגנטי של מיני בר הקרובים לחסה התרבותית (*Wild Lactuca* Relatives, WLRs). האוסף הייחודי כולל דוגמאות רבות של ארבעה מינים המשויכים ל- Primary Lettuce Gene Pool (LGP-1): חסת המצפן, חסה שיכנית, חסה גאורגית וחסה אלטאית, ובנוסף חסה רותמית (LGP-2). זרעי הדוגמאות, הנאספים מצמחים בודדים, משמשים בתכנית המחקר המשותפת עם מספר קבוצות ברחבי העולם, הכוללת: זיהוי טקסונומי; הגדרת מינים; אפיון שונות גנטית, מורפולוגית ופנולוגית; זיהוי בני-כלאיים טבעיים בין מיני הבר; אומדן אחוז האבקה זרה; זיהוי עמידות לפתוגנים (כשותית החסה); ואמידת תכולת לקטונים ססקוויטרפניים. ממצאינו מעמידים בספק מספר "עובדות" המצוטטות בספרות המדעית במשך למעלה ממאה שנים, כמו: (1) ההגדרה של חסה גאורגית כצמח דו- או רב-שנתי באופן מוחלט. (2) שיבוץ חסה גאורגית כחלק מה- LGP-1. במהלך ההרצאה תוארנה תובנות הנובעות מאנליזות ייחודיות של תוצאות מחקרנו, כמו: (1) במהלך רגנרציה 185 דוגמאות זרעים מקוריות של חסה שיכנית, רק 7 (0.27%) מתוך 2630 צאצאים זוהו כהיברידיים עם חסת המצפן. (2) הגדרת צמחים בבתי גידול טבעיים בארמניה כחסה אלטאית עפ"י מאפיינים מורפולוגיים ופנולוגיים. (3) קביעה שחסה אלטאית הינה מין קרוב ביותר או אפילו טיפוס פרימיטיבי של חסה תרבותית עפ"י נתונים איכותיים וכמותיים של תשעה לקטונים ססקוויטרפניים. (4) חסה גאורגית הינה קרוב לוודאי (NHR) non-host resistance לכשותית החסה. פרסומינו המדעיים הביאו לחתימת חוזה עם חברת Rijk Zwaan מהולנד, שבה צוות מו"פ החסה הגדול בין חברות הזרעים בעולם. לאחר אפיון משותף של כ-500 קווי WLRs מאוספינו, החלה בחברה תכנית להשבחת זני תרבות ע"י הכלאות עם קווים מבטיחים שלנו.

## אפיון גנומי של עמידות חמנית (*Helianthus annuus* L.) לעלקת החמנית (*Orobanche cumana* W.)

דנה סיסו-כחלון<sup>1,2,3</sup>, שריאל היבנר<sup>3</sup> וחנן איזנברג<sup>2</sup>

<sup>1</sup>החוג למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.  
<sup>2</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, נווה יער, מנהל המחקר החקלאי.  
<sup>3</sup>המכון למחקר מדעי יישומי בגליל (מיג"ל), המכללה האקדמית תל חי.

[dana.sisou@mail.huji.ac.il](mailto:dana.sisou@mail.huji.ac.il)

עלקת החמנית (*Orobanche cumana* Wallr.) הינה עשב טפיל שורש הנחשב לאחד הגורמים הפוגעים והמגבילים ביותר בגידול חמנית בארץ ובעולם. טיפוח לזנים עמידים מהווה אלמנט מפתח בניהול ממשק הדברת עלקת. עם זאת, התפתחות מהירה של גזעי עלקת חדשים ואלימים מובילה לשבירת העמידות. בכדי לאפשר פיתוח זני איכות העמידים לעלקת לאורך זמן יש לנקוט באסטרטגיית טיפוח פוליגני לעמידות בנוסף לטיפוח המונוגני. אסטרטגיות טיפוח כמותיות דורשות ניתוח גנטי כמותי (QTL) ופיתוח של סמנים מולקולריים אשר אחוזים לתכונת העמידות על מנגנוני השונים. חקר והבנת המנגנונים האחראים לעמידות לעלקת תעמיד לרשות מטפחים וחוקרים כלי משמעותי בטיפוח לזנים עם עמידות גבוהה וארוכת טווח. מחקר זה נעשה על אוסף קוי החמניות העולמי (SAM - sunflower association mapping), המורכב מ 287 קוי חמניות ומייצג כ 90% מהשונות הגנטית בחמניות תרבותיות. האוסף נסרק לעמידות לשני גזעי עלקת החמנית (האחד מחוות יבור והשני מגדות) בתנאי שדה ובתנאי מעבדה. סריקת האוסף בתנאי מעבדה נעשתה בשיטה אשר פותחה לצורך מחקר זה ומאפשרת תפוקת מידע גבוהה (high-throughput) לסיווג תכונת העמידות על פי המנגנונים המתוארים בספרות. בעזרת אנליזת גנום רחבה (GWAS) של האוסף לתכונת העמידות בתנאי מעבדה זוהו אזורים גנומיים הקשורים בעמידות לעלקת אשר נתמכים על ידי עבודות נוספות שנעשו ברחבי העולם, בהם מופו QTL לעמידות לעלקת החמנית באזורים אלו.

## בחזרה אל זני המורשת הישראלים: גיוס המגוון הגנטי האבוד לחקר יצרנות ואיכות בחיטה

סיון פרנקין<sup>1,2</sup>, [sfrankin@volcani.agri.gov.il](mailto:sfrankin@volcani.agri.gov.il), אלון כנעני<sup>3</sup>, ראגיב רויקהודורי<sup>1,4</sup>, כמאל נאשף<sup>1</sup>,  
ורד צין<sup>3</sup>, דוד בונפיל<sup>5</sup>, יסמין שמחון<sup>5</sup>, דורון דגן<sup>5</sup>, שחל עבו<sup>2</sup>, רואי בן-דוד<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני; <sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, רחובות; <sup>3</sup>אוניברסיטת בן גוריון בנגב,  
קמפוס שדה בוקר; <sup>4</sup>אוניברסיטת חיפה; <sup>5</sup>מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גלת

זני החיטה המסורתיים שגודלו באזורנו משחר החקלאות, בוררו במרוצת הדורות לבתי גידול מגוונים ומכילים עושר גנטי חבוי במנעד תכונות רחב כולל איכות הגרגר ופרופיל טעם וריח. מרבית הזנים המסורתיים המקומיים אבדו עם דחיקתם ממפת המזרע במעבר לגידול זני-עלית, אולם, מספר איסופים כדוגמת זה שביצע יעקב מתתיה במסגרת בנק הגנים הישראלי בתחילת שנות ה-80' אפשרו לבנות אוסף רחב של זני החיטה המסורתיים ( $n \sim 1000$ ) ששמו: (Israel Palestine Landraces) (IPLR) ובמקביל לשמר ולאפיין משאב גנטי ייחודי זה. תחילה נבנה מסד נתונים לכלל אוסף ה-IPLR שכלל מידע היסטורי ואקו-גיאוגרפי, אפיון גנטי ואפיון פנוטיפי למדדים אגרונומיים ולאיכות הגרגר והקמח. בשלב שני, התמקדנו בבחינה השוואתית אגרוטכנית של תת-אוסף מייצג של זנים מסורתיים בהשוואה לזנים מודרניים בסביבות חצי-יובשנית וים-תיכונית בניסויי שדה במשך שתי עונות. הזנים המסורתיים נבדלו פנוטיפית בהשוואה לזנים מודרניים במדדים רבים, בהם: אפילות, קמה גבוהה, נטייה לרביצה, אינדקס קציר נמוך ובמדדי איכות הקמח לאפיה. לצד הניסוי, נבחנו תחת תנאי יובש קווים בולטים מאוסף מתתיה שהראו פוטנציאל אגרוטכני (בכירות, יבול, אי-רביצה) ותועדו כבעלי מאפייני איכות ייחודיים. מתוך הפאנל נבחרו חמישה זני מורשת (חיטת דורות ולחם) כבעלי הפוטנציאל האגרוטכני הגבוה ביותר (כולל איכות הקמח). קווים אלו נסרקו לפרופיל חומרי ארומה ונערכו להם מבחני איכות וטעם כולל מבחני אפיה קונבנציונאלית וארטיזנלית בטחנת הקמח "שטיבל". הפאנל הסנסורי התאפיין בהעדפה ללחם לבן בהשוואה ללחם מקמח מלא. כמו כן, לחמים מקמח מלא שנאפו מזני דורות מסורתיים התאפיינו בטעם עשיר ומרוכב בהשוואה לזן הדורות המודרני. קווי הדורות 8238 ו-Hittia Soada בלטו ברמה גבוהה והרכב ייחודי של תרכובות ארומטיות נדיפות. ממצאי המחקר עשויים לסייע בקידום נישות חדשות בשוק החיטה המקומי מכוונות בריאות ותזונה.

## עמידות עשבים רעים לקוטלי עשבים כסיכון אמיתי לקיימות חקלאות הצומח בישראל

ברוך רובין ומשה סיבוני

המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית  
בירושלים, רחובות [rubin@mail.huji.ac.il](mailto:rubin@mail.huji.ac.il)

האבולוציה המוחשת המתרחשת כנגד עינינו בעולם הצומח, מתבטאת בתגובת אוכלוסיית העשבים הרעים (ע"ר) ללחץ סלקטיבי המופעל על ידי החקלאי תוך שימוש שגוי בהדברה כימית באמצעות קוטלי עשבים (ק"ע). כיום, נגרמים נזקים לשדות ומטעים רבים המשובשים בע"ר שאינם מודברים, על אף שטופלו בק"ע מתאים(ים). תופעה זו נפוצה בכל העולם ומתבטאת בנזק של מיליארדי דולרים בשנה. העמידות לק"ע יכולה לנבוע (א). משינוי גנטי של מבנה אתר המטרה (Altered target site - TSR - resistance), המצמצם התקשרות לק"ע לאתר זה ולכן התכשיר אינו פוגע בצמחים אלה; (ב). מהפחתת זמינות לק"ע להתקשרות לאתר המטרה בצמח העמיד (Non-target site resistance - NTSR). עמידות זו נובעת משינוי בתנועת התכשיר בצמח ו/או הצטברותו מחוץ לאתר המטרה, או בשל פרוק או צימוד מואץ של התכשיר לתוצרים פחות רעילים או כלל לא רעילים (דה-טוקסיפיקציה). תופעות אלה הינן תוצאה של לחץ סלקטיבי שנגרם ע"י שימוש חוזר בתכשיר(ים) בעלי אותו מנגנון פעולה (מ"פ), הקוטלים את הפרטים הרגישים בעוד פרטים מועטים, העמידים לתכשיר, שורדים ושיעורם באוכלוסייה גדל משנה לשנה (בדומה לאפידמיה). רגולציה מחמירה המביאה לצמצום מספר התכשירים המותרים לשימוש והעדר פיתוח תכשירים בעלי מ"פ חדשים בעשורים האחרונים, מגבירים את השימוש בתכשירים שנותרו, ומצמצם השימוש בממשקי הדברה תקינים. שינוי בשיטות ההשקייה, צמצום השימוש באגרנטים וההפחתה בעיבודי קרקע המסייעים בהתמודדות עם ע"ר (חד ורב שנתיים), מגביר את התלות בהדברה כימית ומחיש את הופעת ע"ר עמידים לק"ע. שימושי הקרקע האינטנסיביים והעדר כח אדם בארץ הביאו למצב בו אנו שיאני העולם במספר הע"ר העמידים ליחידת שטח מעובד. קיום חקלאות מודרנית ומתקדמת מחייב היערכות מחודשת ובחירה בממשקי הדברה בהם נעשה שימוש מושכל יותר בהדברה הכימית ושילובה באמצעים אגרוטכניים וחקלאות מדייקת.

# השפעת שינויי אקלים על יעילות הדברת עשבים

## מאור מצרפי

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער,

[maorm@volcani.agri.gov.il](mailto:maorm@volcani.agri.gov.il)

עשבים רעים נחשבים למזיק הקשה ביותר בחקלאות ויכולים להביא לפחיתה ממוצעת של 34% ביבולי גידולים שונים. קוטלי עשבים הם הדרך היעילה והחסכונית ביותר להדברת עשבים בחקלאות. יעילות פעולת חומרי הדברה מושפעת בצורה משמעותית מתנאי מזג האוויר בזמן היישום. בשנים האחרונות, אנו עדים לעלייה בתדירות של אירועי מזג האוויר הקיצוניים בד בבד עם עלייה במספר מקרי כישלונות ההדברה. אחת ההשערות היא כי מגמה זו נובעת משימוש בקוטלי עשבים בתנאים שאינם מיטביים. אי לכך, חקלאים נאלצים להשתמש במינונים גבוהים ולעיתים לרסס מספר פעמים כדי להגיע לאותה יעילות הדברה שהושגה בעבר בשימוש במינון המומלץ. השימוש המוגבר בקוטלי עשבים מעלה את הסיכון להתפתחות עמידות, וכמו כן הגדלת העומס הסביבתי של אותם כימיקלים. רגישות הצמח לקוטל העשבים בתגובה לתנאי הסביבה לאחר זמן היישום, יכולה להשתנות כתלות בקוטל העשבים, מין הצמח והרקע הגנטי. מרבית המחקרים שנעשו בנושא מצביעים על כך כי טמפרטורות ורמות פחמן דו חמצני גבוהות מובילות לירידה ביעילות ההדברה. יכולתם של עשבים שונים לשרוד בטיפול בקוטלי עשבים בתנאי סביבה משתנים מוגדרת כעמידות מותנית תנאי סביבה. במקרים שמנגנון העמידות המותנית תנאי סביבה נבחן בהם, נמצא כי השתנות תנאי הסביבה משפיעה על ההובלה ועל קצב הפירוק של קוטלי עשבים בעשב המטרה, וזאת באופן דומה למנגנונים הקשורים לעמידות תלוית פירוק והובלה לקויה של קוטלי עשבים באוכלוסיות עשבים עמידים. ממצאים אלו מדגישים את חשיבות תנאי הסביבה לא רק בזמן יישום קוטל העשבים אלא גם לאחריו. מידע בנוגע לתנאי הסביבה המומלצים לאחר זמן יישום קוטל העשבים, צריך וראוי שיתווסף לתוויות חומרי הדברה בכדי להביא ליעילות מרבית של קוטל העשבים ולסייע בהפחתת כישלונות ההדברה תחת שינויי האקלים הצפויים בעתיד.

# שימוש בחישה היפרספקטרלית לזיהוי עמידות עשב רע לקוטל עשבים טרום יישום

איתי הרמן

המעבדה לחישת צמחים, המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, האוניברסיטה העברית.

[Ittai.Herrmann@mail.huji.ac.il](mailto:Ittai.Herrmann@mail.huji.ac.il)

עשבים הרעים מהווים גורם ביוטי מזיק ברמה עולמית, עקב הפחתה ביבול כמו גם עלות פעולות ההדברה. העלייה בשימוש בקוטלי עשבים מצד אחד, וצמצום מספר קוטלי העשבים המורשים בשימוש מצד שני, הביאה לעליה בכמות העשבים הרעים העמידים לקוטלי עשבים. אחד האתגרים העומדים בפני המחקר החקלאי הוא זיהוי מוקדם של אוכלוסיות בטרם הפכו לעמידות. היכולת לזהות עמידות עשבים רעים לקוטלי עשבים בשדה מסחרי היא מוגבלת היות ועשבים רעים יכולים לשרוד ריסוס לא רק עקב עמידות אלא גם כתוצאה מ"התחמקות". לפיכך, זיהוי מוקדם ככל האפשר של פרטים העמידים לקוטלי עשבים הכרחי על מנת להתמודד עם הבעיה של התפשטות העמידויות. חישה היפרספקטרלית בתחום הנראה והאינפרא אדום הקרוב וקצר הגל (400 עד 2500 ננומטר) היא כלי שהשימוש בו למטרות מחקר צמחיה חקלאית הולך ומתגבר. היכולת להשתמש במידע ההיפרספקטרלי להערכת תכונות צמח נובעת מכך שהמידע הספקטרלי מבטא מגוון תכונות פיזיות וכימיות של הצמח. יכולת זו סייעה לבנות מודלי מיון בין עשב רע לגידול חקלאי ובין פרטי ירבוז פלמרי ברמות עמידות שונות למעבד ALS. עמידות עשב רע מבוססת גם על תפקוד הצמח ולכן ניתן היה לפתח מודל הפרדה ראשוני המבוסס על השוני הספקטרלי בין עשבים רעים עמידים ללא עמידים בטרם יישום מעבד ALS.

## ניצול מערכת הרבייה הטבעית של עשבים רעים בכדי למנוע את התפשטותם

עידו שורץ<sup>1</sup>, ארווה אואט<sup>1</sup>, יובל כדן<sup>1</sup>, מרים אמינה<sup>1</sup>, אורלי נויברייט בריק<sup>1</sup>, אפרת לידור נילי<sup>1</sup>

[ido.shwartz@weedout-ibs.com](mailto:ido.shwartz@weedout-ibs.com) WeedOUT חברת<sup>1</sup>

חברת WeedOUT מפתחת טכנולוגיה חדשה וברת קיימא להדברת עשבים רעים, בדגש על אוכלוסיות עשבים בעלות עמידות כנגד קוטלי עשבים. הטכנולוגיה מנצלת לטובתה את מערכת הרבייה הטבעית של העשב על מנת למנוע את יצירת הדור הבא של העשבים העמידים. השיטה כוללת איסוף אבקנים על ידי שאיבתם מעשבים שאותם מגדלים למטרה זו, הקרנתם באופן שאינו הורג אותם אך מונע את ההתפתחות התקינה של הזרעים לאחר ההפריה. לבסוף האבקה המטופלת מפוזרת על עשבים בשדה החקלאי. האבקה המטופלת מתחרה בגרגרי האבקה הטבעיים שנמצאים בשדה, כך שכל פרח שיופריה על ידי האבקה המטופלת יוביל להתפתחות זרע שאינו מסוגל לנבוט על חשבון זרע רגיל, שהיה מתפתח מהאבקה טבעית, ועל ידי כך מצמצם את בנק הזרעים בקרקע. הוכחת ההיתכנות של הטכנולוגיה הודגמה בירבוז פלמרי (*Amaranthus palmeri*) בישראל בשנת 2018, ניסוי השדה התקיים בשדה תירס בו גודלו לצד התירס צמחי *A. palmeri*. הטכנולוגיה נבחנה במספר משטרי טיפול, כאשר במשטר הטיפולים של אחת לשבועיים הודגמה ירידה משמעותית של 60% במספר הזרעים הטובים לעומת חלקות הביקורת. הטכנולוגיה נבדקה שוב בשנת 2019 בג'ורג'יה, ארה"ב. ניסוי זה בדק את הטכנולוגיה במסגרת של שדה כותנה הניסוי בחן את הטכנולוגיה בשני תרחישים, ניסוי 1: טיפול בעזרת פיזור אבקה מוקרנת בלבד, ניסוי 2: תרחיש המדמה שדה הסובל מעמידות לקוטל העשבים Dicamba, הניסוי כלל יישום Dicamba בתחילת העונה ויישומי אבקה מוקרנת במשטרים שונים במהלך העונה. משטרי הטיפול הטובים ביותר בשני הניסויים הראו ירידה של יותר מ- 40% במספר הזרעים הטובים לאסטרטגיה זו יש פוטנציאל לספק פתרון ארוך טווח כנגד עשבים עמידים. יתר על כן, מכיוון שהטכנולוגיה מבוססת על תהליך הרבייה שהינו בסיסי באבולוציה, היא חשופה פחות לסיכון של התפתחות עמידות.



## התנגודת לתכשירי הדברה במינים השונים של כנימת עש הטבק - היקף הבעיה וגישות להתמודדות

רמי הורביץ<sup>1,2</sup>, מוראד גאנם<sup>1</sup> ויצחק ישעיה<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי [hrami@volcani.agri.gov.il](mailto:hrami@volcani.agri.gov.il)

<sup>2</sup>מרכז מחקר קטיף, שדות נגב

כנימת עש הטבק (כע"ט), *Bemisia tabaci* נחשבת כאחד המזיקים הקשים לגידולי חקלאות וצמחי נוי, בארץ ובעולם. כע"ט גורמת לנזק ישיר לצמחים עקב הזנתה מרקמת הפלואם של העלווה והפרשת כמויות רבות של טל דבש, ומעבירה מספר רב של וירוסים צמחיים, כמו צהבון האמיר של העגבנייה. לכע"ט יש שונות גנטית רבה בין טיפוסים ביולוגיים שונים; בעבר הוגדרו יותר מעשרים תת מינים (או ביוטיפים) של כע"ט, אולם בשנים האחרונות קיימת נטייה להתייחס אליהם כמינים שונים (כיום ידועים יותר מ-40), כשהבחנה ביניהם נעשית בעזרת סמנים גנטיים. ממשק ההדברה של המזיק מתנהל ברובו באמצעות טיפולים בתכשירי הדברה, אבל יכולתו של המזיק לפתח תנגודת לרוב סוגי התכשירים יוצרת בעיות קשות בהדברת אוכלוסיות כע"ט. שני תת-מינים הוגדרו עד היום בישראל, ביוטיפ 'B' (או המין MEAM1 [Middle East-Asia Minor 1]) וביוטיפ 'Q' (או המין Mediterranean [MED]). המין MED נחשב עמיד יותר מאשר MEAM1 לתכשירי הדברה, במיוחד למחקה הורמון הנעורים, טייגר ולקבוצת הניאו-ניקוטינואידים. אבל בעולם נמצאו מינים אחרים כגון, MEAM1, Asia I ו-Asia II שפיתחו עמידות גבוהה לתכשירים שונים. לאחרונה פותחו שיטות מולקולאריות לאבחון מנגנוני תנגודת במינים השונים של כע"ט וכך להבין טוב יותר איך ניתן לתקוף את הבעיה. בהרצאה נדון בהתמודדות עם התנגודת בכע"ט שנעשית כיום בעזרת ממשק למניעת תנגודת (IRM program) המשלב שיטות של הדברה ידידותית ללא תכשירי הדברה עם צמצום השימוש בתכשירי הדברה.

# הדברת עשבים בתוך שורת הצמחים (Intra-Row) בעזרת קלטרת אצבעות (Finger-Weeder) בגידולי שדה

אביתר אסף<sup>1,2</sup>, חנן איזנברג<sup>1</sup>, רן לאטי<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער,<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות (evya.jd@gmail.com)

העלייה בהתפתחות אוכלוסיות עשבים העמידות לקוטלי עשבים מחייבת שילוב אמצעי הדברה לא כימיים חדשים בממשקים הקיימים. קלטרת האצבעות (Finger Weeder), הינה אמצעי הדברה מכאני ייעודי להדברת עשבים המתפתחים על שורת הגידול אשר טרם נבחן בישראל. מטרת המחקר הינן לבחון את יעילות השימוש בקלטרת זו, ומציאת חלון ההזדמנויות הבטוח לשימוש במספר גידולי שדה מרכזיים. מטרה נוספת הינה אפיון וקביעת מנגנון הבררנות של אמצעי זה. לצורך כך נבחנו מספר ממשקי הדברה המבוססים על מקלטרת האצבעות הכוללים מספר קלטורים שונה, ושילובם עם ק"ע. בבחינת יעילות ההדברה נמצא טווח של 50% ועד 99% בממשקים השונים. יעילות ההדברה של מקלטרת האצבע בלבד הייתה דומה ליעילות ריסוס בק"ע, והגיעה לרמה של 93% ו-90% בשני קלטורים בתירס וחמניות, בהתאמה. בהקשרים של בטיחות הגידול, נמצא כי בחמניות ותירס שילוב של ק"ע בקדם הצצה נתן יתרון משמעותי לגידול על פני אוכלוסיית העשבים ובכך ניתן ליישם את הקלטור במועד מאוחר יותר, ולהימנע מפגיעה בגידול. במהלך מחקר זה ראינו כי המכשיר הדביר ביעילות גבוהה מינים המסווגים כרחבי עלים ואילו יעילות הדברת מיני דגניים הייתה פחותה. בנוסף, נמצאה השפעה לשלב הפנולוגי של העשבים על יעילות הדברתם, והם מודברים טוב יותר בשלבים מוקדמים. בבחינת מאפייני שורשיהם של חרדל וחיטה (כעשבי מודל) נבחנו פרמטרים מרחביים שונים כמו אורך השורשים, שטח הפנים ונפח השורשים אשר נבדלו בשלבי צימוח ראשוניים, אך לא נבדלו בשלב ארבעה עלים. ממצא זה יכול להסביר את השוני ברמת הרגישות של שני המינים לפעולת הקלטור ואת הפחיתה ביעילות ההדברה בשלבי צימוח מאוחרים. עבודה זו מראה את הפוטנציאל הטמון בכלי זה בשימוש מושכל כחלק ממשק הדברת עשבים ומספקת הסבר למנגנון הבררנות.

## הנדסת מזון במאה ה-21 - פיתוח תחליפי שומן מהצומח

מאיה דוידוביץ-פנחס

הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, טכניון

תעשיית המזון, בכלל, וקהילת חברות ההזנק, בפרט, מתקדמות בצעדים גדולים לקראת מזונות עשירים ומועשרים ממקורות צמחיים. פתרונות אלו מבוססים על מרכיבים מן הצומח כגון חלבונים, רבי-סוכר, סיבים וחומרים משפרי בריאות כגון אנטיאוקסידנטים טבעיים. מרכיבים אלו משמשים ליצירה של תחליפי מזון מן החי כגון בשר, עוף, חלב, וגבינות למיניהן. אלמנטים אלו מהווים רק חלק מהתמונה השלמה הנדרשת לפיתוח מזונות בעלי מרקם עסיסי ומועדף. מרכיב מזון בסיסי וחשוב מבחינה תזונתית וחוויית הצרכן הוא השומן. עד כה תעשיית התחליפים למוצרים מהחי התמקדה בעיקר במציאת פתרונות עבור המרכיב החלבוני של המוצר, שהינו חשוב והכרחי, אולם מציאת פתרונות יצירתיים וחדשניים לתחליפי השומן ממקור צמחי זכתה לפחות עניין והשקעה. ההרצאה תעסוק בשימוש בטכנולוגיה למיצוק פיזיקלי של שמן נוזלי מהצומח לצורך יצירת מרקמים חדשים בעלי פונקציונאליות דומה לשומן מן החי. מחקרים רבים הוכיחו את ההשפעה החיובית של שומנים בלתי רוויים כגון שומני אומגה 3 ו-6, הנמצאים בעיקר בשמנים צמחיים נוזליים, על בריאות האדם. במסגרת המחקר נעשה שימוש בשיטות שונות ליצירת מרקם דומה לשומן בעזרת אבני בניין שונים ממקורות צמחיים העוברים גיבוש בתוך השמן הנוזלי. מערכת זו, למעשה, מחקה את התהליך הטבעי שעובר שומן בקירור. פונקציונאליות של המערכות נבחנה על בסיס טמפרטורת ההתכה, מרקם ותפקודו כמוצר מוגמר והשוותה למערכות צמחיות קיימות כגון מרגרינה תעשייתית. מערכות אלו יכולות להציע מרקם מועדף הדומה לשומן מהחי תוך שיפור ההרכב התזונתי שמקורו בשימוש בשמן נוזלי המכיל ריכוז גבוה של שומנים בלתי רוויים המומלצים לצריכה. מערכות אלו יכולות לתפקד כתחליפי שומן מן החי במגוון רחב של אפליקציות על ידי תכנון מקדים של ההרכב על בסיס הפונקציונאליות הדרושה.

# פיתוח ביוסנסורים אופטיים לזיהוי מזהמים בחקלאות

גיאורגי שטנברג

מעבדה לביוסנסורים וננו-הנדסה, המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני [giorgi@agri.gov.il](mailto:giorgi@agri.gov.il)

הרצאה זו מתמקדת בפיתוח ובניית מערכי חישה מהירים מבוססי ננוטכנולוגיה לניטור שיטתי של מזהמים סביבתיים (כגון: מתכות כבדות, תרופות, חומרי הדברה, ורעלים), לאבחון מוקדם של מחלות בבע"ח (דלקת העטין, ברוצלודיס ובוטוליזם), בקרת איכות בגידולי שדה (מיקוטוקסינים) ובטיחות מזון (חיידקים פתוגניים ושיירים מסוכנים לאדם). הטכנולוגיה המפותחת נמצאת בחזית המדע העולמי ומאפשרת הנגשת כלים ושיטות מתחום הננוטכנולוגיה לאפליקציות בתחום החקלאות. פיתוח פלטפורמות החישה החדשות והייחודיות מבוצעת בטכנולוגיה "מעבדה-על-שבב" המבוססות על התמרה אופטית בזמן-אמת המציגה יתרונות משמעותיים ביחס לטכנולוגיה קיימת: מהירות, רגישות, מחיר בדיקה נמוך, ללא שימוש בסמנים אופטיים, ניידות המערכת לגילוי באתר הבדיקה. ניטור שיטתי באמצעות הביוסנסורים המפותחים יאפשר זיהוי מוקדם של ההתפרצות ולאחריו ביצוע פעולות מניעה במטרה למגר את הנגע התברואתי ו/או ריפוי מוקדם ע"מ למזער נזקים כלכליים לחקלאים לאורך מחזור חייו של המוצר/תוצרת חקלאית.

## התכונות האנטי-דלקתיות של שמן זבוב החייל השחור

בטי שוורץ, הדס ריכטר

האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית

[betty.schwartz@mail.huji.ac.il](mailto:betty.schwartz@mail.huji.ac.il)

זבוב החייל השחור (*Hermetia illucens*, BSF) נחשב למזון בר-קיימא עתידי בתעשיית המזון לבע"ח, בזכות יכולתו להמיר ביעילות גבוהה פסולת מזון לחו"ג איכותי ותכולת חלבון גבוהה, עשירה בחומצות אמינו חיוניות. זחלי ה-BSF מכילים כ-40% חלבון וכ-35% שמן אולם, בעוד פרקצית החלבון הממוצה מהזחלים משמשת כמוצר פרימיום להזנת חיות מחמד ולתחום החקלאות הימית, הפוטנציאל היישומי של הפרקציה השומנית לא מוגדר. שמן ה-BSF מכיל 40-50% חומצה לאורית (C12:0), חומצת שומן המשתייכת ל-Medium Chain Fatty Acid (MCFA) ולפי מחקרים בעלת תכונות אנטי-מיקרוביאליות והשפעות אנטי-דלקתיות במעי הגס. בנוסף לחומצה לאורית, שמן ה-BSF מכיל חומצה פלמיטולאית (C16:1) וחומצה אולאית (C18:1), אשר דווחו במחקרים כבעלות השפעה חיובית על הרכב המיקרוביום ועל הפחתת דלקת במעי. לכן, שמן ה-BSF בעל פוטנציאל להציע מנגנון ייחודי למניעה או טיפול במצבי דלקת, אולם בהיותו מוצר חדש, שמן ה-BSF לא נחקר עדיין בתחום זה. במעבדה של פרופ' בטי שוורץ מצאנו כי שמן ה-BSF הפחית דלקת *in-vitro* ע"י דיכוי ביטוי של ציטוקינים פרו-אינפלמטורים בתאי מאקרופאג' של מערכת החיסון. בנוסף, בניסוי בעכברים מושרי קוליטיס, שמן ה-BSF הפחית בצורה מובהקת סימנים קליניים של המחלה בהשוואה לקבוצת הביקורת (שמן סויה). תזונה אנטי-דלקתית מותאמת לחולי קוליטיס יכולה לשמש קו הגנה לנסיגה ושלמירה על הפוגה של המחלה. המטרה שלנו היא לחקור את הפוטנציאל של שמן ה-BSF כמרכיב בתזונה תרפואית לטיפול במחלות מעי דלקתיות.

## מתיקות וטעמים נלווים - מה ניתן ללמוד בגישות חישוביות

ירון בן שושן-גולצקי<sup>1</sup>, מאשה ניב<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המכון לביוכימיה, מזון ותזונה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,

האוניברסיטה העברית בירושלים. Yaron.BenShoshan@mail.huji.ac.il

משיכה לטעם מתוק היא אחד הגורמים החשובים בצריכת מוצרי מזון, אך גם מהווה בעיה בריאותית שיוצרת צורך בממתיקים חדשים ובשילובים יעילים של ממתיקים קיימים. בכדי להבין את המרחב הכימי של הטעם המתוק ניתחנו את הדומה והשונה בין מולקולות מתוקות ומרירות ומצאנו כי מולקולות מתוקות נוטות להיות פולריות יותר, ומרות - הידרופוביות יותר. כדי להבין מדוע תכונות מסוימות של חומרים גורמות למתיקות, בנינו מודל תלת מימדי של הקולטן לטעם מתוק. אמינותו של המודל אוששה על ידי כך שהצליח לדרג חומרים מתוקים ידועים גבוה יותר מחומרים שאינם מתוקים. המודל התלת מימדי שימש לסריקה חישובית מהירה של מאגר אלקטרוני של כ-40,000 חומרים הנמצאים במזון. עבור 400 החומרים עם ההתאמה הטובה ביותר לקולטן, בוצע חיפוש במאגרי מידע ופטנטים ונמצא כי עבור עשרות מהחומרים שהתגלו בסריקה הוגשו לאחרונה בקשות פטנט כממתיקים. חומרי טבע נוספים שנחזו כמתוקים, נמצאים כעת בבדיקה במערכת תאית במעבדתנו. בנוסף, עבור חומרים שמקורם בשורש ליקוריץ, מצאנו כי כדי שבנוסף לטעם הליקורישי יהיה לחומרים גם טעם מתוק, יש צורך בקבוצות כימיות מסוג טריטרפנואיד וקבוצה נוספת פולרית (הידרוקסיל או קרבנויל) בעמדות קבועות, אשר נקשרות לשיירים ספציפיים בחלק העליון של אתר הקישור בקולטן. באמצעות המודל ובחינת אנטיומרים של גלוקוז, מצאנו כי אזור הקישור בקולטן בנוי משני "כיסים", מה שמסביר את היכולת הן של מונוסכרידים (דרך כיס אחד) והן של דו-סכרידים (דרך שני הכיסים) להפעיל את הקולטן. לסיכום, הבנה מעמיקה של תכונות אתר הקישור בקולטן, יחד עם יכולת לסרוק מאגרי מידע גדולים, מהווים כלים חדשים למציאת ממתיקים או שילובים חדשים.

## S-Nitroso-N-Acetylcysteine כחומר משמר חדשני בתעשיית הבשר

עדי שפיידר<sup>1</sup>, יוסף קנר<sup>1</sup>, אורן תירוש<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון לביוכימיה מדעי המזון והתזונה, הפקולטה למדעי החקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים [adi.shpaizer@mail.huji.ac.il](mailto:adi.shpaizer@mail.huji.ac.il)

במוצרי בשר מעובדים מוסף ניטריט כחומר משמר אנטימיקרוביאלי ונוגד חמצון, אך הוספת ניטריט גורמת גם ליצירת תרכובות (N-NA) N-nitrosamines הידועות כמסרטנות באדם, הן במוצר עצמו, אך במיוחד לאחר אכילה, בקיבה ובמערכת העיכול. מטרת המחקר הייתה לבדוק את השימוש ב-S-nitroso-N-acetylcysteine (NAC-SNO) כתחליף לניטריט לצורך שימור בשר בצורה בטוחה, שאינה מייצרת חומרים מסרטנים במוצר ובמערכת העיכול. יצירת NAC-SNO מסרטנים נמדדה בבשר ובמערכות מודל בעזרת HPLC. היצירה ע"י NAC-SNO היתה נמוכה מאוד, עד פי 99 פחות מניטריט. בניסויי חיות התברר שבניגוד לניטריט, NAC-SNO לא גרם ליצירת ניטרזאמינים ע"י מדידת חדירתם לדם, ואינו גורם לרעילות חזקה כמו של ניטריט כתוצאה מיצירת מטהמוגלובין. במהלך אחסון ממושך של מוצרי בשר NAC-SNO מנע חמצון שומנים בבשר ביעילות הדה לזו של ניטריט. בניסוי לבחינת השפעת הריכוז בייצוב המוצר בפני חמצון, NAC-SNO בריכוזים נמוכים מניטריט נמצא כיעיל ביותר. בנוסף נמצא כי NAC-SNO בניגוד לניטריט מייצר תגובה נוגדת חמצון ללא צורך בחימום המוצר. בבדיקות של חמצון חלבונים נמצא החומר כמגן טוב יותר מאשר ניטריט ובנוסף התברר כמגן יעיל בפני הרס וויטמינים ופגיעה חמצונית. בנוסף, ל-NAC-SNO תכונות מצוינות ליצירת פיגמנט הצבע בבשר. NAC-SNO נמצא יעיל באותה מידה כמו ניטריט בעיקוב התפתחות החיידק והספורות של *Clostridium sporogenes* כמודל ל-*Clostridium botulinum*. נראה כי NAC-SNO יכול לשמש כתחליף לניטריט מבחינת בטיחות ומניעת יצירת חומרי לוואי מסרטנים בבשר ואינו רעיל כמו ניטריט. NAC-SNO פעיל כנוגד חמצון טוב יותר מניטריט במוצרי בשר ובכך מייצב את הטעם, המרקם והצבע במוצר ואת האיכות התזונתית שלו. בנוסף, ל-NAC-SNO יכולת אנטי-מיקרוביאלית דומה לשל ניטריט ולכן יוכל להחליפו כחומר משמר בטוח יותר במוצרי בשר.

## פיתוח אסטרטגיות חדשות למניעת הפתוגנזה של חיידקי גרם-חיובי

אבישג יהודה<sup>1</sup>, ליילה סלמטי<sup>2</sup>, עינב מלאך<sup>1</sup>, דידייר לרקלוס<sup>2</sup> וצבי חיוקה<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מכון לביוכימיה, מזון וסביבה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

<sup>2</sup>מכון Jouy-en-Josas, AgroParisTech, INRA, Micalis, צרפת

[avishag.yehuda@mail.huji.ac.il](mailto:avishag.yehuda@mail.huji.ac.il)

מטרת רוב הטיפולים האנטי-מיקרוביאליים הקיימים היא הרג של החיידק או עיכוב גידולו. במתן טיפולים אלו, נוצר לחץ גדול על הסביבה ועימו גובר הסיכוי לפיתוח עמידות של החיידק לאותן תרכובות. אי לכך, עניין רב היום בחיפוש אחר טיפולים חדשניים. חישת מניין או Quorum sensing (QS), הינה תקשורת בין-תאית בחיידקים המאפשרת תיאום של ביטוי גנים בהתאם לצפיפות האוכלוסייה. מערכות ה-QS מהוות את עמוד התווך בהגברת אלימות והפתוגנזה של החיידק וכך מאפשרות את השליטה וביסוסו במאחסן, לכן מערכות אלו הפכו למטרה בפיתוח חומרים אנטי-מיקרוביאליים חדשניים. במחקר הנוכחי התמקדנו במניעת התקשורת הבין-תאית והורדת מאפייני האלימות של החיידק הפתוגני גרם-חיובי *B. cereus* דרך פגיעה במערכת ה-QS הספציפית PlcR-PapR. מערכת זו מבוקרת על-ידי פקטור שעתוק PlcR אשר מופעל עם קישור לפפטיד קצר בשם PapR. האינטראקציה בין PlcR ל-PapR הינה ספציפית ומובילה לשעתוק של PlcR regulon המורכב מ-45 גנים של גורמי אלימות. על בסיס הרצף של PapR הנטיבי, פיתחנו סט של פפטידים מעכבים שהורידו משמעותית את ביטוי הגנים של PlcR regulon ודיכאו מאפיין אלימות מובהק המתבטא בירידה בהמוליזה של כדוריות דם אדומות. חומרים אלו מהווים את יריית הפתיחה לפיתוח רחב של חומרים אנטי-מיקרוביאליים חדשניים היכולים להשתלב בתחומים רבים כדוגמת חקלאות, רפואה ותעשיית המזון.



## השוואת מדיניות התמיכה בענף החקלאות במדינות שונות

יעל קחל

חטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר [yaelk@moag.gov.il](mailto:yaelk@moag.gov.il)

ברוב המדינות המפותחות קיימת התייחסות מיוחדת לענף החקלאות והענף נהנה מתמיכות. גובה התמיכה וסוגי התמיכות שונים במדינות שונות ומושפעים מהתנאים המיוחדים של כל מדינה ומהמטרות של המדיניות החקלאית במדינות השונות. סוגי התמיכה כוללים תמיכות עקיפות (הגנה מכסית, מכסות ייצור) ותמיכות תקציביות שונות. ארגונים בינלאומיים כגון ארגון הסחר העולמי וארגון ה-OECD ממליצים על מעבר לתמיכות שלא משפיעות באופן ישיר על החלטות הייצור של החקלאים כדי לא "לעוות" את השווקים החקלאיים ולפגוע בתחרות. אכן היו שינויים משמעותיים בתמהיל התמיכות במדינות ה-OECD, והחלק של התמיכות "המעוותות" ירד. ההרצאה תעסוק במדיניות התמיכה בענף החקלאות במדינות שונות, מגמות לאורך זמן והשוואה בין כלים שונים לתמיכה.

# השפעת שינויי האקלים על החקלאות הצמחית בישראל: שטחים, תפוקה, מחירים, הכנסות ורווחים

עדו קן<sup>1</sup>, איל קמחי<sup>2</sup>, עמי רזניק<sup>3</sup>, יונתן קמינסקי<sup>4</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לכלכלת סביבה וניהול, המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, והמרכז למחקר בכלכלה חקלאית

<sup>2</sup> המחלקה לכלכלת סביבה וניהול, המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, מוסד שורש למחקר כלכלי-חברתי, והמרכז

למחקר בכלכלה חקלאית. [Ayal.kimhi@mail.huji.ac.il](mailto:Ayal.kimhi@mail.huji.ac.il)

<sup>3</sup> המכללה האקדמית תל חי

<sup>4</sup> קרגיל

מחקר זה מציג תחזיות של השפעת שינויי האקלים על חקלאות הצומח בישראל. השפעת הטמפרטורה והמשקעים על הקצאת הקרקע לגידולים השונים נאמדת בעזרת נתוני עבר של יישובים חקלאיים, ומהם נגזר היצע התוצרת החקלאית. הביקוש לתוצרת נאמד בעזרת נתוני שוק, והמפגש בין הביקוש וההיצע קובע את מחירי התוצרת ואת הכמויות המיוצרות. שימוש בתחזיות אקלים מאפשר לבחון את השינויים הצפויים בהקצאת הקרקעות, בכמות המיוצרת, במחירים, ברווח של החקלאים וברווחה של הצרכנים. נמצא ששינויי האקלים יגדילו את הרווח של החקלאים, בעיקר בענף גידולי השדה שיהנה מעליית הטמפרטורה. ענף הפירות יצטמצם והמחירים יעלו. ייצור הירקות יגדל והמחיר ירד. כ-18% מהגידול ברווח של המגדלים נובע מהשינויים בהקצאת השטחים בין הגידולים. חלק הארי של השינויים בענפי הצומח נובע מעליית הטמפרטורה, ואילו הירידה במשקעים משפיעה פחות. הגדלת כמות המים לחקלאות על מנת לפצות על הירידה במשקעים אינה כדאית למשק. רווחת הצרכנים תיפגע בגלל הירידה בהיצע הפירות והתייקרותם. בנוסף, נערכה הדמיה של ביטול ההגנה על הפירות והירקות מיבוא. במקרה זה הרווח של המגדלים יקטן אבל הם עדיין ייהנו משינויי האקלים. הרווחה של הצרכנים תגדל ביותר מאשר הירידה ברווח של המגדלים, כך שסך הרווחה במשק עשוי לגדול כתוצאה מביטול ההגנה מיבוא. מכאן שביטול ההגנה מיבוא יותיר די משאבים בישי המדינה על מנת לפצות את המגדלים על הפגיעה ברווחיהם. תוצאה זו מתקשרת לדין הציבורי בהצעת ה"רפורמה" בחקלאות שנכללת בטיוטת חוק ההסדרים לשנה זו. מבחינה משקית כוללת יש היתכנות להפחתת מכסים על פירות וירקות ואף לביטולם, אולם יש להעניק פיצוי נאות למגדלים שייפגעו ולהפחית את המכסים באופן הדרגתי הרבה יותר מאשר הוצע, על מנת לאפשר למגדלים להתאים את הרכב הגידולים שלהם.

# השפעת חומרי הדברה להגנת הצומח על בריאות הציבור

תמר ברמן

מישרד הבריאות

# רובוטיקה חקלאית - חדשנות ואתגרים

יעל אידן

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

# אלרגיה לחלבונים מהצומח: חידושים, טיפולים וסיפורים

מונה כידון

בית חולים תל השומר

## מדדים אקלימיים המשפיעים על החקלאות בישראל - מגמות עבר ועתיד

יוסף יצחק

השירות המטאורולוגי, [yosefy@ims.gov.il](mailto:yosefy@ims.gov.il)

לשינויי אקלים ככלל ולהקצנה אקלימית בפרט נודעת השפעה על האדם ועל מגזרים שונים במשק (חקלאות, מים, אנרגיה, בריאות וכד'). לפיכך הערכתם ותכנון המוכנות לקראתם הינה הכרחית. לאור חשיבות הנושא, כבר לפני כארבע שנים, פנה משרד החקלאות בבקשה לשירות המטאורולוגי לחשב ולבחון מגוון רחב של מדדים אקלימיים להם נודעת השפעה על ענפי החקלאות השונים. מדדים אלו בוחנים את השינויים שחלו למשל במספר ימים מעל ו/או מתחת לסף טמפרטורה מסוים, מספר שעות מעל ו/או מתחת לסף טמפרטורה נתון, כמויות גשם, פרקי יובש וכד'. עבור כל אחד מהמדדים הניתוח בוצע פעמיים. פעם אחת לתקופת העבר על בסיס התצפיות המטאורולוגיות ופעם נוספת לעתיד על בסיס נתוני מודלים עד לשנת 2050. האחרון כלל בחינה של שני תרחישים עתידיים אפשריים, האחד יחסית מתון (RCP4.5) והשני פסימי יותר (RCP8.5) בו פליטת גזי החממה ממשיכה לגדול ("עסקים כרגיל"). בהרצאה נסקור את המגמות האקלימיות הכלליות בישראל בטמפרטורה ובגשם משנות ה-50 של המאה הקודמת ועד ימינו, יחד עם הצגת התחזיות עד לשנת 2100. בנוסף נציג את המגמות עבור מספר מדדי קיצון אקלימיים בדגש על מדדים להם יש השפעה על ענפי החקלאות השונים בארץ.

# השלכות שינוי האקלים על החקלאות בישראל בדגש על פגעי צמחים

יגאל אלעד

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מכון וולקני, elady@volcani.agri.gov.il

שינויי אקלים משפיעים וישפיעו על צמחים ועל גורמים ביוטיים הנמצאים באנטראקציה איתם. ההתמודדות עם השפעות האקלים כרוחה באפיון השינויים בצמחים וסביבתם הביוטית ומחקר בנושאי הסתגלות והכלה של שינויי האקלים בחקלאות (adaptation) וכן במיתון והקלת השינויים עצמם (mitigation). הלימוד וההתמודדות עם השפעות שינויי אקלים כרוכים בהתנהלות וקבלת החלטות בתנאי אי וודאות והתבססות על פרמטרים ודאיים רק בחלקם. לשינויי אקלים שתוצאתם עקות יובש, חום, קרינה, טמפרטורות יום ולילה שונות, ריכוז פד"ח גבוה, הצפת קרקע ועוד השפעות על צמחים. ההשפעות כוללות שינויים בסבילות לעקות, בהליכי התפתחות של עצי פרי וצמחים עונתיים, צבירת מנת קור, לבלוב, פריחה, יצירת אבקה ואיכותה, הפריה, חנטה והתפתחות פרי ונוף, מאזנים הורמונליים, שעונים ביולוגיים, ריכוז סוכרים ברקמות, כושר הנבה ואיכות התוצרת, ממשק מים בצמח, דיות, פתיחת פיוניות וסגירתן, קליטת יסודות הזנה, ופעילות ואנטראקציה עם מיקרואורגניזמים מועילים. שינויי אקלים, בצד שינויים אחרים במרחב החקלאי, משפיעים על הימצאותם ופעילותם של אורגניזמים מזיקים (פרוקי רגליים, נגיפים ונגיפונים (וירואידים), חיידקים וחיידקונים (מיקופלסמה), פטריות, אואומיצטים) ועל האנטראקציה שלהם עם צמחים ליצירת פגעים ומגפות. כתוצאה, מזיקים, מחלות ועשבים משתנים בהיבטי חומרה ושכיחות, פיזור ותפוצה (אזורים, קווי גובה) ותקופות פעילות במשך השנה. עקות חום, יובש והמלחה צפויות להתגבר ולהשפיע ישירות על צמחים, על האנטראקציה עם פגעים ביוטיים וכן על מידת רגישות צמחים לפגעים והתפתחות נזקים. בנוסף צפויה הגברת הרגישות של התוצרת טרייה לאחר קטיף לנזקי צינה בעקבות ההתחממות, במהלך אחסנתם בטמפרטורות האחסון - כיוון שהרגישות לקרור של פירות וירקות תגבר בעקבות גידול בטמפרטורות גבוהות ואיכותם תשתנה בעקבות שינויי האקלים. לסיכום, שינויי אקלים משפיעים על תהליכים וגורמים רבים במקביל ולכן המחקר שלהם וההתמודדות איתם דורשים התייחסות אינטגרטיבית.

## ביטחון מזון לאומי בישראל על רקע שינוי האקלים

לירון אמדור, עמית בן צור

מכון יסודות למדיניות ציבורית וציונות מעשית (ע"ר) [amdurliron@gmail.com](mailto:amdurliron@gmail.com)

ביטחון מזון לאומי מוגדר כמצב בו לכל האנשים, כל הזמן, יש נגישות סבירה, פיסית וכלכלית, לכמות מספקת של מזון בריא ומזין, אשר מתאים להעדפותיהם ולצרכיהם התרבותיים, ומאפשר חיים פעילים ובריאים. המקורות לביטחון מזון הינם: החקלאות המקומית, יבוא מזון ומלאי חירום. מדינת ישראל מייבאת חלק גדול מאספקת המזון לאוכלוסייה, במיוחד דגנים שהם הבסיס להזנת התושבים כמו גם בעלי חיים במשק. בעשור האחרון ממשלת ישראל פועלת להרחבת החשיפה ליבוא מוצרי מזון, כולל מזון טרי, מתוך רצון להוריד את המחירים לצרכן. מאידך, מערכת המזון העולמית חשופה לסיכון הולך וגדל כתוצאה משינוי האקלים ותנאים מתדרדרים בחקלאות הגלובאלית, הצפויים לפגוע משמעותית ביכולת העולמית לייצר מזון, וזאת בצד המשך הגידול המתמיד באוכלוסיית העולם והגדלת הביקוש למזון, במיוחד מוצרי בעלי חיים. תהליכים אלו צפויים להשפיע על יכולתה של ישראל להמשיך לייבא מזון. הנושא אינו בא לידי ביטוי במדיניות הנוכחית, וגם לא בתכנית הממשלתית להיערכות לשינוי אקלים. המחקר המוצג כאן בחן את נושא ביטחון המזון בישראל על רקע מספר תרחישים של שגרה לעומת חירום. המסקנה היא כי בתרחיש המביא בחשבון את השפעות שינוי האקלים, שהינו התרחיש בהסתברות הגבוהה ביותר למימוש, מתחדד הצורך להגדיל את הייצור בחקלאות הישראלית, כדי לספק מוצרים ומרכיבי תזונה שצפויים להיות במחסור במערכת העולמית. מסקנת המחקר הינה שיש לבחון באופן אסטרטגי את מערכת המזון הישראלית ולבסס אותה על שיקולים ארוכי טווח ובני קיימא ועל ניהול סיכונים מודע ומושכל. נושאים שנדרש לבחון אותם הינם, למשל, ההשפעה הצפויה של שינוי האקלים על התפוקות של גידולי מפתח בארצות מהן מייבאים כיום מזון, והאפשרויות לגדל את המוצרים הללו, או מוצרים תחליפיים, בתנאים של מדינת ישראל, ולאור השינוי האקלימי הצפוי באזורנו.



## השפעות גורמי אקלים ולחץ רעייה על איכות תזונתית של הצומח במרעה עשבוני ים תיכוני

גיא דוברת\*, יאן לנדאו, טובה דויטש, חיים גורליק ודלמן הנקין

המחלקה למשאבי טבע, מרכז מחקר נוה-יער, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

\* [dovrat@volcani.agri.gov.il](mailto:dovrat@volcani.agri.gov.il)

שינויי אקלים גלובליים מציבים אתגר בחיזוי השירותים אותן מספקות אקוסיסטמות בטוח הקרוב ובעתיד הרחוק יותר. במערכות מרעה ים-תיכוניות הרכב הצומח ואיכותו כמזון לבעלי החיים מושפע בצורה ניכרת מתנאי האקלים השוררים בתקופת הצמיחה הקצרה בחורף ובאביב. לכן, מספקות מערכת עונתית אלו הזדמנות לבחינה שנתית של השפעות גורמי אקלים על התחדשות הצומח במרעה ואיכותו כמרעית. עוצמת הרעייה במערכת עונתית זו יכולה למתן, או לחלופין להגביר, השפעות אקלים אל איכותו התזונתית של הצומח. במחקר בדקנו באמצעות ניתוח נתוני צומח ואקלים שנאספו בשנים 2005-2019, בניסוי רחב היקף בגליל המזרחי, את ההשפעה של גורמי אקלים שונים ורמות לחץ רעייה על מדדי איכות תזונתית של הצומח. תוצאות המחקר מראות כי לגורמי אקלים השפעה מעצבת על האיכות התזונתית של המרעית, אשר פועלת באינטראקציה עם לחץ הרעייה. שנים ממוזגות יותר וגשומות העלו את איכות המרעית במרבית המדדים התזונתיים שנבדקו. מודלים שכללו את הטמפרטורה בחורף לצד טיפולי הרעיה הראו את הניבוי המיטבי לחלבון, סיבים ולנעכלות כללית של הצומח. כאשר תכולות סיבים עלו, ואחוזי חלבון ונעכלות ירדו עם העלייה בטמפרטורות וירידה בלחות בחורף. לחץ רעיה גבוה משפר את מדדי האיכות התזונתית בשנים ממוזגות, אך השפעה זו מתמתנת או נעלמת לחלוטין ככול שהתנאים נהיים חמים ויובשניים יותר. תוצאות המחקר משרטטות תמונה עתידית להשפעות של התחממות וירידה בלחות על כושר הנשיאה של שטחי המרעה באזור.

## בחינת הגורמים המשפיעים על צבירת הצבע בזן התפוח "קריפס פינק" (פינק לידי) בתנאי הארץ.

ריטה מונדר, עומר קראין, שרוליק דורון, אילת שר שלום, סולימאן פרחאח

מופ צפון - מיגל: [ritamonther@migal.org.il](mailto:ritamonther@migal.org.il)

הזן 'קריפס פינק' (פינק לידי) שפותח באוסטרליה הינו זן חדש יחסית בארץ. זהו זן אטרקטיבי וטעים, שהפך בשנים האחרונות להיות הזן הידוע והאהוב ביותר אצל הצרכנים. לצבע הפרי משמעות רבה כשהפרי מוצע לשיווק; תפוחי "פינק לידי" נמכרים במחיר גבוה והם מבוקשים על ידי הצרכנים. השם פינק לידי הינו מותג המאפיין תפוחי 'קריפס פינק' בעלי רמת צבע מספקת. תפוחי 'קריפס פינק' בהם רמת הצבע נמוכה אינם נמכרים כ"פינק לידי" והם פודים מחירים נמוכים יחסית. הצבע האדום בפירות רבים בניהם התפוח נובע מצבירת אנטוציאנינים. עבודות קודמות הראו שתהליך יצירת האנטוציאנינים מושפע מתנאי הסביבה, במיוחד מטמפרטורה וחשיפה לקרינת השמש. הזן 'קריפס פינק' מתקשה לקבל צבע בתנאי הארץ בהשוואה לפרי המיובא בשל כך, נדחה מועד הקטיף והוא נעשה באופן סלקטיבי ויקר. מטרת העבודה הייתה להבין את מנגנון צבירת הצבע של התפוח מזן 'קריפס פינק' הגדל בתנאי הארץ ואת השפעה של תנאי הסביבה (קרינה וטמפ') על צבירת הצבע בפרי. נמצא שצבירת אנטוציאנינים ב-'קריפס פינק' מתחילה רק כ-10 ימים לפני הקטיף, בעוד שביטוי הגנים המוקדמים המעורבים בתהליך ביוסינתזת האנטוציאנינים עולה כחודש וחצי לפני העלייה ברמת אנטוציאנינים בקליפה. בנוסף נמצא שחשיפה לקרינת השמש באוקטובר, במקביל לעליה הטבעית בצבע ב'קריפס פינק', משפיעה לחיוב על צבירת האנטוציאנינים בפרי. בבחינת השפעת הטמפ' מצאנו השפעה שלילית של טמפ' גבוהה כחודש לפני צבירת האנטוציאנינים כך שטמפרטורה גבוהה בספטמבר פגעה בצבירת האנטוציאנינים בקטיף החל כחודש וחצי לאחר מכן. קירור הפרי בתקופה זו הוביל לשיפור צבע הפרי. נראה על כן כי קירור הפרי בספטמבר באמצעים שונים ישפר את צבע הפרי ואת התמורה למגדל.

## ניבוי שיעורי פריחה בעצי זית מזן ברנע על סמך טמפרטורות במהלך עונת החורף

אילן שמאלי<sup>1</sup>, תהל וכסלר<sup>1</sup>, חיים אנגלן<sup>1</sup>, אורטל בחשיאן<sup>1</sup>, גיורא בן ארי<sup>2</sup>, אלון סמך<sup>1</sup>, תמר

פרידלנדר<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה

העברית, רחובות 7610001 [Tamar.friedlander@mail.huji.ac.il](mailto:Tamar.friedlander@mail.huji.ac.il)

<sup>2</sup> המחלקה למדעי עצי הפרי, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן 7505101.

שיעורי ההתמיינות לתפרחות בסוף החורף של ניצנים בעצי זית תלויים בטמפרטורות קרות במהלך החורף. ידוע כי תחום הטמפ' המאפשר פריחה הוא  $4^{\circ}\text{C}$ - $18^{\circ}\text{C}$ . עצים שגודלו בטמפ' מחוץ לתחום זה לא פרחו. פריחה מירבית הושגה לאחר 80 יום ב  $10^{\circ}\text{C}$ - $13^{\circ}\text{C}$ . החורף באזורנו מתאפיין בשונות רבה בטמפרטורות. בפרט, קיימים פרקי זמן בהן הטמפ' עולות מעבר לתחום הרצוי, לדוגמא, בנגב השנה. קיים חשש כי שינויי האקלים יגרמו לפרקי הזמן החמים להיות נפוצים יותר ולהגיע לטמפ' גבוהות יותר, מה שעלול לצמצם את האזורים בהם יתאפשר גידול מסחרי של זיתים. למרות הידיעה הבסיסית בדבר הטמפ' הרצויות לפריחה, לא קיים עד כה מודל כמותי מספק המאפשר לנבא את הפריחה הצפויה תחת פרופילי טמפ' מורכבים, כפי שקיימים בטבע. מודלים קודמים ניסו לסכם את מספר שעות הקור שהעץ צובר במשך החורף, או לסכם את מס' שעות הקור בניכוי שעות החום. ההתאמה של מודלים אלה לתוצאות ניסיוניות הינה חלקית בלבד. בפרט, מודלים הסוכמים שעות אינם מתארים את העובדה שפרקי זמן קצרים של חום הם בד"כ בעלי השפעה נמוכה בעוד פרקי זמן ארוכים ורצופים של חום פוגעים באינדוקציה לפריחה. בפרויקט זה אספנו נתוני פריחה של עצי "ברנע" ללא יכול קודם ונתוני טמפ' בשנים 2014-2021 בתנאי חוץ ובתנאים מבוקרים. בנינו מודל דינמי המתאר מסלול היווצרות תלוית טמפ' וצבירה של גורם פריחה. המודל כולל תוצר ביניים המתפרק בקצב תלוי טמפ'. הזנו למודל נתונים מ-14 ניסויים. השתמשנו בשיטות אופטימיזציה נומריות כדי להתאים פרמטרים מיטביים למודל. אימות של ניסויים בודדים לעומת ניבוי המודל המבוסס על הניסויים האחרים (leave-1-out) מראה התאמה יפה. איסוף נתונים לאורך שנים נוספות יאפשר את טיוב המודל ואת הרחבתו לזנים נוספים.

## יישומים מתקדמים בהשקיה, למיתון שינויי האקלים, להעלאת היבול תוך שמירה על איכות הסביבה

דובי רז

חברת נטפים

השקיה זעירה נחשבת לשיטת ההשקיה היעילה ביותר, אם זה כך, מדוע היקף השימוש בה הוא 5-6% בלבד?, מהם האתגרים והחסמים שעומדים בדרכינו? האם היא יכולה לעזור במיתון שינויי האקלים ואיך. היום אנחנו יכולים לאמור שאנחנו מפחיתים באופן משמעותי את פליטת גזי החממה, הדחת חנקות וספיחת מתכות כבדות. אנחנו מעלים בצורה משמעותית את יעילות המים והדשן. בשנים האחרונות פיתחנו מערכות אלו ששימשו להשקיה ודישון, גם לכיוונים של הגנת הצומח בצורות שונות תוך שימוש בהגמעה (דרך הטפטוף) והתזה קבועה - שימוש במתזים / ממטירונים זעירים. אנחנו יכולים להזרים חומרי הדברה, חיידקים ופטריות חיוביים, ביוסטימולנטים שייטיבו את בריאות הקרקע והצמח. בגלל כל היתרונות שצוינו כאן, עלינו להביא לכך שמקבלי החלטות בחברות מזון, ממשלות, ארגוני מגדלים וצרכנים - יכירו ביתרונות אלו, ויעזרו לנו ולעולם להגיע למקום טוב יותר באמצעות שורת החלטות של סובסידיות וזיכוי עבור הפחתת פליטת פחמן דו חמצני. כשאנחנו מדברים על חקלאות ברת קיימא, השקיה זעירה היא חלק אינטגרלי מהנושא.

# אווור קרקע באמצעות הזרקת אוויר ותוספת מי-חמצן דרך מערכות השקיה בטפטוף תמון ועילי

אילן בן נח<sup>1,2</sup>, עידו ניצן<sup>1</sup>, בן כהן<sup>1</sup>, גיא קפלן<sup>1</sup>, שמוליק פרידמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה לפיסיקה סביבתית והשקיה, המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני (vwsfried@agri.gov.il)

<sup>2</sup>. Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), Spanish Council of Scientific Research (CSIC), Barcelona, Spain

קצב הנשימה של קרקע חקלאית מושקית הוא כ-10 גרם חמצן למ"ר ליום. מאגר החמצן בשכבות הנושמות של הקרקע מספיק לנשימה של שעות עד ימים בודדים, ולכן יש צורך בקצב חילוף גאזים מספיק עם האטמוספירה. מנגנון החילוף העיקרי הוא דיפוסיה של חמצן מהאטמוספירה אל עומק הקרקע ושל פד"ח מעומק הקרקע לאטמוספירה. תהליכי דיפוסיה רלוונטיים נוספים הם הדיפוסיה של חמצן אל השורש הבודד ובתוך אגרגטים. מניחות של תהליכי הדיפוסיה עולה שבדרך-כלל התהליכים שמגבילים את קצב נשימת השורשים הם הדיפוסיה של החמצן לעומק הקרקע ודרך שכבת המוצילג שמקיפה את השורש. לעתים, בעיקר בקרקעות עם תכולת רטיבות גבוהה ובטמפרטורות גבוהות, שטף הדיפוסיה של החמצן מהאטמוספירה לחתך הקרקע אינו מספק את צרכי הנשימה והחמצן מהווה גורם מגביל לצימוח והנבה. בהרצאה נתאר בקצרה תוצאות של ניסויים באווור מאולץ של הקרקע על-ידי הזרקת אוויר במערכת של טפטוף תמון בליזימטרים עם צמחי פלפל, במטע של מנגו ובפרדס, ועל-ידי תוספת מי-חמצן למי ההשקיה בטפטוף תמון ועילי בליזימטרים עם צמחי פלפל. הזרקת אוויר מעלה את ריכוז החמצן באוויר הקרקע בשיעור מתון של אחוזים בודדים, מגבירה את קצב נשימת השורשים ועשויה להגדיל את הצימוח והיבול. יעילות השיטה מוגבלת בעיקר בגלל זרימת האוויר המוזרק בנתיבי זרימה מועדפים כלפי מעלה. ניתן להוסיף מי-חמצן גם בטפטוף תמון וגם בטפטוף עילי ולהעלות את אחוז החמצן באוויר הקרקע בצורה ניכרת, אולם מי-החמצן יקרים והם ותוצריהם הבלתי רצויים (רדיקל הידרוקסיל,  $\cdot\text{OH}$ ) עלולים להיות רעילים לצמח.

## חלופות לממשק הדברת עשי לילה בתירס סופר מתוק, נווה יער 2020

אייל פריידמן<sup>1</sup>, עמי גיפס<sup>1</sup>, זוהר בן שמחון<sup>2</sup>, רונן כפיר<sup>2</sup>, נדב ניצן<sup>3</sup>, אדוה ענבר<sup>4</sup>, דגנית שדה<sup>4</sup>

1. מחלקה חקלאית - "נטפים", 2. מחלקת משק - מנהל המחקר, "נווה יער", 3 ייעוץ סטטיסטי, 4. ייעוץ הגנת הצומח [dganitsade@gmail.com](mailto:dganitsade@gmail.com)

היקף גידול התירס המתוק והסופר-מתוק לשוק ולתעשייה בישראל עומד על כ- 35 אלף דונם בשנה (בחדשים פברואר-דצמבר). עיקר הנזק לגידול נגרם ע"י עשי לילה. מבין עשי הלילה, משפחת הנוברים ובראשה הנובר המנוקד (partellus Chilo), מהווה איום משמעותי ל יבול התירס ולאיכותו. בנוסף, בשנה האחרונה, פלשה לארץ הגדודנית ההרסנית (frugiperda Spodoptera) אשר מסבה נזקים חמורים, עד כדי פסילת חלקות. ממשק ההדברה המקובל נגד עשי לילה בתירס משתנה בהתאם לעונה - באביב 1-2; בקיץ 3-5 ובסתיו 4-6 ריסוסים. אולם, אתגרים טכניים, כמו גובה הצמח ונגישות, מגבילים את יעילות ההדברה. לאור זאת, בחנו ממשק הדברה "משולב", בהשוואה להיקש ול ריסוס משקי נגד הנובר ה מנוקד, בון "סנטינל" בזריעת מאי. מהממצאים עלה כי לא נמצא הבדל מובהק בכמות היבול ובאיכותו ביישום "משולב" של  $\text{Lambda-C} + \text{Thiamethoxam} + \text{C}$  (Chlorantraniliprole (C) ; ואמפליג דוריבו, קורגן, Cyhalothrin בהתאמה), בהשוואה ל"משקי". מידע זה שימש לגיבוש ניסוי המשך ב"סנטינל" סתווי (זריעה ב- 8.29), בו נערכה השוואה בין היקש, "משקי" ו "משולב" בטפטוף עילי ובטפטוף טמון ב- 15 וב- 30 ס"מ, כשבמקביל הגדודנית הפכה למזיק המוביל. התוצאות הצביעו כי לא נרשם הבדל בכמות היבול ובאיכותו בין ה"משקי" ל "משולב" בקורגן ובדוריבו ביישום בטפטוף עילי ובטפטוף טמון ב- 30 ס"מ. \* ממשק "משולב" - מבוסס על יישום בריסוס בתחילת העונה, ובהמשך בשל גובה הצמח, יישום תכשירים סיסטמיים בהגמעה בלבד.

## צינון נוף באבוקדו: מערכת יישומית להתמודדות עם שינויי האקלים

סלעית לזר<sup>1</sup>, ילנה ויטושקינ<sup>2</sup>, ויקטור אלחנתי<sup>2</sup>, אבי ארבל<sup>2</sup>, מרדכי ברק<sup>2</sup>, גיא רשף<sup>3</sup>, דפנה זיו<sup>4</sup>, אלי סימנסקי<sup>5</sup>, ארנון דג<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> תחנת גילת למחקר חקלאי על סף המדבר, מכון וולקני.

<sup>2</sup> המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני. [elenav@volcani.agri.gov.il](mailto:elenav@volcani.agri.gov.il)

<sup>3</sup> חברת נטפים.

<sup>4</sup> שירות ההדרכה והמקצוע.

<sup>5</sup> חברת NevaTeam.

עקב שינויי האקלים, גלי חום אביביים הופכים תכופים באזורנו. השילוב של טמפרטורות גבוהות, רוח ויובש גורם נזקים לגידולים סובטרופיים, המותאמים לתנאי אקלים הכוללים לחות גבוהה וטמפרטורות מתונות. פרי האבוקדו נחשב מזין והגידול בעל ערך כלכלי רב. איזורי הגידול של האבוקדו מתרחבים מדי שנה, ומטעים רבים ממוקמים באקלים ים תיכוני. גלי החום האביביים גורמים לנשירה מסיבית של חנטי האבוקדו, פגיעה ביבולים ונזק רב. פתרונות יישומיים חדשים לבעיה הם לכן אמצעי הכרחי לשמירה על רווחיות הגידול. מחקר זה מציג שיטת צינון נוף בעצי אבוקדו המבוססת על ממטירים ומתזים המחוברים למערכת ההשקיה הקיימת. בשנתיים האחרונות נערכו ניסיונות ראשוניים בשני מטעי אבוקדו בקיבוצים גבים וסעד, בנגב המערבי. מטרת הניסוי היתה לבחון את הביצועים של מערכת התזה מעל הנוף, המופעלת במהלך ימי שרב אביביים בלבד, בתום הפריחה. נמצא כי מערכת ההתזה הפחיתה את טמפרטורות העלים בכ- 10 מ"צ, עקת היובש בעץ ירדה באופן מובהק והיבולים עלו משמעותית. חשוב לציין כי שימוש במי שפד"ן אפשרי אך דורש התאמות כדי להימנע מנזקי מלח לעלים. שימוש נכון במערכת צינון הנוף יכול להקל את עומס החום על העצים ולאפשר פתרון פשוט יחסית להתמודדות עם גלי חום אביביים.

## הדברת מלסקו בלימון ומחלות אחרות בעצים בכמיגציה

עמוס עובדיה

אגרונומיה בע"מ [amos@agronomia.co.il](mailto:amos@agronomia.co.il)

אחד היתרונות הגדולים של מערכות השקייה בכלל ומערכת השקייה בטפטוף הוא היכולת להוביל אל הצמח המושקה חומרים ביחד עם המים. בכל גידול המושקה בטפטוף הוספת הדשן למי ההשקייה כבר מזמן הוא סטנדרט. שנים רבות מקובל להגמיע קוטלי מזיקים דרך מערכת הטפטוף גם בגידול ירקות וגם בגידולים רב-שנתיים (עצים). קוטלי פטריות מקובלים רק בגידולים חד שנתיים. באמצעות תכשירים המוגמעים לקרקע מתאפשרת הדברת פגעים הן בסביבת מערכת השורשים בקרקע והן בעלוות הצמחים. מחלת המלסקו היא מחלה חשוכת מרפא, תוקפת בעיקר לימון, ליים, אתרוג אך גם הדורים אחרים. המחלה נגרמת ע"י הפטריה *Phoma tracheiphila*. המחלה חודרת לצמח דרך פצעים בעלווה, מתקדמת לענפים ולגזע, גורמת לתמותת ענפים ובהמשך למוות הצמח כולו. המחלה נפוצה באזורים לחים באגן הים התיכון. הטיפולים הכימיים המקובלים למניעת המחלה מצטמצמים לריסוסי מניעה בעיקר בתכשירי נחושת, בהצלחה חלקית מאוד. בשנת 2016 הועמד ניסוי לבדיקת תכשירים להדברת מחלת המלסקו בלימון. התכשיר היחיד שנמצא יעיל מבין הנבדקים היה "חוסן", המכיל 125 גרם בליטר Flutriafol. במהלך השנים 2017-2019 התבצעו ניסויי יעילות בחלקות נוספות, בהם נבחנו מינונים שונים של התכשיר "חוסן". בסוף 2019 התכשיר קיבל רישוי להדברת המחלה במינון של 200 סמ"ק לדונם ב 4-5 יישומים בשנה. בשנים האחרונות מתבצעים ניסויים להדברת מחלות עלווה ומחלות שלד נוספות בעצים עם קוטלי מחלות, המיושמים דרך מערכת הטפטוף ויש התפתחויות מעניינות.



## יעילות הגמעת קוטלי פטריות כנגד מחלות נוף בתפוח עץ

ליאור גור<sup>1</sup>, איל פריידמן<sup>2</sup>, דיו חריט<sup>2</sup>, אמוץ פרבר<sup>3</sup>, משה ראובני<sup>1</sup>

1. מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין

2. נטפים, המחלקה החקלאית

3. שחף שרותי חקלאות ופיתוח

(ליאור גור: liogur@gmail.com)

גידול התפוח הינו אחד הגידולים החשובים באזור גליל-גולן. עצי התפוח בישראל נתקפים על ידי מספר מחלות נוף. החשובות שבהן: גרב, קימחון וריקבון הקליפה הנגרמות על ידי הפטריות *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha* ו *Alternaria mali*, בהתאמה. הדברת מחלות אלה נעשית בעיקר באמצעות ריסוס קוטלי פטריות באמצעות מרססים הנגררים על ידי טרקטור, דבר הכרוך בעלויות של כח אדם, זמן, דלק ובלאי, וכן השפעות של רחף על הסביבה. כמו כן, קיימים מקרים בהם קשה, או בלתי אפשרי לרסס את החלקות, כגון: כשהקרקה בוצית, כשיש צורך להספיק לרסס שטחים גדולים בזמן קצר, ועוד. על מנת לספק פתרון משלים לריסוס בטרקטור, נבחנה בשנים 2017-2020 יעילות השימוש בגמעה של קוטלי פטריות דרך מערכת ההשקיה בשילוב עם ריסוסי נוף, בהדברת שלוש המחלות, במטעי תפוח בגליל ובגולן. הגמעה בלבד של קוטלי הפטריות: Flutriafol, Prothioconazole והתערובות המוכנות Tebuconazole + Fluopyram, Difenconazole + Azoxystrobin ו Difenconazole+Tea tree oil הראתה יעילות כנגד גרב של 50-85% ו 60-85% על העלים והפרי, בהתאמה. היעילות כנגד קימחון הגיעה לשעור של כ 50%, ויעילות כנגד ריקבון הקליפה ל 60-85% ו 50-80% על הפיטם וגוף הפרי, בהתאמה, בהשוואה לעצי הבקורת הלא מטופלים. מרווחים בין ההגמעות נעו בין 15 ל 45 ימים, בהתאם לתכונות החומרים השונים. תוספת של ריסוסים על עצים שהוגמעה בחומרים השונים שיפרה את יעילות ההדברה בכ 10-15% נוספים, בהשוואה לעצים לא מטופלים. בכל המקרים מספר יישומי ההגמעות והריסוסים היה נמוך ממספר הריסוסים המשקיים באותה חלקה, והיעילות היתה דומה, או גבוהה יותר מהטיפול המשקי. שילוב הגמעות בממשק ההדברה יחד עם ריסוסי הנוף יכול לשמש כאמצעי נוסף לשיפור יעילות ההדברה והפחתת תשומות במטעי התפוח.

## חלבון אלטרנטיבי מן הצומח ומחקרים כמקור חדשני בפונקציונליות במזון

אופיר בנימין, יערה קטן, שיר כהן, נעמה דגני, מתן הבר

החוג למדעי המזון, המכללה האקדמית תל-חי

ההרצאה תעסוק בפיתוחי המחקר החדשים במעבדת הפודטק בתל-חי בנושא חלבון אלטרנטיבי. אציג את הרקע לביצוע מחקרים וחדשנות בחלבון האלטרנטיבי עם הצגה של ממצאי מחקר מחלבוני הקינואה והמורינגה. בנוסף ההרצאה תראה שימוש גם בחלבונים מן החי אלטרנטיביים כמו החרקים למאכל והאכלה. אדגים את השימוש בחלבונים בפונקציונליות במוצרי מזון שונים בעזרת ציוד אנליטי מתקדם. גם תחום החישה של טעמים ומרקמים יהיה חלק מרכזי מההרצאה והחשיבות שלו בפיתוח מוצרים חדשים. ההרצאה בסוף תעסוק גם בחזון והתוכניות של קידום הצפון בתחום הפודטק עם חלבון אלטרנטיבי. אציג את הנעשה בצפון ומה הם האלמנטיים המרכזיים שהולכים להיות בצפון.

## הזדמנויות בתחום החלבונים האלטרנטיביים מהצומח

תום בן-אריה<sup>1</sup>\*

The Good Food Institute Israel<sup>1</sup>

\* [tomba@gfi.org](mailto:tomba@gfi.org)

תחום החלבונים אלטרנטיביים משתמש בטכנולוגיות מתקדמות כדי לייצר חלופות ברות קיימא למוצרים מהחי. בעוד מוצרים חלופיים שנועדו לקהל הצמחוני קיימים שנים רבות, נוצרה לאחרונה פעילות מואצת לפיתוח טכנולוגיות ומוצרים שנועדו לקהל הרחב תוך שימת דגש על ביו-מימיקה. בישראל, התחום כולל פעילות של מעל 100 חברות, 30 חוקרי אקדמיה, ותשומת לב רבה מצד הממשל, מתוך הבנה שמדובר במנוע צמיחה משמעותי לכלכלה הישראלית ואשר מתואם עם יעדי האקלים של האיחוד האירופי. בהרצאה זו נסקור את מצב החדשנות בישראל, נציג הזדמנויות מו"פ ומשאבים, עם דגש על חלבונים מהצומח ושלבי החקלאות.

## מאקרו-אצות כמקור אלטרנטיבי לחלבון ועמילן המיועדים לשימוש במזון

מיטל קציר<sup>1\*</sup>, אלוורו ישראל<sup>2</sup>, אלכסנדר גולברג<sup>3</sup> ויואב ד. ליבני<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> הפקולטה להנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, טכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה, ישראל.

<sup>2</sup> המכון הלאומי לאוקיאנוגרפיה, חקר ימים ואגמים לישראל, חיפה, ישראל.

<sup>3</sup> החוג ללימודי סביבה, אוניברסיטת תל אביב, תל אביב, ישראל.

[smmeital@campus.technion.ac.il](mailto:smmeital@campus.technion.ac.il)\*

בעשורים האחרונים חל גידול באוכלוסיית העולם. יחד עם הידלדלות שטחי הקרקע המשמשים לגידולים חקלאיים והמחסור הגובר במקורות מים מתוקים, האוקיאנוסים הופכים את אט לשטח גידול אטרקטיבי עבור חקלאות ימית המיועדת לצריכת האדם. מאקרו-אצות מכילות מגוון רחב של רכיבים אשר רבים מהם, כגון חלבונים ועמילן, הינם בעלי חשיבות רבה בתזונת האדם ובתהליכי עיבוד וייצור מזון. אצות יכולות להכיל עד כ-50% חלבון ועד כ-30% עמילן, על בסיס משקל יבש. ביופולימרים אלה מהווים מקור לאנרגיה ואבני בניין לגוף האדם, והינם בעלי תכונות פונקציונליות שונות ושימושיות בעיבוד מזון. במחקר זה השתמשנו במאקרו-אצות ירוקות מסוג *Ulva* כמודל, בפיתוח פרוטוקול חדשני למיצוי חלבונים, אשר הניב תרכיז חלבון אצות (APC), המכיל <70% חלבון. נמצא כי התרכיז מכיל את כל חומצות האמינו, כולל חומצות אמיניות הכרחיות, וכן כי 90% מהחלבון עובר פרוטאוליזה בעת דימוי תהליכי העיכול המתרחשים בקיבה ובמעיים. התרכיז היה בעל פעילות נוגדת חימצון גבוהה, לעומת חלבונים הנפוצים בתזונת האדם (כגון חלבוני מי גבינה, חלבון תפוחי אדמה ואלבומין מבקר), זאת בזכות נוכחות של פוליפנולים אשר מוצו יחד עם החלבונים, הודות לדיקה הגבוהה שלהם זה לזה. עמילן שהופק מאותן האצות הכיל כמות גבוהה של עמילוד ביחס לעמילנים ממקורות יבשתיים כמו אורז ותפוחי אדמה. עמילן האצות היה בעל נטייה גבוהה יותר לרטרוגרדציה, בזכות תכולת העמילוד הגבוהה, גורם שהוביל לעמידות גבוהה לעיכול אנזימטי בסימולציית עיכול מעבדתית. עמידות גבוהה לעיכול הינה תכונה רצויה, שכן היא גורמת לתגובה גליקמית מתונה, כלומר לעלייה מתונה יותר של רמות הגלוקוד בדם. תוצאות אלו מספקות אינדיקציה ראשונית לכך כי יש יתרון בריאותי, כמו גם סביבתי, לשימוש במקארו-אצות כמקור חדש ובר-קיימא לחלבונים ועמילן בתזונת האדם ותעשיית המזון.

## צמחים כביוראקטורים לייצור גורמי גדילה

עמית יערי<sup>1</sup>, עודד שוסיוב<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. ביובטר בע"מ

<sup>2</sup>. הפקולטה לחקלאות, רחובות

[amitya@biobetter.bio](mailto:amitya@biobetter.bio)

חברת ביובטר מפתחת טכנולוגיית פלטפורמה חדשנית לייצור חלבונים מורכבים (חלבונים שלא ניתן לייצר בפרמנטציה של חיידקים או שמרים), כגון גורמי גדילה, נוגדנים וציטוקינים. הטכנולוגיה מבוססת על שימוש בצמחי טבק טרנסגניים כביוראקטורים לייצור החלבון. גידול הצמחים מתחיל מזרעים המכילים מערכות בקרה וביטוי גנים מתקדמות, נעשה בשדות פתוחים ובשילוב עם טכנולוגיית הניקוי החדשנית של החברה מאפשר הורדה של עלויות הייצור והגדלת היקף הייצור בכשלושה סדרי גודל. לצמחים מספר יתרונות משמעותיים כפלטפורמת ייצור חלבון עתידית: עלות גידול נמוכה ביותר, ניצול אנרגיה מתחדשת בלבד, קיבוע פחמן דו חמצני מן האטמוספירה ומניעת פגיעה בבעלי חיים. הצמחים מייצרים את החלבונים הרקומביננטיים ושומרים על סטריליות והומאוסטזיס עד למועד הקציר. תהליך הטיהור החדשני והפטנטי של החברה מבוסס על חלבון כימרי המיוצר בצמחים עצמם, ומאפשר יצירת תהליך ייצור קצר ביותר המשלב דרגת ניקוי גבוהה עם קצבי זרימה גדולים מאוד. הטכנולוגיה שלנו אינה עושה שימוש בחדרים נקיים, בתהליכים כרומטוגרפיים או ביוריאקטורים, ומבוססת על מיכון חקלאי בעיקרו בסביבה לא מבוקרת (unclassified environment), מה שמאפשר הפחתה דרמטית הן בעלויות CAPEX והן בעלויות OPEX ובהגדלת יכולת הייצור. בשנתיים האחרונות אנו עדים לצמיחתן המהירה של טכנולוגיות שמטרתן להפוך על פיו את עולם החקלאות ושוק המזון מן החי - בשר, חלב וביצים מתורבתים, שייצורם נעשה ללא שימוש בבעלי חיים. התבססותן של טכנולוגיות אלו על גורמי גדילה (growth factors) מחייבת מציאת פתרון טכנולוגי ותעשייתי ליצורם. טכנולוגיית הייצור החדשנית של ביובטר שואפת לשבש (Disruptive innovation) את שוק החלבונים המתקדמים ולהוות גורם מאפשר (enabler) להתפתחותן.

## זבוב החייל השחור - חקלאות חרקים מתקדמת

חגי שפיגלר, מירית ביטון, ויקטוריה ברקון, יואב פוליטי, עידן אליגור ויובל גלעד

פריזם קריוגניק [hagai@freeze-em.com](mailto:hagai@freeze-em.com)

חרקים כמוצר חקלאי מהווים נדבך מרכזי בהבטחת בטחון המזון של האנושות. החרק המוביל בעולם כיום כגידול חקלאי הוא זבוב החייל השחור (זח"ש - *Hermetia illucens*). זחלי הזח"ש הם אוכלי כל ומפרקים יעילים של פסולת אורגנית. לזחל הזבוב יכולת המרת מזון גבוהה במיוחד ותוך שבועיים של גידול הזחלים מכפילים את משקלם פי עשרת אלפים. הזחל הבוגר עשיר בחלבון ובשומן ומהווה מקור מזון מצויין לבעלי כנף, דגים, חזירים וחיות מחמד ותוצרי הפרוק של תהליך זה מהווים דשן לגידולי שדה. אחת המגבלות המרכזיות של התפתחות ענף חקלאי זה הוא המחסור במקור אמין של זחלים צעירים אותם יכול החקלאי לרכוש ולפטם. עקב הרגישות הגבוהה של דרגות ההתפתחות המוקדמות (ביצה וזחלים צעירים) לשינויים בתנאי הסביבה, לא קיימים פתרונות אמינים לשינוע ואחסון שלהם והיצרנים נאלצים להקים ולתפעל בכל אתר יחידת רבייה הדורשת משאבים רבים ומהווה חסם כניסה משמעותי לתחום. לשם הסרת החסם בחברת פריזם אנו מפתחים שיטות המאפשרות גידול של הזח"ש לאורך השנה באופן יעיל ואמין וכן טכנולוגיות לשינוע שימור ואחסון של הביצים והזחלים הצעירים. לטובת אספקה סדירה של זחלים צעירים, פיתחנו טכנולוגיה להשהיית ההתפתחות של הזחלים בדרגה הראשונה, המאפשרת עיכוב התפתחות למשך שבועיים, תוך שמירה על אחוזי שרידות גבוהים באופן שלא פוגע בפיטום הזחלים בדרגות הזחל המאוחרות. בהשוואת התפתחות הזחלים עם או ללא עיכוב במתקני גידול בארץ ובחו"ל נמצא כי עיכוב הזחל בדרגה הראשונה לא פוגע ביכולותו לפרק מזון ולהתפתח. גישה זאת מאפשרת לחקלאים לפתח גידול חקלאי חדש על בסיס פסולת אורגנית חקלאית וביתית. בזכות הפתרונות היחודיים שחברת פריזם מפתחת בתחום רביית הזח"ש, היא מתעתדת להפוך ל"חברת הזרעים" של תחום חקלאות החרקים המתפתח.

# שימוש בתהליך התפתחות השלד, כמודל פרה-קליני רגיש לבדיקת וטיוב איכות חלבון ממקורות חלופיים בתזונה

אפרת מונסונגו-אורנן, אסתר שיטרית, גל בקר, רוני סידס

הפקולטה לחקלאות האוניברסיטה העברית. [Efrat.mo@mail.huji.ac.il](mailto:Efrat.mo@mail.huji.ac.il)

אוכלוסייה גלובלית גדלה, בשילוב עם שינויים חברתיים, דמוגרפים וסביבתיים, מובילים לצורך במקורות חלבון חלופיים בדיאטה האנושית. חלבון הוא חלק חיוני של כל דיאטה המספק לגוף את חומצות האמינו החיוניות לצמיחה ולתחזוקה. כשמתייחסים לחלבון בדיאטה, רבים מאתנו חושבים אינסטינקטיבית על חלבון מהחי אבל חלבון קיים בכמויות משמעותיות גם במזונות רבים אחרים. שימוש במקורות חלבון חדשים, כגון חרקים, אצות ו"בשר במבחנה" מחייב השוואות בעלות רמות דיוק ורגישות גבוהות בין החלבונים "החדשים" והקיימים, מבחינת השפעתם הבריאותית במהלך מחזור החיים. אנו מציעים מודל פרה-קליני פיזיולוגי רגיש בחולדות צעירות שיכול במהירות ובבטחה לבחון את ההשפעה הבריאותית של חלבונים ממקורות שונים בדיאטה. המודל מבוסס על תהליכי הגדילה הפוסט-נאטלית (שלאחר הלידה), המוגדרת כעלייה בגודל הגוף ובמשקל במהלך תקופת הילדות וההתבגרות. הגדילה לאחר הלידה היא הפרמטר העיקרי להתפתחות ובריאות בילדים, והיא מושפעת במידה רבה מגורמים סביבתיים כגון תזונה וסגנון חיים. המודל הפרה-קליני יחד עם המומחיות שלנו בתכנון דיאטה ובניתוח איכות השלד מאפשר לנו לאפיין את ההשפעות המדויקות של החלבונים השונים, ולתכנן אסטרטגיה מועדפת לשימוש במקורות חלבונים שונים בתזונה. במחקרנו, בחנו השפעת מקורות חלבון שונים בתזונה על גדילה, פרמטרים פיזיולוגיים ואיכותיים של בעלי החיים ושלדם. סוגי דיאטות שהוכנו במעבדה, הן בריכוזי חלבון אופטימליים או סאב-אופטימליים כללו חלבונים ממקורות שונים: קזאין, סויה, חומוס, חרקים ואצות. בתום הניסוי נבחנו פרמטרים בסרום, הורמונים וסמנים, מדדי העצם נבחנו באמצעות  $\mu\text{CT}$ , בדיקות מכניות ואנאליזות היסטולוגיות של לוחיות הגדילה. בסיס הנתונים מראה באופן ברור השפעות שונות של מקורות החלבון ומדגים את השפעת הכמות ומעורבות גורמים נוספים (הפקת החלבון, המיקרוביום) מעבר לבדיקה ישירה של פרופיל חומצות האמינו. המודל מהווה מעבר לכלי בדיקה, פלטפורמה לשיפור המוצרים החדשים.

## תגובה של רימון להזנה בחנקן

ארנון דג, אורי ירמיהו, יאנג ליו, סלעית לזר ויהודה הלו,

מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי. [arnondag@agri.gov.il](mailto:arnondag@agri.gov.il)

הרימון הוא אחד מענפי הפירות המובילים ליצוא כיום. בכדי לקיים גידול רווחי, על המגדלים להגיע ליבולים גבוהים ופרי איכותי. המידע הקיים בספרות על דרישות ההזנה של גידול זה מצומצם ביותר ועיקר ההמלצות נסמכות על גידולים אחרים. במחקר הנוכחי נבחנה תגובת עצי רימון מהזן הבכיר 'עמק' והזן האפיל 'וונדרפול' לרמות שונות של חנקן במי ההשקיה, מ-5 ועד 200 מ"ג חנקן לליטר. העצים גודלו במיכלים עם מצע של פרלייט ונערך מעקב אחר ביצועיהם במשך שלוש שנות יבול. המדדים הווגטטיביים (נפח נוף, התעבות גזע וגודל עלים) כמו גם המדדים הרפרודוקטיביים (מספר פירות ויבול כללי) נמצאו מיטביים ברמות של 20-70 מ"ג חנקן לליטר. פרט למצבי מחסור קיצוני בחנקן, שיעור הפרחים הדו-מיניים ושיעור החנטה לא הושפעו מטיפול החנקן. רמת החנקן בעלים הלכה ועלתה עד לערך של 15-20 מ"ג חנקן / גר' ח"י בריכוז חנקן במי ההשקיה של 40 מ"ג לליטר, מעבר לריכוז זה, הרמה בעלים נשארה קבועה. קליטת חנקן של 468 ג' חנקן לשנה לעץ, בטיפול 20 מ"ג חנקן לליטר, הספיקה בכדי לאפשר לעצים להגיע ליבול מיטבי. עם העליה ברמת ההזנה בחנקן, עלתה הקליטה עד לפי 2, כ-1 ק"ג חנקן לעץ לשנה, אך ללא השפעה חיובית על היבול. מסתמן כי בדיקות העלים, יכולות לתת אינדיקציה על מחסור בחנקן אך לא על עודף. העצים אשר קיבלו את ההזנה הנמוכה ביותר בחנקן, היו בעלי פירות וארילים קטנים, צבע חלש, רגישות למכות שמש והפרי הכיל מיץ עם רמת סוכר, חומצה ואנטוציאנים נמוכה. מנגד, רמות גבוהות של חנקן הביאו לעלייה משמעותית בהתפתחות רקבון פנימי. לסיכום, דישון רימון בחנקן ברמה של 20-40 מ"ג לליטר מביא לקבלת יבול גבוה ואיכות מיטבית.



## מהזנת הצמח לתזונת האדם - Rock to fork

ציפורה טייטל<sup>1</sup>, אור שפרלינג<sup>2</sup>, רן אראל<sup>3</sup>, אורי ירמיהו<sup>3</sup>

<sup>1</sup>מדעי המזון, מרכז גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני [tietel@agri.gov.il](mailto:tietel@agri.gov.il)

<sup>2</sup>מדעי עצי פרי, מרכז גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני

<sup>3</sup>כימיה של הקרקע, מרכז גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני

שינויי האקלים והסביבה לצד הגידול באוכלוסיה מחייבים חשיבה אסטרטגית חדשה בנושא בטחון מזון. הערכות זו להזנה מספקת של האוכלוסיה מחייבת חקלאות מתועשת ומודרנית, לרבות הזנה מדוייקת של הגידול. היום יותר מבעבר ישנה חשיבות רבה לכך שהמזון יספק את כל ערכי התזונה והמינרלים, לצד תרומה בריאותית משמעותית. להזנת הצמח השפעה מכרעת על איכותו התזונתית והבריאותית של המזון. בעבודות שערכנו בטף, שומשום ושקד, נבחנה השפעת הזנה בחנקן, זרחן ואשלגן על מדדי איכות במזון, לרבות תכולת המינרלים, פרופיל חומצות השומן ותכולת חומרים מקדמי בריאות. התוצאות מראות כי להזנת הצמח השפעה משמעותית על תכולת המינרלים והפוליפנולים, הפעילות נוגדת החמצון והרכב חומצות השומן. עליה בדישון חנקני בטף העלתה את תכולת הברזל, האבץ והמנגן, בעוד שדישון גבוה בזרחן ובאשלגן השפיע באופן שלילי על תכולת רוב המינרלים שנבחנו. נוסף על כך, חנקן הביא לירידה בתכולת הפוליפנולים, כפי שדווח בעבר עבור גידולים אחרים. מגמה זו נצפתה אף בשומשום, עם ירידה בתכולת הליגננים, פוליפנולים אופייניים, וכן ירידה בתכולת הטוקופרולים העיקריים. נוסף על כך חלה ירידה בתכולת חומצה לינולאית (C18:2), רב בלתי רוויה), לצד עליה בתכולת חומצה אולאית (C18:1, חד בלתי רוויה), ועליה ביציבות השמן. בגלעיני שקד דישון בחנקן הביא לעליה רצויה בגודל הגלעין, וכן לעליה בתכולת הפלבנואידים והטוקופרולים. במקביל, נצפתה ירידה בתכולת חומצות השומן הבלתי רוויות, שלוותה בשמירה על היציבות החמצונית של השמן. המסקנות הן כי למשטר ההזנה בחנקן, זרחן ואשלגן השפעה משמעותית על איכות המזון, ובמינון המתאים משמר ואף עשוי לשפר את ערכי התזונה והבריאות שהמזון מספק.

## תגובת עצי אבוקדו צעירים (זן האס) להזנה בחנקן

רן אראל<sup>1</sup>, ארנון דג<sup>1</sup>, אלון בן-גל<sup>1</sup>, אלי סימנסקי<sup>2</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

<sup>2</sup>מדריך פרטי (TevaTeam)

[ranerel@agro.gov.il](mailto:ranerel@agro.gov.il)

אבוקדו מגודל בישראל בהצלחה מהגליל ועד הנגב כאשר הזן האס מוביל את הביקושים בשווקי היצוא ואת הנטיעות הצעירות. הזן האס רגיש מאוד לתנאי הסביבה הישראלים: צינה בחורף, שרבים באביב וקרינה חזקה, ולכן מאופיין בפוריות נמוכה בהשוואה לזנים הירוקים. שיפור הפוריות בזן מבוקש זה חיוני להמשך הצלחת הענף ביצוא. אופטימיזציה של הזנה (דישון) הודגמה כמשפרת פוריות ויכולה להפחית סירווגיות. מטרת מחקר זה היא לאפיין את התגובה הפיזיולוגית והרפרודוקטיבית של אבוקדו לחנקן כדי לפתח ממשק השנה משופר שיאפשר נשיאת יבולים גבוהים בזן האס. הניסוי החל ב-2018 במרכז מחקר גילת (מכון וולקני), 25 שתילים מורכבים על כנה וגטטיבית (VC-66) הועתקו למכלים של 1,000 ליטר המלאים במצע פרליט. במרץ 2019 העצים חולקו ל-5 קבוצות והושקו ב-5 רבות חנקן מ-10 עד 120 מ"ג לליטר. יתר המינרלים סופקו בריכוזים זהים ומספקים לכל העצים. קליטת המים היומית נמדדה אחת לשבועיים והיא מהווה מדד מדויק לגודל העץ. כבר אחרי חודשים ספורים מצאנו כי קליטת המים (=גודל העץ) עולה עם החנקן מ-10 ועד ל-80 מ"ג לליטר ואז יורד בחדות בתגובה לרמת החנקן הגבוהה ביותר (120). מדדי צימוח נוספים הצביעו על מגמה זהה. מדידה שגרתית של קצב הפוטוסינתזה מעלה שכל עוד אין הרעבה לחנקן (20 מ"ג לל" ומעלה) קצב הפוטוסינתזה אינו מושפע מהחנקן. ללא קשר לטיפול הזנה, מצאנו ירידה משמעותית בקצב הפוטוסינתזה לאורך העונה ממאי (מקסימום) לערכים נמוכים משמעותית בחודשי החורף והאביב המוקדם. דעיכה זו מרמזת על העקה שחווים העצים בחורף. בתגובה לרמות עולות של חנקן נמדדה הקדמה בהתעוררות הפריחה ועליה בעוצמתה. טיפול החנקן הגבוהה ביותר היה שופע פריחה למרות המופע המנונס. בשלב מוקדם זה אנו למדים שעץ האבוקדו מגיב חזק להזנה בחנקן המעודדת את הצימוח והפריחה עד לרמות גבוהות מאוד של כ-80 מ"ג לל", גבוה בהרבה מעצי פרי אחרים. קליטת החנקן נמשכת כל השנה, כולל בחודשי החורף הקרים. ממצאים מוקדמים אלו צריכים להבחן עוד שנתיים לפחות בנכוחות פרי ובמקביל בחלקות ניסוי בשדה.

## תגובה של טף להדשיה בחנקן זרחן ואשלגן בגידול בנגב

משה הלפרן<sup>1</sup>, קאלם גאשו<sup>1,2</sup>, יהושע סרנגה<sup>2</sup> ואורי ירמיהו<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי, <sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה  
העברית בירושלים

[moshehalpern416@hotmail.com](mailto:moshehalpern416@hotmail.com)

טף (*Eragrostis tef*) הינו דגן חד שנתי בעל זרעים קטנים מאוד שאינם מכילים גלוטן. זהו צמח C<sub>4</sub> שמקורו באתיופיה, בה הוא מהווה מרכיב מזון חשוב. שטח גידולו של הטף בישראל מצומצם כיום, אולם הביקוש לטף לגרגרים ומספוא נמצא במגמת עליה. מטרת המחקר הנוכחי היתה לאפיין את התגובה של שני זני טף (בעלי גרגר אדום ולבן) לחנקן, זרחן ואשלגן ולקבוע את ממשק הדישון לקבלת יבול מיטבי הגדל תחת השקיה בנגב הצפוני. המחקר התבסס על ניסויי עציצים ושדה שהתקיימו במרכז מחקר גילת. בניסוי העציצים, גודל הטף במצע פרלייט ברמות שונות של כל יסוד נלמד במי ההשקיה ומהממצאים שהתקבלו נקבעו טיפולים נבחרים שנבחנו בניסוי השדה. בשני מערכי הניסויים יבול מיטבי התקבל בטווח חנקן במי ההשקיה של 40-80 ח"מ, זרחן 6 ח"מ ואשלגן 40 ח"מ. דישון מוגבר של חנקן וזרחן מעבר לערכים שצוינו גרם לפחיתה ביבול ואילו לדישון מוגבר באשלגן לא היתה השפעה על היבול. משקל הביומסה בטיפול המיטבי בניסוי השדה היה גבוה והגיע לערך של 1 טון לדונם עם יבול זרעים של 100 ק"ג לדונם. יש צורך בהמשך מחקר בנושאים נוספים כולל: השקיה, מועדי ושיעורי זריעה ועוד לגיבוש ממשק מיטבי לגידול טף באזור צפון הנגב.

## דישון מינרלי ואיכות קליפה של פקעות תפוח-אדמה

עידית גינזברג<sup>1\*</sup>, רן אראל<sup>2</sup>, ואורי זיג<sup>3</sup>

מכון וולקני<sup>1</sup> ומרכז גילת<sup>2</sup> במנהל המחקר החקלאי, וממפעלי חבל מעון<sup>3</sup>

[idgetin@volcani.agri.gov.il](mailto:idgetin@volcani.agri.gov.il) \*

קליפת תפוח"א הינה רקמת שעם המגנה על הפקעת בפני איבוד מים, הורקה, ומחלות במהלך הגידול והאחסון, ומעלה את עמידות הפקעות לנזקים מכניים במהלך השינוע והאחסון. בנוסף, למראה הקליפה חשיבות שיווקית גבוהה: הצרכן מעדיף קליפה חלקה ומבריקה. בשנים האחרונות, התרבו מצד המשווקים תלונות הקשורות לסוגיות של איכות הקליפה. הבעיות העיקריות הינן קליפות הפקעות הנובעת מחוסר התייצבות קליפה, ותופעות של חספוס קליפה הפוגעות במראה הפקעת. נזקים אלו הינם פיזיולוגיים, ללא מעורבות פתוגנים, ובעבר, דישון בסידן הפחית את חומרת הנזק, אך לא פתר את הבעיה. כחלופה תפוח"א דושן בפוליהליט שהינו מינרל מסיס במים של סולפט עם אשלגן, סידן, ומגנזיום. סידן ומגנזיום מחזקים דפנות תאים ואת הקשר הבין תאי, ואשלגן הינו דשן חיוני להתפתחות הצמח. מסיסות המינרלים בתמיסת הקרקע מאפשרת אינטראקציה ישירה שלהם עם קליפת הפקעת, ולכן הדישון ניתן בשלושה מועדים המייצגים שלב התפתחותי של הפקעת - בעת הטמנת הפקעות, בשלב של פקעת מתפתחת, ויישום מאוחר בשלב של פקעת בוגרת. היישום המאוחר שיפר את מראה הפקעת, והעלה את הביטוי של גנים סמנים לסוברין, שהינו מרכיב בדופן קליפת הפקעת. עם זאת, השיפור לא היה מספק. אנליזה של רמת מינרלים בקליפה הבוגרת הראתה, בניגוד למצופה, ריכוז נמוך של סידן ומגנזיום, וריכוז גבוה של אשלגן בהשוואה לביקורת לא מטופלת. הוצע, שאשלגן דוחק את שני היונים האחרים מקישור לקליפה, ויתכן וזו הסיבה שלא רואים שיפור במראה הפקעת. תוצאה זו קיבלה חיזוק בסדרת ניסויי המשך - נמצא קשר שלילי בין איכות הקליפה לזמינות האשלגן בקרקע. איכות הקליפה בקרקע חולית (% חרסית > 10) הייתה נמוכה מזו שבקרקע לס, במתאם לריכוזי סידן, מגנזיום ואשלגן שהיו נמוכים משמעותית בקליפת פקעות שגדלו בקרקע החולית.

## תגובת צמחים להזנה בפוליפוספט ותיאור מנגנון ההידרוליזה על ידי שורשי הצמח

נטלי תורן<sup>1,2</sup>, ד"ר לירון קליפצאן<sup>1</sup> וד"ר רן אראלי

<sup>1</sup>. מרכז מחקר גילת, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי.

<sup>2</sup>. האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, החוג למדעי הצמח

בחקלאות

[nataliet@volcani.agri.gov.il](mailto:nataliet@volcani.agri.gov.il)

זרחן הינו יסוד חיוני בעל תפקידים ביוכימיים רבים בתא הצמחי. הזרחן בקרקע מצוי בריכוזים גבוהים אך מרביתו יימצא כמלח קשה-תמס או ספוח בחודקה לתחמוצות ולכן אינו זמין לקליטת הצמח. כאשר מוסף הזרחן כדשן יעילות ניצולו נמוכה עקב תהליכי ספיחה ושיקוע מהירים. על מנת להתגבר על מגבלות אלו מוסף הזרחן בעודף, דבר אשר עלול לגרום למפגע סביבתי. לכן עולה הצורך במציאת דשן זרחן בעל יעילות ניצול גבוהה וקצב קיבוע איטי. פוליפוספט הינו פולימר הבנוי משתי יחידות או יותר של אורת'ו-פוספט ( $PO_4$ ), הצורה אשר ידועה כיום שנקלטת על ידי הצמח. בקרקע, ההידרוליזה של פוליפוספט ליחידת האורת'ו-פוספט נמשכת מספר שבועות כתלות בתכונות הקרקע ובפעילות המיקרוביאלית ועל כן נקרא לעיתים "דשן בשחרור איטי". מצאנו כי בעוד הזמינות של האורת'ו-פוספט בקרקע יורדת כבר בימים הראשונים זמינות הפוליפוספט עולה עם הזמן כתוצאה מתהליך ההידרוליזה וכן כי קצב השקיעה או ההידרוליזה משתנה בין קרקעות שונות. בנוסף, מצאנו כי לצמחים ישנה היכולת לבצע ההידרוליזה לדשני פוליפוספט ובכך להשתמש במולקולה זו כמקור לזרחן. בניסוי גדלו מיני צמחים בסביבה סטרילית בנוכחות דשן אורת'ו או פוליפוספט ונמצא כי צמחים ממשפחת הסולניים יעילים בביצוע ההידרוליזה לפוליפוספט ואילו הדגניים והקטניות יעילותם פחותה. בשלב הבא ביצענו מיצויים לשורשי צמחי פלפל ובודדנו חלבון אשר חשוד כמבצע ההידרוליזה לפוליפוספט. החלבון אופיין על ידי ספקטרוסקופיית מסה וכעת אנו מאפיינים את פעילותו בביצוע ההידרוליזה לפוליפוספט. מטרות המחקר הן להבין את קשרי הגומלין קרקע-דשן-צמח הקובעים את התגובה לדשני הזרחן השונים ובנוסף לאפיין את יכולת הצמחים לבצע ההידרוליזה לפוליפוספט והיתכנותה כאסטרטגיה לקליטת זרחן. הבנה של התהליכים בעלת פוטנציאל להתייעלות חקלאית ושיפור ממשק הדישון המקובל תוך התאמה לגידול הרצוי והסביבה הקיימת.

## ממשק צמחים פולשים בשטחים הפתוחים של ישראל - אתגרים, מגבלות ותובנות לעתיד

עודד כהן

המעבדה לצמחים פולשים, מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרון [odedic@gri.org.il](mailto:odedic@gri.org.il)

פלישה של צמחים זרים מלווה בהשלכות שליליות על רווחת החיים ועל בריאות הסביבה. הקדימות לטיפול בצמחים פולשים ניתנת בראש ובראשונה למינים המאיימים על בריאות הציבור ועל החקלאות, ורק לאחר מכן למינים הפוגעים בשמירת הטבע. אלא, שלא מעט מהצמחים המתנחלים ומבססים אוכלוסיות בבתי הגידול הטבעיים מקיימים אוכלוסיות מקור לאילוח תדיר של השטחים החקלאיים בסביבתם. יתרה מכך, צמחים פולשים המתפשטים באדמות מרעה פוגעים באיכות המרעה ואף מסכנים את בריאות הצאן והבקר. לכן, לצד התרומה לשמירת הטבע, טיפול בצמחים פולשים בשטחים הפתוחים חשוב לשמירה על החקלאות. על אף שמושא הממשק דומה במערכות חקלאיות ובמערכות טבעיות או טבעיות למחצה, קיימים הבדלים מהותיים בין השניים. הבדלים אלו קשורים בתכונות המינים הפולשים, בעלויות ובתועלות של המינים באתרם, בתנאים הפיזיים של בתי הגידול, בהגדרת מטרת הממשק ויעדיו, בזמינות הטכנולוגיות וכלי הממשק, בבעלות על השטחים המטופלים, ביכולות הפיקוח והבקרה עליהם, בזמינות התקציבית ובידע המדעי המצטבר על הטיפול בשני המצבים. הבדלים אלו הופכים את ממשק הצמחים הפולשים מחוץ לגבלות השטחים החקלאיים למאתגר ומורכב יותר. חרף האתגרים והמגבלות, העשייה בתחום הממשק של צמחים פולשים בשטחים הטבעיים בישראל צוברת תאוצה מרשימה בעשר השנים האחרונות. החידושים בתחום הממשק באים לידי ביטוי ביישום ממשקים אזוריים; בניטור תוצאות הממשקים ובבחינת יעילותם לאורך זמן; בכתיבה ויישום של פרוטוקולים ותוכניות פעולה המבוססות על סדרי עדיפות אזוריים וטקסונומיים. על מנת שניתן יהיה להפיק את המרב בהשקעת המשאבים הנחוצים לטיפול בצמחים פולשים נדרש להגביר את שיתופי הפעולה בין בעלי העניין; לבסס ידע כמותי על התועלות והעלויות של הממשקים; ובעיקר לרשת את זרימת הידע בין החוקרים בתחומי החקלאות לבין חוקרים בתחומי האקולוגיה ושמירת הטבע

## מחלת ALS הנגרמת על ידי החיידק קסיללה פסטידיוסה: איום על ענף השקדים בישראל?

אופיר בהר<sup>1</sup>, ליאור בלנק<sup>1</sup>, עינת צחורי-פיין<sup>1</sup>, דורון הולנד<sup>1</sup>, עמי הברמן<sup>2</sup>, ליאת גדרון-הינמן<sup>2</sup>, רקפת שרון<sup>3</sup>, דני שטיינברג<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מכון וולקני; <sup>2</sup>השירותים להגנת הצומח וביקורת; <sup>3</sup>מו"פ צפון. [[danish@volcani.agri.gov.il](mailto:danish@volcani.agri.gov.il)]

מחלות הנגרמות על ידי החיידק קסיללה פסטידיוסה (*Xylella fastidiosa*) מועברות על ידי חרקים (ציקדות) וידועות במגוון רחב של גידולים. בשנת 2013, זוהה החיידק לראשונה ביבשת אירופה, בשיוך עם תסמינים חדשים בגידול זיתים בדרום איטליה. מאז פגעה המחלה בשטח של מעל ל- 500,000 דונם; היקף הנזקים אדיר והמגיפה זכתה לפרסום רב הן בספרות המקצועית והן בתקשורת הפופולרית. בהמשך דווח על הימצאות החיידק בהיקפים נרחבים מאוד במטעי שקד בספרד ובשכיחות נמוכה יותר בגידולי דובדבן, גפן וזית. לראשונה דווח על זיהוי החיידק בישראל בשנת 2017, במטעי שקד באזור עמק החולה. בעצים עליהם התפתחו תסמינים האופייניים למחלת ה- Almond leaf scorch (ALS). בסקר שנעשה לאחר מכן על ידי השירותים להגנת הצומח זוהה החיידק קסיללה בכ- 10 מטעי שקד בצפון הארץ כאשר הנגיעות הקשה ביותר התגלתה בעמק החולה. עד כה, לא זוהתה המחלה במטעי שקד הנמצאים מדרום לצומת מגידו. בשנת 2019 הושק מיזם ארצי שכותרתו: "חקר הביולוגיה והאפידמיולוגיה של מחלות הנגרמות על ידי החיידק קסיללה בישראל, ככלי לפיתוח ממשק התמודדות עם המחלה". תת-המין והטיפוס הגנטי של גורם המחלה הנפוץ בשקד בישראל נקבע והתברר שכל התבדידים השתייכו לתת-המין *Xylella fastidiosa* subsp. *fastidiosa* מהטיפוס הגנטי ST1. טיפוס גנטי זה ידוע כגורם למחלת Pierce בגפנים בארה"ב ודווח גם כפתוגן של שקדים, דובדבנים ופוליגלה בספרד. במבחני הדבקה נמצא שהתבדידים המקומיים מסוגלים לאלח, ולגרום לתסמיני מחלה, בזני שקד שונים ובגפני יין ומאכל. במטעים הנגועים נערך במשך 5 שנים מעקב אחר התפתחות המחלה ונמצא שהתפשטותה במרחב איטית מאד. אבל, במהלך תקופה זו זוהו תסמיני התייבשות אופייניים במספר מטעי שקד נוספים הנמצאים בסמיכות למטעים הנגועים. הסקר האנטומולוגי שבוצע הצליח לאתר כמה ווקטורים פוטנציאליים למחלה.

## שיפור מערך ההדברה הכימית של המין הפולש אמברוסיה מאפירה (*Ambrosia grayi*)

דניאל ועקנין<sup>1,2</sup>, דניאלה כפרי<sup>3</sup>, נדב עזרא<sup>3</sup>, חנן איזנברג<sup>1</sup>, מרטין גולדווי<sup>2,4</sup>, מאור מצרפי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער,  
<sup>2</sup>הפקולטה למדעים, מכללת תל-חי, <sup>3</sup>השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח  
הכפר, <sup>4</sup>מכון למחקר מדעי בגליל  
([Daniellevaknin7@gmail.com](mailto:Daniellevaknin7@gmail.com))

אמברוסיה מאפירה (*Ambrosia grayi*), צמח רב שנתי ממשפחת המורכבים (*Asteraceae*), מין פולש חדש בישראל שמקורו במישורים של דרום ארה"ב. הצמח זוהה לראשונה בשנת 2017 באזור בקעת שפייה וכיום נפוץ בשטח של כ-40 דונם. המין טרם התפשט מעבר לאתר הפלישה הראשוני, אך הסכנה בהתפרצות גוברת ככל שחולף הזמן והצמח מפתח התאמה לתנאי הגידול בארץ. לצמח שורש תת קרקעי מסועף המגיע עד לעומק של כשלושה מטרים ומתרבה ככל הנראה בעיקר באופן וגטיבי אך גם באמצעות זרעים. בחינת רגישותו לקוטלי עשבים ממנגנונים שונים ובשילבי צימוח שונים תוכל לסייע בשיפור מערך ההדברה. צמחים גודלו ממקטעי שורש, בתנאי הסגר ורוססו במספר קוטלי עשבים. החומרים שנבדקו הם: גלופוסינאט אמוניום 2% (בסטה, 150 גרם, ת.מ.), ספלופנסיל 3.5 גרם/דונם (היט, 70% ג.ר.), פלורוקסיפיר 0.5% (טומהוק, 200 גרם/ליטר, ת.מ.), פלומיאוקסדין 10 גרם/דונם (סטרייק, 50% א.ר.), גלייפוסט 2% (ראונדאפ 480 גרם/ליטר ת.נ.) ותוספת של משטח [אלקיל-פנול-אתילן-אוקסיד 0.1% (שטח 90, 920 גרם/ליטר, ת.נ.)]. החומרים יושמו בשני שלבי צימוח, 4-6 ו-12-15 עלים. לאחר 21 ימים מריסוס, נבחנו משקל עלווה טרי ושרידות הצמח, יכולת ההתחדשות נבחנה לאחר 21 ימים נוספים. מתוך 15 טיפולים שנבדקו, שילובי חומרים ממנגנונים שונים או בתוספת משטח נמצאו יעילים בהשוואה לתכשירים שיושמו לחוד. גלופוסינאט נמצא כיעיל בשני שלבי הצימוח כחומר בודד ובשילוב עם חומרים נוספים. בנוסף, פלורוקסיפיר + ספלופנסיל + משטח, גלייפוסט + ספלופנסיל + משטח והשילוב גלייפוסט + פלורוקסיפיר הראו הדברה יעילה בשני שלבי הצימוח. לסיכום, נמצאו מספר קוטלי עשבים שהראו יכולת הדברה טובה לצמחי אמברוסיה מאפירה. בנוסף נמצא כי יישום שני קוטלי עשבים הפועלים במנגנונים שונים או חומר בודד בתוספת משטח, עשוי לשפר את יעילות ההדברה.



## התמודדות עם תסיסנית נקודת-כנף (*Drosophila suzukii*) בישראל

מיכל שרון-כהן<sup>1</sup>, נטע מור<sup>2</sup>, ליאת גדרון-הינמן<sup>3</sup>.

1. מחקר ופיתוח ההר המרכזי [michal.sharon78@gmail.com](mailto:michal.sharon78@gmail.com). 2. שרות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), משרד החקלאות. 3. השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות.

תסיסנית נקודת-כנף (*Drosophila suzukii*) זוהתה לראשונה בישראל בסוף 2019, בפירות פטל ואוסנה, בתחילה בגוש-עציון וברמת הגולן ולאחר מכן בשרון. בשנתיים האחרונות נמצאו פרטים גם באוכמניות, גודגדנים, נקטרינות ותות-שדה. תסיסנית נקודת-כנף הינה זבוב תסיסה המהווה מזיק קשה בפירות רכים ברחבי העולם. המזיק מטיל את הביצים בתוך הפרי, הרימות בוקעות, אוכלות ומתגלמות בפרי (למרות שלעיתים הגלמים נופלים על הקרקע). כך שפירות הנראים שלמים בזמן הקטיף ירקבו במהירות והרימות יתגלו במהלך שרשרת השיווק או אצל הצרכן. בכך, בנוסף לנזק עקב אובדן היבול נגרם לחקלאי ולענף גם נזק תדמיתי. למרות שקיימים תכשירי הדברה שקוטלים את המזיק, קשה מאוד להדביר אותו; חלק מאוכלוסיית המזיק תמיד נמצא בשלבים הצעירים, שהינם מוגנים יחסית בפרי, קיים מעבר של פרטים בין חלקות או מהבר אל תוך החלקה והבוגרים מעדיפים להטיל את הביצים בפירות בשלים ושימוש ברוב חומרי ההדברה מצריך זמן המתנה לפני הקטיף. בשנתיים האחרונות נוטרו מספר חלקות פטל ותות-שדה באמצעות מלכודות כדי ללמוד על התנהגות תסיסנית נקודת-כנף בישראל. מהממצאים שנאספו היה ברור שתסיסנית נקודת-כנף מעדיפה את חלקות הפטל יותר מחלקות תות השדה. כמו כן, בחודשי הקיץ מספר תסיסניות נקודות-כנף שנלכדו באזור השרון הלכו ופחתו ככל שמזג האוויר התחמם, בעוד שבאזורים בהם הקיץ הינו מתון (גוש עציון), לא נצפתה מגמה כזו. בגלל בעייתיות השימוש בתכשירי הדברה כנגד מזיק זה בכלל, ובגידולי פטל ואוכמניות (הנחשבים לגידולים זעירים בישראל ורישוי חומרים עבורם בעייתי) בפרט, אנחנו בודקים את האפשרות לחפות את חלקות הגידול ברשת כנגד חרקים. בניסוי מעבדתי רשת בצפיפות 25 מש (חוטים לאינץ') נמצאה כחוסמת מעבר של תסיסנית נקודת-כנף, ובימים אלו אנו בודקים את יעילות החיפוי בגידול פטל.

## עיקור ביצי ציפורים בקינן: שימון ביצי מינים פולשים

יואב מוטר<sup>1</sup>, יואב מולר<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

<sup>2</sup>. מולר הדברה מקצועית

[yoavmot@moag.gov.il](mailto:yoavmot@moag.gov.il)

בישראל בעיית הימנים הפולשים חמורה במיוחד בגלל גבולות ארוכים, יבוא רב, תנאי סביבה נוחים ומודיפיקציה רבה של שטחים נרחבים. אותם מינים פולשים פוגשים כאן תנאי אקלימיים "מטוייבים" המתאימים כמעט לכל אורגניזם ובהיעדר הטורפים, הטפילים והמתחרים הטבעיים שלהם, אוכלוסיותיהם עלולות לגדול במהרה. במקרה של ציפורים פולשות, מצטרפות בעיות נוספות: ציד אינו פופולרי בישראל, במיוחד ציד מינים יפים ובולטים ואילו הרעלה מסובכת בהיעדר תכשירי הדברה מתאימים מאושרים. עופות מטילים ביצים היכולת להחליף גזים עם הסביבה. שיטה מוכרת היא איטום הביצים בשמן כדי להמית את העובר ולעקר את הביצה. מכיוון שאין כאן פגיעה ויזואלית בביצה, ההורים ממשיכים במלאכת הדגירה. שיטה זו מיושמת בתעשיית הביצים ועל עופות דוגרי קרקע, היכן שהביצים נגישות. מכיוון שהשימוש הוא בשמן בישול, אין חשש להרעלות לא מכוונות או לפגיעה בציבור. בבואנו להתמודד עם ציפורים המטילות את ביציהן בקינים גבוהים, אין די בטכניקות הקיימות. לפיכך פיתחנו שיטה המשתמשת בטכנולוגיה מתקדמת כדי לבצע את שימון הביצים בקינן הגבוה. השיטה כוללת מוט טלסקופי ארוך שעליו מותקנת מצלמה המשדרת למפעילים את הנמצא בקן בזמן אמת. והיה ובקן יש ביצים, ניתן לשמן אותן בעזרת המכשיר תוך כדי הכוונה מהמצלמה. שיטה זו מיושמת כבר חמש שנים על קיני עורבים הודיים שפלטו לאילת ולסביבתה. תוצאות הפעולה מראות שההורים ממשיכים לדגור על הביצים המשומנות תקופה מסויימת והן אינן בוקעות. דבר זה מעכב את יצירת הקינים החלופיים ומונע בקיעת ופריחת מאות ואלפי גוזלים בשנה. שיטה זו נוסחה גם על מינים פולשים נוספים כדררה מצוייה ותוכי נדירי ואף על מינים מתפרצים כאנפיות בקר שאוכלוסיות גדולות מדי שלהן עלולות להשפיע לרעה על זוחלים ושאר פרטי הטרף שהן צדות ביתר.

# שיפור מערך ההתמודדות עם הצמח המתפרץ חנק

## מחודד (*Cynanchum acutum* L.) במטעי תמרים בערבה הדרומית

אורי בר<sup>1</sup>, רן לאטי<sup>2</sup>, ג'סיקה שקרמן<sup>3</sup>, אברהם גמליאל<sup>4</sup> ומאור מצרפי<sup>2</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות,  
<sup>2</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער, <sup>3</sup>מו"פ  
ערבה דרומית, <sup>4</sup>המכון להנדסה חקלאית - מכון וולקני  
([oeibar@gmail.com](mailto:oeibar@gmail.com))

חנק מחודד (*Cynanchum acutum* L.) הוא צמח מטפס רב שנתי, ממשפחת האסקלפיים אשר הפך ברבות השנים לעשב רע במטעי תמרים בערבה. הצמח מתרבה בצורה מינית באמצעות זרעים וא-מינית באמצעות קני שורש. החנק המחודד נפוץ בבתי גידול לחים כדוגמת תעלות, צדי דרכים או גדות נחלים ובשטחים חקלאיים מושקים. מטרת המחקר הנוכחי היא פיתוח כלים כימיים וממשקים לשיפור מערך ההדברה של הצמח חנק מחודד במטעי תמרים בערבה הדרומית. בניסויי המעבדה, יושמו קוטלי עשבים על צמחי חנק מחודד שגודלו מזרעים ומקני שורש בשלבי צימוח שונים. יעילות ההדברה ויכולת ההתחדשות של הצמחים, הוערכו לפי משקל העלווה של הצמחים 21 ו-42 ימים ממועד היישום. בנוסף, טיפולי אחר הצצה מצטיינים מניסויי המעבדה נבחנו בניסויי שדה במטעי התמרים. בניסויי השדה, יעילות ההדברה נקבעה כתלות בשינוי שטח הכיסוי של העשב לאחר הטיפול. כל טיפולי קדם ההצצה [פנדימתלין (סטומפ 330, 330 ג'ל' תמ), פירווקסאסולפון (פול סווינג, 85% גר) אינדדיפלם (אליון 500, ג'ל' תר)] הראו יעילות גבוהה בהדברת חנק מחודד בתנאי מעבדה, כשהחומר אינדדיפלם היה עדיף על השאר. בניסויי אחר הצצה במעבדה נראה כי זריעים רגישים יותר לקוטלי עשבים מצמחים שגודלו מקני שורש. כמו כן נמצא ששילובים בין חומרים סיסטמיים לצורבניים, לדוגמא, פלורוקסיפיר (טומהוק, 200 ג'ל' תמ) בשילוב עם פלומיאוקסדין (סטרייק, 50% אר) או ספלופנסיל (היט, 70% גר), היו היעילים ביותר. מספר חומרים ושילובים אשר הדבירו ביעילות בתנאים מבוקרים, נבחנו ביישום בניסויי השדה. יישום התכשירים ראונדאפ בשילוב עם היט, וטומהוק בשילוב היט או סטרייק, הביא להדברה יעילה של החנק. תוצאות המחקר עד כה נותנות לנו כלים יעילים להתמודדות טובה יותר עם חנק מחודד במטעי תמרים בערבה הדרומית.

# שימושי Big Data בחקלאות

גלעד רביד

המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, [rgilad@bgu.ac.il](mailto:rgilad@bgu.ac.il)

כמו תחומים רבים, גם בחקלאות, ניהול מבוסס נתונים טומן בחובו הבטחה גדולה לשיפור המערכת כולה. בתחומים רבים המהפכה כבר התרחשה וכעת אנו נמצאים בעיצומו של עידן המבוסס נתונים. בחקלאות, עקב גורמים שונים המאיטים את קצבי אימוץ טכנולוגיות חדשות, אנו נמצאים רק בתחילתה של המהפכה והדרך לשימוש נרחב ביכולות של ניהול מבוסס נתוני עתק עוד רב. נתוני עתק מאופיינים בחמשת ה-Vים. נפחם (Volume) הוא גדול מאוד, יישום של מערכות מידע ויישומי IoT יחד עם כמות רבה של סנסורים, חישה מקרוב וחישה מרחוק צוברת נפחים גדולים מאוד של נתונים, מהירות (Velocity) קצב העדכון של הנתונים והדרישה לתוצרי העיבוד הוא מהיר מאוד וקרוב לזמן אמת, מגוון (Variety) הנתונים מגיעים ממגוון מקורות עם "שפה" ארגונית שונה מצריכים טיפול מיוחד בהם. ערך (Value) ערכה של גישת נתוני העתק הוא רב ויכול להשפיע על העסק בצורה עמוקה ורוחבית. חמשת האתגרים האלו הם אלו המצריכים טיפול מיוחד, מדודקד ומקצועי באתגרים. דרכי המחשבה החדשות שהבטחה זו יוצרת מאפשרות לנו להפיק ידע חדש וחדשני ללא התבססות על תיאוריה או סדרת השערות מקובלות או אפשריות. בעוד גישת המחקר המדעי הקלאסי בונה את הידע מלמטה למעלה על ידי השערת השערה ועריכת ניסוי מחקרי לאשש / להפריך את ההשערה המדעית. הופעת מדעי הנתונים וגישות ניתוח נתוני עתק מאתגרת את הגישה על ידי חיפוש ידע וקשרים מתוך הנתונים מבלי להתבסס על ההשערה מקדמית. בהרצאה זו אסקור את המחקר האקדמי בשימוש ויישום גישות נתוני עתק בחקלאות באמצעות סקר ספרות נרחב, נפתח מודל ליישום ותפעול של עקרונות אלו ונציג מספר מקרי בוחן לשימוש בכלים אלו.

## פיתוח מערכת השקייה דיפרנציאלית בטפטוף - VRDI

ויקטור אלחנתי<sup>1</sup>, רפאל לינקר<sup>2</sup>, שי יולזרי<sup>3</sup>

<sup>1</sup> המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

<sup>2</sup> הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון

<sup>3</sup> ייעוץ הנדסי, עצמאי

[victor@volcani.agri.gov.il](mailto:victor@volcani.agri.gov.il)

בחקלאות מדייקת משאבי הגידול מנוהלים בצורה משתנה במרחב והזמן. בהקשר של השקייה, מתן דיפרנציאלי של מנת מים במרחב מתאפשר באמצעות מכונות השקייה כגון center pivots. אם זאת, מספר רב של גידולי בעלי ערך גבוה מושקים באמצעות טפטוף, ונדרש לבקר את כמות המים בצורה משתנה במרחב להשקייה גרעונית. מטרת המחקר הנוכחי היא פיתוח מיקרו-שסתומים חדשים שיהפכו את ההשקיה המדייקת המשתנה במרחב למציאות. המחקר כלל תכנון, ייצור, אפיון ובדיקות שדה של מיקרו-שסתומים ושילובם עם רכיבים מפזרי מים קיימים (טפטפות). היום לא קיימים מפזרי מים עם תכונות דומות. בתחילת המחקר, פותחו קונספטים שונים לעקרונות פעולה שונים של מיקרו-שסתום מופעל מרחוק, המיועד להשתלב בטפטפת מסחרית. בהמשך, נבחר קונספט הפעלה מגנטית, קרי שימוש בשדה מגנטי חיצוני לצורך הפעלת השסתום או מיתוגו בין מצבי פתיחה וסגירה. בנוסף הוחלט לפתח יכולת חישה מרחוק של מצב השסתום, כלומר זיהוי אלחוטי של מצב המיתוג של השסתום (סגור או פתוח). לאחר תכנון מפורט של מערכת השסתום ומערכת הזיהוי, נבנו מספר פריטים אשר תכונותיהם נבדקו במעבדה. אחרי התאמות ותיקונים של התכנון הראשוני, יוצרו מספר עשרות של יחידות בשיטה של הדפסה תלת מימדית אשר נבדקו בתנאי חממה. ולבסוף, לאחר סיבוב נוסף של התאמות, יוצרו כ-900 פריטים באמצעות תבנית הזרקה, אשר פוזרו בשדה מסחרי (כרם) והופעלו במהלך סוף העונה של 2021. בהרצאה יתואר תהליך הפיתוח, התכנון והאיפיון של המערכת החדשנית, תכונותיה הנוכחיות, והאפשרויות לשילובה במערכות השקייה.

# סטנדרטיזציה אוטומטית של מידע לקידום שת"פ מחקרי וניתוחים מבוססי נתוני עתק בחקלאות

שי סלע

חברת אגמטיקס [sela.shai@agmatix.com](mailto:sela.shai@agmatix.com)

מחקר חקלאי מערב מספר רב של מקורות מידע, החל ממדידות מכשירים, מידע אקלימי, חישה מרחוק ומקרוב, רישום ידני של תצפיות מהשדה והמעבדה, ועד אינטגרציה עם בסיסי נתונים של מחקרים קודמים. משאבי זמן רבים מושקעים בניהול וטיוב הנתונים, והבאתם לשפה משותפת המאפשרת חיבוריות עם קבצים אחרים. בנוסף, חוסר אחידות בשמות ויחידות הנתונים מקשה על שיתופי פעולה מחקריים, ומהווה צוואר בקבוק לניתוחים רחבים יותר, מבוססי נתוני עתק ממקורות שונים, המקיפים את מרחב המדגם של התופעה הנחקרת. הרצאה זו תציג פתרונות אפשריים לסטנדרטיזציה של נתונים חקלאיים ואת עקרונות ה FAIR המונחים בבסיסם. באמצעות אחד הפתרונות - אקסיום מבית אגמטיקס - נדגים כיצד דאטה משלושה מקורות וגאוגרפיות שונות (1) ניסויים אוניברסיטאיים במקומות שונים בארה"ב, (2) חלקות הדגמה (demo plots) ברחבי סין, ו (3) דאטא ממוכן משדות מסחריים בארה"ב - יכול לשמש ליצירת מודל לחיזוי ייבול בתירס. הדאטה עובר סטנדרטיזציה וטיוב באופן אוטומטי על גבי המערכת, באמצעות מערכת אונטולוגיות חקלאיות ייעודית. לאחר מכן, הדאטה משמש כקלט למודל XGBoost - אנסמבל של עצי החלטה - הלוקח כקלט מידע מפורט על סביבת הגידול, כגון נוטריינטים ממקור סינטטי או אורגני, טקסטורה של הקרקע, רמת חומר אורגני, ומידע אקלימי מפורט לשלבי גידול שונים. ניתוח רגישות למודל ידגים את הקשר בין גורמים שונים לייבול, ואיך חיבור דאטה ממקורות שונים מאפשר זיהוי שאלות מחקר חדשות. ההרצאה תסיים בקריאה לקהילת המחקר לאמץ מתודות של סטנדרטיזציה והעלאה של נתונים לבסיסי מידע פומביים או מנוהלים על ידי הקהילה. זה יאפשר שקיפות, שימוש חוזר של נתונים על ידי גורמי מחקר שונים בשרות הציבורי והפרטי, החזר טוב יותר של השקעה מבחינת קרנות המחקר, והגדלת הפוטנציאל לתקוף אתגרים גלובליים בתחום החקלאות.

# חיזוי דינאמיקת האוכלוסיות העונתית של כנימת עש הטבק באמצעות מודל ככלי תומך החלטה במערכות חקלאיות

שי מורין<sup>1</sup>, אפרת מורין<sup>2</sup>, עיינה נטע<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטמולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית', האוניברסיטה  
העברית

<sup>2</sup>המכון למדעי כדור הארץ ע"ש פרדי ונדין הרמן, האוניברסיטה העברית  
ayana.neta@mail.huji.ac.il

הקשר החזק בין קצב ההתפתחות של חרקים וטמפרטורת הסביבה מאפשר פיתוח מודלים לחיזוי הדינאמיקה של אוכלוסיות חרקים מזיקים. בעבודה זו פיתחנו מודל לחיזוי דינאמיקת האוכלוסיות של כנימת עש הטבק (כע"ט) בתנאי שדה, כתלות בנתוני אקלים. תהליך הכיול התבסס על סדרה של ניסויי התפתחות שבוצעו בתנאי שדה משתנים. בסיומו של התהליך, נמצאה התאמה טובה בין מודל האוכלוסיות לניסויי השדה. אימות יכולתו של המודל לשמש ככלי תומך החלטה בוצע על ידי הצלבה בין תצפיות פקחיות מזיקים ובין תחזיות המודל עבור שלוש תחנות מטאורולוגיות. נמצא כי תחזיות המודל להקמת הדור החמישי של כע"ט היו באותו זמן בו התקבלו דיווחים מהפקחיות על פעילות בוגרי כע"ט מורגשת. בנוסף, תחזיות המודל לתחילת הדור השביעי היו באותו זמן בו התקבלו דיווחים מהפקחיות על עלייה משמעותית בנגיעות כע"ט. לפיכך, הסקנו כי תחזיות המודל המבוססות על נתוני אקלים עונתיים מדויקות ועשויות לתרום מידע חדש לניהול המזיק בגידולי שדה. בשלב הבא, ייצרנו כבר בתחילת העונה, תחזיות ארוכות טווח על דינאמיקת האוכלוסיות בחודשי עונת הגידול. לצורך כך, פיתחנו "מנוע מזג-האוויר" בו מתבצע תהליך התאמה בין מודל החיזוי המטאורולוגי לטווח ארוך (שישה חודשים קדימה) ובין תחנה מטאורולוגית פעילה. תוצרי התהליך הם סדרות טמפרטורה המשמשות כקלט במודל האוכלוסיות. הודות לשונות במודל המקורי ולשונות הנובעת מתהליכים סטוכסטיים ב"מנוע מזג-האוויר", מתקבלות סדרות אקלימיות רבות עבור תקופת הזמן הנבדקת, שעל בסיסן ניתן לייצר תחזיות הסתברותיות. הערכת טיב התחזיות מבוצעת כעת על ידי משובים דו-שבועיים הנאספים מפקחיות המזיקים. אנו מקווים שהכלי שפותח יאפשר מעבר לניהול מושכל של ממשקי מזיקים בחקלאות, הדורש מקורות מידע וכלים חישוביים חדשניים על מנת לשפוך אור על מצב המזיקים הממשי ו/או הפוטנציאלי בשדות.

## מערכת סריקה היפר-ספקטרלית זולה לדגימה של שדות חקלאיים

אור ארד<sup>1,2</sup>, רומן בריקמן<sup>1</sup>, סאקר אלאטרש<sup>3</sup>, דוד בונפיל<sup>3</sup>, לאה צרור<sup>3</sup>, אדריאן שטרן<sup>2</sup>, יפתח קלפ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון להנדסה חקלאית, מכון וולקני.

<sup>2</sup>אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

<sup>3</sup>מרכז גילת, מכון וולקני.

[iftach@volcani.agri.gov.il](mailto:iftach@volcani.agri.gov.il)

אחד האתגרים החשובים של החקלאות המדייקת היא הקניית מידע מרחבי פרטני ויעיל על מצב הגידול בזמן אמיתי. מחקרים רבים הראו קשרים בין ספקטרום ההחזרה בצומח לבין בריאות הצמח. שינוי בספקטרום ההחזרה יכול להעיד על הימצאותו של stress ועל דרגת חומרתו. ע"י עיבוד ספקטרום ההחזרה בנראה ואינפרה אדום הקרוב (NIR) נמצאו מדדים המעידים על בריאות הצמח לרבות עקות, מחסורים ומחלות. התפתחות הידע על הקשר שבין ספקטרום ההחזרה לבין מצבו הפיסיולוגי של הצמח מאפשר שימוש במידע ספקטרלי הנאסף בחישה מרחוק לצורך דיגום השדה כחלק מעבודת הפיקוח במשך עונת הגידול. דיגום כזה חוסך זמן, מאפשר דגימה של אזורים לא נגישים ללא יצירת נזק הנגרם לשדה בשל כניסה קרקעית לשדה מפותח. חרף ההתקדמות האדירה במכשור, למיטב ידיעתנו, נכון להיום אין אמצעי חישה ראלי ליישום מטרה זו, שכן גיחות הצילום הן יקרות, מצלמה היפרספקטרלית יקרה מאוד, תפעולה מורכב ומדידות בעזרת ספקטרומטר נקודתי מייצגות שטח מצומצם מאוד. במחקר זה פיתחנו מערכת סורקת זולה ורובוסטית, אשר ע"י צימודה לספקטרומטר נקודתי מאפשרת מדידה של קוביות ספקטרליות של חלקות שלמות. המערכת המוצעת מבוססת סריקה בעזרת wedge prisms אשר אומצה מעולם ה Lidar. שילוב פריזמות כאמצעי סריקה עבור מערכת צילום הוא מאתגר, נפיצת הפריזמות יוצרת הן עיוותים מרחביים והן עיוותי צבע שיש לתקן. בהתאם עבודת המחקר כללה פיתוח תהליך כיול white balance ייחודי הכולל תיקון שתי התופעות. ביצועי המערכת מודגמים בסימולציה, במעבדה במדידות חוץ, ובמדידות שדה מגג של טנדר ו מתורן הידראולי המחובר לטרקטור. נציג הדגמות ראשוניות של כושר המערכת להפרדה בין עשביה לגידול בחיטה וחמצה ורגישות לשינוי גוון עקב עקת מים.



# מיפוי מדדים מבניים מבוססי LIDAR וחישה מולטי-ספקטראלית להערכת טיפולי הדברת עשבים במטע שקד

תמיר קרס<sup>1</sup>, רן לאטי<sup>2</sup>, טל רפפורט<sup>1</sup>, שלומי אהרון<sup>2</sup>, דורון הולנד<sup>2</sup>, טרין פז כגן<sup>1</sup>

1. מכון להנדסה חקלאית [tamirc@volcani.agri.gov.il](mailto:tamirc@volcani.agri.gov.il)

2. נווה יער משק מודל

גישות חלופיות להדברת עשבים כוללת שימוש באמצעים מכאניים, פיזיקליים, גידולי שירות ושילוב אמצעים אלו כחלק ממשק שנתי מאפשר יצירת ממשק מאוזן ורב אמצעי לטיפול בבעיית העשבים מחד, ושיפור בריאות המטע מאידך. בנוסף יתרונות אלה כוללים הגדלת סל אמצעי ההדברה הזמינים והפחתת התלות באמצעי הדברה כימיים. השימוש בחישה מרחוק לבחינה של השפעות טיפולי הדברה על בריאות (תפקוד ומבנה) המטע וניטור והתפתחות כל עץ באופן פרטני, הוא חדשני ודוגמה טובה ליישומים נוספים של חקלאות מדייקת. גיאומטריה של חופת העץ כמו: גובה, קוטר ונפח חופה, קוטר גזע, צפיפות עלווה ומדד שטח העלים, הינם מדדים חיוניים לאומדן קצב צימוח, בריאות המטע והערכת יבול. מטרת המחקר היא פיתוח מערכת מבוססת LIDAR וחישה מולטי-ספקטראלית, מוטסת על רחפן, לאפיון מדדים מבניים של עצים למעקב אחר השונות המרחבית בעקבות טיפולים להדברת עשבים ולאמוד את השפעתם של אלה על מדדי בריאות העצים במטע. המחקר התקיים בחלקות מטע השקד הצעיר בנווה יער, בו בוצעו ארבע טיפולים להדברת עשבים הכוללים קלטור, כיסוח, ריסוס וגידולי שירות. טיסת ה-LIDAR התבצעה בסוף עונת הצימוח (נובמבר 2021) והפיענוח בשלב זה התמקד בארבע מדדי גיאומטריה עיקריים לכל עץ - גובה, נפח חופה, שטח חופה וצפיפות עלווה. התוצאות מעידות על ההבדלים מובהקים בין הטיפולים השונים וכי ישנה השפעה של טיפולי ההדברה והכיסוי על מאפייני החופות. נמצא כי טיפול הקלטור הראו ערכי נפח חופה וצפיפות עלווה גבוהים, וכי הטיפול עם גידולי הכיסוי הפחית את נפח החופה באופן משמעותי. המודל שפותח מאפשר בחינה של מדדי הצימוח לכל עץ במטע ומאפשר טיפול פרטני בעצים או קבוצות עצים. מחקר זה יהווה בסיס למערכת תומכת החלטה להנחיית הדברה מכנית במטעים, לצמצום השימוש בקוטלי עשבים ולניהול בריאות המטע ברמת דיוק ויעילות גבוהים.

## התפתחות הנוף במזרח ים תיכון במהלך תקופת הרביעון בראי הקרקע

רבקה אמית<sup>1</sup>, און כרובי<sup>1</sup> יהודה אנזל<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המכון הגיאולוגי לישראל

<sup>2</sup>. המכון למדעי כדור הארץ, האוניברסיטה העברית

[rivka@gsi.gov.il](mailto:rivka@gsi.gov.il)

הנוף ההררי הקרבונטי בסובב הים התיכון הינו נוף קרסטי, חשוף ומאופיין בקרקעות דקות ורדודות. ההסבר הנפוץ לכך שהנוף חשוף הינו שהוא תוצאה של תהליך סחיפת קרקעות עבות יותר שהיו קיימות בעבר. במחקר הנוכחי אנו מציעים הסבר חלופי. רב הקרקעות אשר התפתחו על סלעים קרבונטיים בסובב הים התיכון הינן תוצר של הצטברות אבק המגיע ממקורות רחוקים בסופות אבק רגיונליות: אבק זה מורכב ברובו מסילט דק ומחרסיות וקצב הצטברותו נמוך. קצב זה אינו מאפשר יצירת חתכי קרקע עבים אפילו אם יצטבר ללא הפרעה במשך אלפי שנה. באזור הרי ושפלת יהודה המצב יוצא דופן כאשר הקרקעות הינן עבות יחסית, דבר המשפיע לטובה על הפרודוקטיביות שלהן. נמצא שקרקעות אלה מכילות כמות גבוהה של גרגירי סילט גם בהשוואה לקרקעות בצפון ישראל (בגליל) סילט זה מורכב מכ- 70% קוורץ המגיע ממקורות קרובים, בעיקר משדה הדיונות סיני-נגב ומהלס הנפוץ בנגב. מקור מקומי קרוב זה המספק כמות גדולה של סילט גם וגורם להיווצרות חתכי קרקע עבים יחסית איננו מצוי בכל אגן הים התיכון, אלא רק בדרום מזרח ים תיכון. בעבודות קודמות נמצא ששטף הסילט הקוורצי הגס, המרכיב המאפיין של הלס, הינו תופעה גאולוגית צעירה במזרח ים תיכון. כמו כן נמצא כי הקרקעות שהתפתחו לפני השקעת הלס (עתיקות מ 200 אלף שנה) אכן חסרות את הרכיב הגס ומורכבות מסילט דק אשר מקורו בסופות האבק הרגיונליות המגיעות ממדבריות ערב והסהרה בדומה לכל קרקעות אגן הים התיכון. בהתבסס על נתונים אלה אנו מציעים שתקופת חדירת דיונות החול לנגב ויצירת הלס בנגב (בין 90 ל 10 אלף שנה) שינתה את אופי הקרקעות והנוף של האזורים ההרריים בלבנט.

## שימור קרקע: אתגרים בעידן משתנה

אלי ארגמן<sup>1</sup>

התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע וניקוז. משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
([eliar@moag.gov.il](mailto:eliar@moag.gov.il))

הקרקע היא משאב טבע, בלתי מתחדש, הנדרש לקיום מארג החיים המוכר לנו. ההתפתחות התעשייתית טומנת בחובה האצת תהליכי הידלדלות קרקע כתוצאה מסחף בקצב שאינו בר-קיימא, הנובע מתמורות סביבתיות ואנתרופוגניות. שינויי האקלים שאנו חווים בתקופה זו, יחד האתגרים החדשים הנובעים מעלייה ניכרת בדרישה להכשרת קרקעות שוליות להגדלת היצע השטחים לצורך אספקת מזון ושמירה על שטחים פתוחים, מחייב שינוי תפיסה ופיתוח ממשקי שימור קרקע חדשים תוך פיתוח ואימוץ שיטות בנות קיימא למניעת הידלדלות קרקע ושמירת משאב הקרקע לדורות הבאים, לדוגמה -

[1] נוכח סחיפה מואצת משדות חקלאיים נבחנו, במחקר ארוך טווח, אמצעים חדשים לשיטות למיתון תהליכי הידלדלות וסחף, להתאמת ממשק עיבוד בר-קיימא המיועד להטמעת ממשק משמר קרקע ומים תוך ניצול משאבים מקומיים.

[2] קרקעות ישראל חשופות, בשנים האחרונות, לסיכונים סביבתיים משמעותיים הנובעים מפיתוח תשתיות מואץ שגורם לעלייה משמעותית בשימוש בלתי מבוקר של עודפי עפר בשדות חקלאיים ושטחים פתוחים. חקלאים ומנהלי שטח רבים שפיזרו בשטחים חקלאיים ופתוחים עודפי עפר, שמקורם בכרייה וחציבה מאתרי פיתוח, ללא טיפול מוקדם ובאופן בלתי מבוקר הובילו להחרפת הפגיעה בקרקע החקלאית, בשולי השדות ובמערכות תשתית סמוכות. מחקר שבחן שיטות חדשות לטיוב קרקעות הוביל לפיתוח מתודולוגיה מותאמת להפיכת מטרד עודפי העפר למשאב תוך הפחתת הנטל הסביבתי של עודפים אלו שנגרעו ממטמנות או מושלכים לעיתים באופן בלתי מבוקר תוך פגיעה בלתי הפיכה בסביבה.

[3] לאחרונה הוצגה תכנית לשיתוף פעולה בין משרד האנרגיה והחקלאות לקידום ייצור חשמל בשטחים חקלאיים לייעול ניצול משאבי הקרקע בישראל. מידת ההשפעה של הגדלת השטח האטים בשדות חקלאיים על קצב גריעת הקרקע אינו ידוע ודורש בחינה מעמיקה לפיתוח שיטות ואמצעים שלא נבחנו עד היום בארץ או בעולם.

# התאמה ואימות של המשוואה הרציונלית לקרקעות בעיבוד חקלאי בתנאי הארץ: RUSLE - IL

רועי אגוזי, אלון רונן, מתן בן יונה, אלון מאור, בן קסטוריאנו, אלי ארגמן, וגיל אשל

התחנה לחקר הסחף, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

[regozi@moag.gov.il](mailto:regozi@moag.gov.il)

המשוואה הרציונלית המשופרת (The Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) היא אחד מהכלים הנפוצים בעולם לאומדן אובדן קרקע (soil loss) בתהליכים של סחיפה משטחית וערוצונית (rill & inter rill erosion) בקנה מידה של חלקת השדה או המטע. בעשורים האחרונים הנוסחה שפותחה כמודל אמפירי ע"י שרות שמירת הקרקע האמריקאי (כיום השרות לשמירת משאבי הטבע) קיבלה תוקף פיסיקלי, ובאמצעות ממ"ג ועל סמך בסיסי מידע מפורטים החלה מיושמת בקנה מידה מרחבי גדול: אגני היקוות, חבלים גיאוגרפים, ואף יבשות. השימוש במודל בארץ, מחייב התאמתו לתנאים הקיימים כאן. אנו מציגים ניסיון להתאמתו לתנאי הארץ באמצעות בניית בסיס נתונים של רכיבי הנוסחה: 1. חושב אינדקס הארוזיביות של הגשם על סמך נתונים מתחנות גשם רושמות של השירות המטאורולוגי ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר. הופקו מפות גשם אירוזיבי לכל הארץ; 2. חושב אינדקס האירודיבליות בהתאם למרקם הקרקעות; 3. הופקו מפות תבליט (אורך ושיפוע המדרון) מתאימות; 4. חושב אינדקס המכמת את ההשפעה האנתרופוגנית על פוטנציאל סחיפת הקרקע: ממשקי העיבוד ומידת הכיסוי של הקרקע. לאחר מכן ביצענו אימות למודל אל מול קצבי סחיפת קרקע ברמות מנשה, ברמות יששכר, ובשרון. נמצאה התאמה טובה מאוד בין קצב אובדן הקרקע המדוד לבין המחושב ע"י המודל. בשלב זה המודל מייצר תמונה סטטית של פוטנציאל אובדן קרקע חקלאית ממוצע המוערך ב 11 טון להקטר לשנה, בהנחה שאין יישום של ממשקי שימור קרקע. אנו סבורים שהטמעת המודל בקרב חקלאים, מדריכי ומתכנני שימור קרקע, יכולה לשרת מספר מטרות בהן: חינוך והגברת המודעות לבעיית סחיפת קרקעות; שימוש לטובת תכנון ויישום אמצעי שימור קרקע בחלקת השדה או המטע; שיפוט תכנוניות לשימור קרקע ומתן תמיכות לחקלאים המעבדים קרקעות באזורי סיכון מוגברים.

## איזור בסדקים בחלוקי סחף כסמן לתהליכי התבגרות פני שטח וקרקות

אורי שאנן<sup>1</sup>, עמית מושקין<sup>1</sup>, מוניקה רזוסמן<sup>2</sup> ומרתה-קרי אפפס<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המכון הגיאולוגי.

<sup>2</sup>. אוניברסיטת צפון קרולינה

שבירה ופירוק של סלעים הינם תהליכים כימיים ופיזיקליים הכוללים פירוק של קשרים אטומיים. בעוד שסידוק של סלעים בפני השטח הינה תופעה שכיחה ומוכרת המהווה גורם מגביל בהתפתחות קרקעות, המנגנונים והקצבים של תהליכי סידוק בפני השטח (סידוק שאינו טקטוני או נובע ממאמץ ישיר וקריסה), אינם מובנים היטב. אנו מציגים תצפיות שדה חדשות, ותומכים את אלו באנליזות פטרוגרפיות (מקרסקופ אור מקוטב) ושל סורק אלקטרוני, מסלעים בם מצוי סידוק בתהליך התהוות (סדקים שטרם חדרו את מלא החלוק ועודם מתקדמים). התצפיות והאנליזות שלנו מתרכזות בסידוק של חלוקי סחף בטרוסות נטושות מנחל שחורת באזור אילת. התצפיות מראות איזור המקביל לחזית הסידוק ומופיע על גבי מישורי הסידוק וכן על קיום של תהליכי המסה והחלפה המגיעים עד חזית התקדמות הסדק. תהליכי ההמסה מעידים על נוכחות וחשיבות מים בתהליכי סידוק שאינו נובע מקריסה תחת מאמץ מכריע (תת-קריטי) ותהליכי ההחלפה מוסיפים סמן לקצב הסידוק. אנו מפרשים תצפיות אלו כעדות להתקדמות סדקים אלו ושכאלו באופן תת-קריטי בקצב התואם את התגובות הכימיות הנצפות, ומתוך כך את התקדמות הסידוק הנצפה כאיטי (קצבי בליה כימית של סלעים). התצפיות המתוארות מהוות עדות שדה ישירה לקצב האיטי ולתלות של תהליכי סידוק תת-קריטי, בליה והתפתחות קרקע בגורמים כימיים חיצוניים כתנאי אקלים. מסקנות אלו קושרות בין תנאים ושינויים אקלימיים וקצב התבגרות פני שטח נטושים ו/או התפתחות קרקעות.

## השפעת גורמי אקלים על צבירת גיר פדוגני: תצפיות ומידול

און כרובי<sup>1</sup>, טלי הורוביץ<sup>1,2</sup>, ליאור סימן-טוב<sup>1,2</sup>, אפרת מורין<sup>2</sup>, קרייג רסמוסן<sup>3</sup>, ג'ון פלטייר<sup>4</sup>, רביד רזנצווייג<sup>1</sup>

1. המכון הגיאולוגי לישראל, ירושלים

2. המכון למדעי כדה"א, האוניברסיטה העברית, ירושלים

3. המחלקה לקרקע, מים וסביבה, אוניברסיטת אריזונה, טוסון, אריזונה, ארה"ב

4. המחלקה לגיאולוגיה, אוניברסיטת אריזונה, טוסון, אריזונה, ארה"ב

(crouvi@gsi.gov.il)

קרקעות גיריות הינן אחת מקבוצת הקרקעות הנפוצות ביותר מבין הקרקעות המדבריות, המשתרעות על כמיליון קילומטרים רבועים בעולם. אופק גיר בקרקע נוצר כתוצאה משטיפה של החלק העליון על ידי הגשם וצבירה של גיר בחלק התחתון של הקרקע, בעומק הנשלט על ידי מאפייני הגשם ומרקם הקרקע. ידוע כי עומק אופק הגיר בקרקע גדל עם העלייה בכמות המשקעים השנתית. קשר זה משמש להערכת תנאי אקלים קדומים מתוך קרקעות קבורות. אולם, השפעת מאפייני אקלים אחרים על צבירת גיר פדוגני, למשל פיזור הגשם במהלך השנה, ואידוי-דיות, לא נבדקו ביסודיות. במחקר זה בדקנו את ההשפעה של מאפייני הגשם על הצטברות גיר פדוגני באמצעות שתי גישות: (1) ניתוח נתונים של מאות פרופילי גיר בקרקעות משני אזורים מדבריים: ישראל, המאופיינת רק בגשמי חורף, ודרום-מערב ארה"ב, שם גשמי קיץ נפוצים יחד עם גשמי חורף. נמצא כי אחוז הגיר בקרקעות בישראל (>40%) גבוה יותר מאשר בארה"ב (>20%), עקב המסלע והאבק הקרבונטי בישראל, ועבור כמות גשם שנתית קבועה, באזורים עם יותר גשמי חורף תכולת הגיר קטנה יותר והעומק של האופק הגירי גדול יותר, מאשר באזורים עם יותר גשמי קיץ. תצפית זו קשורה לפיזור הגשם ולכך שבקיץ ערכי אידוי-דיות גבוהים יותר מאשר בחורף. (2) מידול ארוך טווח (עד עשרות אלפי שנה) של פיזור המים בקרקע ובחינת ההשפעה של מאפייני גשם על עומקי ההרטבה אשר משמשים כסמן לאופק הגיר. נמצא כי עבור כמות גשם שנתית קבועה, מספר ומשך ארועי גשם, וכמות גשם יומית, משפיעים באופן ניכר על עומקי ההרטבה ומכאן גם על עומק האופק הגירי. תוצאות המחקר מציעות כי נדרשת זהירות בניסיון לשחזר נתוני אקלים מתוך נתוני עומק וריכוז גיר בקרקעות קבורות.

## טקסונומית קרקע (Soil Taxonomy USDA) כחלופה למיון הקרקע הישראלי

דני איטקיני<sup>1</sup>, חנה קויומדד'יסקי<sup>2</sup>

1. אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר שבע ([itkind@post.bgu.ac.il](mailto:itkind@post.bgu.ac.il))
2. מנהל המחקר החקלאי - מרכז וולקני, בית דגן

מיון קרקע משמש לאפיון ומיפוי קרקעות ומהווה שפה משותפת עבור חקלאים, מדענים, מהנדסים וקובעי מדיניות. מיון הקרקע הישראלי התגבש במהלך המחצית הראשונה של המאה ה-20 והתפתח, תוך פעילות ענפה של סקרי קרקע, משנות ה-50 ועד לשנות ה-90. למרות עבודה רבה ופורייה שנעשתה בנושא, למיון הקרקע הישראלי מספר חסרונות ביחס לשיטות המיון הנפוצות: (1) אין בו אחדות היררכית, (2) הוא אינו מספיק מפורט, (3) שפתו אינה עקבית, (4) הוא אינו מעודכן (זה למעלה מ-30 שנה). בעיה מיוחדת בשיטת המיון הישראלית היא היעדר התייחסות לפעילות האדם כגורם היווצרות קרקע. דוגמה לכך ניתן לראות במספר רב של חתכי קרקע נבחרים (קויומדד'יסקי ואחרים 1988)\* שהוגדרו בלב לבם של אזורים בהם 'קרקע אנתרופוגנית' היא הנפוצה ביותר. כתוצאה מדברים אלה, מיון הקרקע הישראלי אינו תואם את הפדולוגיה המודרנית. המצב הקיים פוגע בהוראת מדע הקרקע, מקשה מאוד על חקר קרקעות ישראל ותיאורן בספרות, מסרבל את מיפוי הקרקע, ומפריע להעלאת מודעות הציבור לקרקע ולחשיבותה. מבין שיטות מיון הקרקע הנפוצות בעולם, נראה כי טקסונומית הקרקע (Soil Taxonomy USDA) היא המתאימה ביותר. שיטת מיון זו, אשר היוותה בזמנו בסיס למיון הישראלי, מספקת מידע רב באשר לחתך הקרקע (אקלים, גיאוגרפיה, מורפולוגיה ומינרלוגיה), מתייחסת לגורם האנושי, מבוקרת באופן שוטף, ומשמשת כמסד לרבות משיטות מיון הקרקע הנפוצות בעולם. לפיכך, מוצע לאמץ את טקסונומית הקרקע ולהשרישה בישראל. הקרקע היא משאב טבע פגיע ויקר לאין ערוך, הנאבד במהירות. שימוש בשפת מיון מתאימה, המגדירה היטב קרקעות שונות, תשפר את הוראת הקרקע בישראל, את איכות המחקר, את מפות הקרקע ושימותן, את התקשורת בין המשתמשים השונים בארץ ובחו"ל, ואת מודעות הציבור לנושא.

\* קויומדד'יסקי, ח., דן, י., סוריאנו, ש., נסים, ס. 1988. חתכי קרקע נבחרים מקרקעות ארץ ישראל. מינהל המחקר החקלאי, המכון לקרקע ומים, המחלקה לפדולוגיה. מרכז וולקני, בית דגן.

## מניפולציה אופטית של פרוקי רגליים מזיקים ומועילים

דוד בן-יקיר

המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי    benyak@volcani.agri.gov.il

פרוקי רגליים מזיקים ומועילים חשובים מאוד להספקת המזון של האדם. רוב פרוקי הרגליים נעזרים בחוש הראייה למציאת מזון, לניווט ולניהול השעון הביולוגי שלהם. לכן, ניתן להשתמש בקרינה אופטית לשיפור הגנת הצומח מפני פרוקי רגליים מזיקים ולשיפור התפקוד של פרוקי רגלים מועילים. בהרצאה יוצגו מאפייני קרינת השמש בסביבה החקלאית וידע עדכני לגבי ראיית פרוקי רגליים. רוב החרקים נמשכים לקרינת UV או לאור כחול בזמן תעופה ולאור ירוק-צהוב בזמן חיפוש צמח פונדקאי. קרינה אופטית (פעילה או חוזרת) יכולה לגרום משיכה, דחייה, ועיכוב של מזיקים לצורך ניטור או הדברה. החזר קרינה מפני השטח או מיריעות חיפוי יכולים לשמש להסוואה או לדחייה של חרקים בעת חיפוש מזון. תאורה מלאכותית יכולה לשמש לגיוס אויבים טבעיים ולשיפור האוריינטציה של מאביקים בגידולים חסויים. חשיפתם של צמחי תרבות למינונים מבוקרים של קרינה אולטרה-סגולה (UV) משרה בדרך כלל עמידות מפני מזיקים (ומחלות). שינוי של אורך היום הטבעי יכול לשבש את השעון הביולוגי של פרוקי רגליים ולמנוע את כניסתם של מזיקים או מועילים לתרדמה. מאפייני החזר האור מצמחים מהווים ערוץ תקשורת אופטית בין הצמחים ופרוקי הרגליים בסביבתם. ניתן להשפיע על התכונות האופטיות של צמחים באמצעות טיפוח. בהרצאה יינתנו דוגמאות לשימושים באותות אופטיים בסביבה החקלאית שמשפיעים על התנהגות פרוקי רגליים. יוצגו כיווני פיתוח של מניפולציה אופטית כמרכיב בהדברה משולבת של מזיקים.



## טפלול (מניפולציה) מערכת הרבייה בחרקים והשלכותיה

אלי הררי

המחלקה לאנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי, וולקני. [aharari@volcani.agri.gov.il](mailto:aharari@volcani.agri.gov.il)

היכולת להתרבות מבדילה בין חי לשאינו חי ומגדירה את המותאמות של האורגניזם לסביבתו. התערבות של אורגניזם אחד במערכת הרבייה של אורגניזם אחר יכולה להשפיע על מספר הצאצאים של כל המעורבים וכך לשנות את תוצאות התחרות על משאבים שונים. כך למשל, זכרים במספר קבוצות של חרקים מטפללים את מערכת הרבייה של הנקבות כדי למנוע מהן לחזור ולהזדווג עם זכרים מתחרים, טפילים משנים את הזויג בדגים, אנדוסימביונטים מעודדים רבייה בתוך המשפחה ואחרים גורמים להרג זכרים ורבייה א-מינית. התערבות מכוונת, של בני אדם גם היא יכולה לשנות את תוצאות התחרות על המשאבים. כך, במערכות חקלאיות טפלול מערכת הרבייה בחרקים מזיקים נעשית על ידי פיזור של זכרים עקרים ופרומונים המשמשים ללכידה המונית ובלבול הזכרים. לאחרונה, מתרבות העדויות על שינויים התנהגותיים ופיזיולוגיים בחרקים מזיקים, כתוצאה מטפלול מערכת הרבייה על ידי שימוש רב שנתי בשיטת בלבול הזכרים, העוטף בפרומון סינטטי את סביבת המזיק, ומשבש את הפגישה בין הזכרים והנקבות. היות הרבייה עצמה מגדירה את האורגניזם החי, סביר להניח כי בתהליך מתמשך של ק-אבולוציוני, ימצא האורגניזם דרכים להזדווג ולהעמיד צאצאים על אף מאמצי הטפלול. הרצאה זו תעסוק בטפלול מערכת הרבייה בטבע ועל ידי פעילות אנושית והתפתחות של שינויים התנהגותיים או פיזיולוגיים להקטנת הנזק והגדלת מספר הצאצאים.

## חישת סוכרוז ותפקידה בהתנהגות האכילה של כנימת עש הטבק

עופר אידלין הררי, אמיר דקל, דור ויינטראוב, אסנת מלכה, יורי ויינר, אסתר יקיר, ריטה מוזס-קור, שי מוריין ויונתן בוחבוט.

המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

Ofer.aidlinhar.mail.huji.ac.il

כנימת עש הטבק (כע"ט, *Bemisia tabaci*) הינה מזיק חקלאי קשה המסב נזק לגידולים רבים בישראל ומסביב לעולם. כע"ט פיתחה לאורך האבולוציה התמחות במציאת צינורות השיפה והזנה על מוהל השיפה. התמחות זו מתבטאת בין היתר בתצורת גפי פה המותאמת לחדירת פני העלה, התקדמות ברקמת המזופיל במסלול בין-תאי ברובו, עד להגעה לצינורות השיפה. כיום סוגיית האותות בהן משתמשת הכנימה בכדי למצוא את צינורות השיפה תלויה ועומדת. אתגר נוסף, העומד בפני כל בעל חיים, הינו היכולת לקבוע את מצב ההזנה (מידת השובע) ולווסת את קצב האכילה בהתאם. בחרקים מוצצי שיפה, הניזונים על מזון בעל ריכוז סוכרים גבוה במיוחד, עשוי מנגנון השובע לשחק תפקיד בהגנה מפני הסכנות האוסמוטיות הטמונות בנוכחות יתר של סוכרים במערכת העיכול. חישת ריכוז הסוכר עשויה, לצד מנגנונים אפשריים אחרים, לשחק תפקיד הן ביכולת למצוא את צינורות השיפה העשירה בסוכרים ביחס לשאר רקמות העלה, והן במנגנון קביעת השובע כפי שמתואר בספרות לגבי זבוב התסיסה (*Drosophila melanogaster*). את תפקיד חישת הטעם בחרקים מבצעים חלבונים ממשפחת קולטני הטעם. בעזרת שיטות ביואינפורמטיות מצאנו את הגנים המקודדים לקולטני טעם מתוק כע"ט. אחד הקולטנים נמצא כמהווה חלק מענף מובחן פילוגנטית המורכב אך ורק מקולטנים של חרקים מוצצי שיפה. במבחני אלקטרופיזיולוגיה מצאנו כי זהו הקולטן הראשון המתואר כמוכוון בעיקר לחישת סוכרוז, המהווה את הסוכר העיקרי בשיפה. השתקה של הקולטן בעזרת ר.נ.א דו גדילי הובילה לתמותה מוגברת של כנימות בהשוואה לביקורת לאחר מספר ימים. לבסוף, במסגרת ניסויי העדפה מצאנו כי כע"ט מבחינה ומעדיפה בין ריכודים שונים של סוכרוז. בימים אלו אנו בוחנים את ההשפעה של השתקת הקולטן על יכולת ההבחנה והתנהגות האכילה של הכנימות על דיאטה של סוכרוז.

# חשיבות החומצה האמינית פרולין בסמביוזה בין חיידק ה- *Coxiella* וקרצית הכלב החומה

נטע שקד, יובל גוטליב

הפקולטה למדעי החקלאות, האוני' העברית.

Neta.shaked1@mail.huji.ac.il

בין קרצית הכלב החומה *Rhipicephalus sanguineus* וחיידקי *Coxiella*-like endosymbiont (CLE) מתקיימת סימביוזה שבה החיידק מספק לקרצית את החסרים בתזונתה. אנליזה חישובית Flux balance analysis (FBA) המנבאת ייצור מטבוליטים בגנום נתון, מצאה עבור גנום חיידק ה-CLE ייצור בעודף של החומצה האמינית פרולין, כמו כן, בגנום עצמו קיים ייצוג עודף של גנים לטרנספורטרים לשינוע פרולין (*ProP* genes). בנוסף, מחקרים קודמים הראו שאצל פרוקי רגליים החומצה האמינית פרולין חשובה במאזן האנרגטי, כך שאנו משערים כי פרולין הינו מטבוליט חיוני שמספק החיידק לקרצית בעיקר לאחר לקיחת מנת דם, עת לפעילות מטאבולית מוגברת עבור עיכול וייצור ביצים. לאישוש ההשערה הנובעת מהאנליזה החישובית ובהתאמה לדרישה אנרגטית גבוהה בקרצית, ביקשנו לבדוק את חשיבות הפרולין בקרציות, באמצעות כימות פרולין תחת תנאים פיסיולוגיים שונים של הקרצית. לשם כך הופקו קרציות רעבות שלמות ואיברי קרציות (בלוטות רוק, גונדות, צינורות מלפיגי והמולימפה) עם וללא נוכחות CLE (סמביוטי ואפוסמביוטי, בהתאמה) וקרציות שלמות רעבות ורוויות (לפני ולאחר ארוחת דם, בהתאמה). התוצאות לא הניבו הבדלים בין כמויות פרולין באיברים סמביוטים לעומת אפוסמביוטים, אך כן הציגו כמות פרולין גבוהה יותר בקרציות שלמות אפוסמביוטיות לעומת סמביוטיות. בנוסף, קרציות רוויות הכילו כמות גבוהה יותר של פרולין חופשי ויחס פרולין/אורניטין לעומת קרציות רעבות. מתוך התוצאות אנו מניחים כי במצב מטאבולי נמוך של הקרצית (רעב) CLE אינו מייצר פרולין לטובת הקרצית ואילו בפעילות מטאבולית גבוהה CLE מייצרים ומשנעים פרולין לצרכי הקרצית. לסיכום, הסמביוזה בין CLE לקרצית הינה הכרחית ומחקר זה מספק קצה חוט להמשך בדיקת ההשערה שהחיידק מספק לקרצית פרולין, דבר שמסייע לה בהשלמת מחזור החיים, ובתכנון אמצעי הדברה כנגד קרציות ובכך לסייע להפחתת הנזק שהן גורמות לאדם ובע"ח.

## השפעתם של מיקרואורגניזמים המאכלסים את הצרעה הטפילית *Anagyrus vladimiri*, על יעילותה בהדברה ביולוגית של כנימות קמחיות

יהודה יזרעאלי<sup>1,3</sup>, מיה ללזר<sup>2</sup>, נטע מוזס-דאובה<sup>3</sup>, שמעון שטיינברג<sup>4</sup>, דויד לפטיט<sup>5</sup>, ג'וליאן ואראלדי<sup>5</sup>, אלעד חיל<sup>6</sup> ועינת צחורי-פיון<sup>3</sup>

<sup>1</sup>החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה, <sup>2</sup>המחלקה לביואינפורמטיקה, אוניברסיטת חיפה, <sup>3</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי, נווה יער, <sup>4</sup>ביובי שדה אליהו, <sup>5</sup>המחלקה לביולוגיה אבולוציונית, אוניברסיטת ליון, <sup>6</sup>החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה-אורנים

[Yehuda.izraeli@mail.huji.ac.il](mailto:Yehuda.izraeli@mail.huji.ac.il)

שילוב הירידה שחלה בעשורים האחרונים ביעילותם של חומרים כימיים להדברת מזיקים, עם עלייה מקבילה במודעות ליתרונות שיש בהדברה ביולוגית, מציב דרישה לשיפור יעילותם של פרוקי רגליים מועילים. מכיוון שלמיקרוביום של חרקים (חיידקים, פטריות, ווירוסים ועוד), עשויה להיות השפעה מקיפה על הפונדקאי, אנו מניחים שניתן לשפר את יעילותם של אויבים טבעיים על ידי מניפולציה על הרכב המיקרוביום שלהם. הצרעה הטפילית (*Anagyrus vladimiri* Triapitsyn (Hymenoptera: Encyrtidae) נבחרה לבחון את הנחת העבודה הזו. מין זה מטפיל כנימות קמחיות, ומשמש באופן מסחרי להדברה ביולוגית, בעיקר של קמחית ההדר וקמחית הגפן, במגוון גידולים. על ידי הפקות חומצות גרעין וריצוף עמוק בטכנולוגיית Illumina Mi-seq, בוצעה אנליזת מיקרוביום, ונמצא כי הסימביונט החיידקי *Wolbachia* שולט בחברת החיידקים של הצרעה, ובחברת הוירוסים זוהו שלושה מיני וירוסים ר.נ.א שטרם הוגדרו. באמצעות מיקרוסקופ אלקטרוני סורק נמצא שאחד הוירוסים ממוקם בשחלות הצרעה. סדרת ניסויי מעבדה הוכיחו כי וירוס זה מועבר אנכית באופן מלא מאם לצאצאים ובנוסף יכול לעבור אופקית בין פרטים שונים המתפתחים יחד באותו פונדקאי. זוהי אחת העדויות הבודדות הידועות עד כה לוירוס ר.נ.א סימביונטי בצרעה טפילית, והפנוטיפ של הוירוס יילמד בהמשך. כדי לבדוק את הפנוטיפ של *Wolbachia* בצרעה, הועמדו קווים עם ובלי החיידק, ובסדרת הכלאות וניסויי כשירות שנערכו בין הקווים, נמצא כי הסימביונט לא גורם למניפולציה רבייתית אך בתנאים מסוימים מוריד את פוריות הצרעה, ואילו תחת תנאי תחרות הוא משפר את הכשירות שלה. התוצאות מצביעות על כך שמניפולציה על המיקרוביום של חרקים מועילים עשויה להשפיע על כשירותם בפרט, ועל יעילותם בהדברה ביולוגית בכלל.

# אינטראקציה מוליקולארית והמעורבות של הרשת האנדופלסמטית בהעברה של החיידק *Liberibacter solanacearum* על ידי פסילת הגזר

עולא ג'סאר<sup>1,2</sup>, מוראד גאנס<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטומוולוגיה, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup> החוג לאגרוואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

דואר אלקטרוני: [olajassar@gmail.com](mailto:olajassar@gmail.com)

מחלת צהבון הגזר (Carrot Yellows Disease) היא כיום המחלה הקשה ביותר הפוגעת בגידול וגורמת נזק כלכלי רב בישראל ובאזורים שונים בעולם. בשנים האחרונות המחלה מופיעה בגלים וגורמת לפעמים להפסד יבול טוטאלי. צהבון הגזר נגרם על ידי החיידק (*Candidatus Liberibacter solanacearum* (CLso). מחלות הנגרמות על ידי חיידקים שמועברים על ידי פסילות הופכות ליותר חשובות בגידולים רב וחד שנתיים. מספר דיווחים הראו כי חיידקי ליבריבאקטר, אשר מועברים על ידי מינים שונים של פסילות, קשורים למחלות חדשות וחשובות של גידולים חקלאיים, החשובה ביניהן היא מחלת הגרינינג בהדרים. CLso מועבר על ידי מיני פסילות שונות למספר גידולי סולניים כמו תפוחי אדמה, וסוככיים כמו שומר, גזר וסילרי. הטיפול במחלות שנגרמות על ידי חיידקי הליבריבאקטר נסמך בעיקר על שימוש בחומרי הדברה כימיים להגבלת אוכלוסיות הפסילות, כאשר הדברה כימית גובה מחירים בריאותיים, כלכליים וסביבתיים רבים, בנוסף לבעיית התפתחות העמידות של מיני פסילות נגד תכשירי הדברה. לכן, ישנו צורך בפיתוח אמצעים אחרים וברי קיימא על מנת להתגבר על המחלה. שיבוש העברת החיידקים על ידי הווקטור נחשבת כגישה חדשה שלר נחקרה מספיק, העשויה להביא לפתרון הבעיה ולהתגברות על המחלה. ידוע שפתוגנים שונים מנצלים את הרשת האנדופלסמטית (ER) בתוך התא, ותהליכים שמתרחשים בה על מנת להתרבות ולהשלים את מעגל ההדבקה וההעברה. מחקר קודם הראה של-ER יש תפקיד חשוב באנטראקציה בין פסילות וליבריבאקטר. במחקר הזה, התמקדנו בגנים המעורבים בתהליך פירוק החלבונים הלא מקופלים ב-ER - ER associated degradation (ERAD), שהינו מצב עקה הדומה לנוכחות של החיידק בתוך התא. חלבונים אלה יכולים להיות מעורבים באינטראקציות עם החיידק. החלבונים שמגיבים לנוכחות החיידק יכולים להוות מטרה לשליטה על התפשטות המחלה והעברתה על ידי הווקטור.

## מהשדה לגנום וחזרה: דוגמאות ממחקר גנטי במלון ואבטיח

טל אייזקסון,<sup>1</sup> אלעד אורן,<sup>1</sup> גליל צורי,<sup>1</sup> אסף דפנא,<sup>1</sup> יוסף בורגר,<sup>1</sup> יעקב חדמור,<sup>1</sup> עמית גור<sup>1</sup>

<sup>1</sup>יחידת הדלועיים, מרכז מחקר נווה-יער, מנהל המחקר החקלאי

[amitgur@volcani.agri.gov.il](mailto:amitgur@volcani.agri.gov.il)

מיפוי גנטי של תכונות הוא תחום שעבר מהפכה ב- 30 השנים האחרונות. ההתקדמות הטכנולוגית ביכולת לאפיון גנוטיפי מהיר בעזרת אלפי סמני דנא לצד ירידה משמעותית בעלויות, הפכו בשנים האחרונות את תהליך המיפוי ברדלוציה גבוהה לנגיש ואפקטיבי יותר מאי פעם. לצד זה, בעקבות קפיצת המדרגה בטכנולוגיות לריצוף גנטי, בעשור האחרון רוצפו ונבנו גנומים שלמים של מגוון רב של צמחים ובכלל זה צמחים בעלי חשיבות חקלאית. זמינות גנום ייחוס מהווה תשתית וכלי עבודה רב עוצמה במחקר גנטי. זיהוי הגנים המבקרים תכונות פשוטות ומורכבות בצמחים הוא היום בהישג יד ע"י שימוש מושכל במגוון כלים גנומיים וביואינפורמטיים. בהרצאה יובאו דוגמאות למיפוי תכונות בעלות חשיבות בדלועים תוך שימוש בכלים גנטיים וגנומיים. גן עיקרי המבקר צבירת פיגמנטים במלון זוהה ע"י ניתוח משולב של אוכלוסיות מתפצלות ואוסף קווים ותוך שימוש בגנום ייחוס המלון ובריצוף עמוק של סט קווי ליבה. ניתוח זה אפשר לנו לזהות שונות אללית יוצאת דופן בגן המבקר את התכונה, המסבירה את השונות הפנוטיפית. באבטיח, לאחר מיפוי QTL באוכלוסיה מתפצלת, תוך שימוש בגנום הייחוס ובריצוף צברים, זיהינו גן מועמד המבקר צבירת קרוטנואידים ואשר השונות האללית בו נמצאת באסוציאציה לצבירת בטא-קרוטן כפיגמנט העיקרי, ויצירת אבטיח בעל צבע ציפה כתום עד. האלל ה"כתום" הוחדר בעזרת סמן גנטי למגוון רקעים אדומי פרי, במטרה לבחון את השפעתו על צבירת קרוטנואידים בפרי ברקעים אלו.

# פיתוח ויישום כלים גנומיים בהשבחת פלפל

אילן פארן

מנהל המחקר החקלאי [iparan@volcani.agri.gov.il](mailto:iparan@volcani.agri.gov.il)

בשנים האחרונות פותחו תשתיות גנומיות מגוונות בפלפל (*Capsicum spp.*) הכוללות רצפים גנומיים של מינים שונים, מערכות לקביעת הגנוטיפ בנפח גבוה אשר שימשו למיפוי וזיהוי של QTLs עבור מספר גדול של תכונות במיוחד עמידות למחלות ואיכות פרי ואפיון אוספים גנטיים. במסגרת פרויקט האיחוד האירופי העוסק בשימור וניצול מקורות גנטיים של גדולי סולניים (G2PSOL), אופיינו גנטית כ 10,000 שושלות פלפל מבנקי גנים שונים ברחבי העולם על ידי סמני GBS. אנליזה זאת אפשרה זיהוי של כפילויות בין בנקי גנים, זיהוי שושלות הטרוגניות, טעויות בשיוך המיני ומבט היסטורי על התפשטות הפלפל ברחבי העולם. כמו כן נבחרו כ 450 שושלות המהוות אוסף ליבה המייצגות את מירב השונות הגנוטיפית במין התרבותי העקרי *C. annuum*. אוסף זה עבר איפיון פנוטיפי מפורט לתכונות של עמידות למחלות, עמידות לעקות אביוטיות, פרופיל מטבולומי, מדדי איכות פרי וזיהוי אזורים בגנום הנמצאים באסוציאציה עם תכונות שונות. עד לאחרונה שימשו מספר קטן של קוים מטיפוס חריף כגנום התייחסות (reference genome) לריצוף גנומי של פלפל. כדי להגדיל את מספר הגנומים ובמיוחד ליצור גנום התייחסות מטיפוס פרי בלוקי מתוק, נערך פרויקט Pan-genome הכולל שבעה גנומים חדשים בשותף חברת NRGENE וקונסורציום של חברות זרעים ומוסדות אקדמים. גנומים אלו יהוו תשתית לפיתוח סמנים גנטיים ברקעים של פרי בלוקי לצרכי סלקציה בתוכניות השבחה וזיהוי שונות מבנית המבדילה בין הגנומים. תשתית גנומית נוספת שפותחה במכון וולקני היא אוכלוסית קוי מחדר של מין בר ברקע של המין התרבותי אשר מופתה על ידי כ 5000 סמני SNP שאפשרו זיהוי של QTL מרכזי לגודל פרי בגנום הפלפל. תשתיות אלו ואחרות מהוות כלי עזר לייעול וקיצור תהליכי ההשבחה של פלפל.

## חיסוני ירקות למחלות וירוס באמצעות עריכה גנומית וביטוי RNA ויראלי, לאן פנינו?

עמית גל-און, דיאנה ליבמן, יולה שניידר, מיכאל קרבציק, באקאלה אבדי, יקטרינה פשקובסקי, רינו קומארי, סורנדר קומאר, מיטל שטרקמן, ודליה וולף

המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני [amitg@volcani.agri.gov.il](mailto:amitg@volcani.agri.gov.il)

מחלות וירוס בירקות גורמות לנזק רב המתבטא באובדן היבול ואיכותו ולכן קיימת חשיבות רבה להקניית עמידות לגידולי הירקות. פיתוח עמידות באמצעות הכלאות גנטיות קלאסיות זכה להצלחות רבות, אלא שהוא מותנה במקורות עמידות טבעיים ופיתוחו נמשך שנים רבות. הידע המצטבר על מערכות החיסון בצמחים כנגד וירוסים והמיפוי הגנטי של מרבית הגידולים החקלאיים הינם פורצי דרך לפיתוח גידולים ביוטכנולוגיים מחוסנים ועמידים לאפידמיה ויראלית. באמצעות שתי מערכות ביוטכנולוגיות האחת עריכה גנומית בה נטרלנו גנים רצסיביים לעמידות, והשנייה ביטוי מקטעי RNA ויראליים, הצלחנו לפתח דלועים וסולנים מחוסנים (immune) ועמידים (resistance) לוורוסים בעלי גנום RNA ו-DNA. יוצגו מחקרים בהם פותחו מלפפונים ומלונים עמידים לוורוסים CGMMV, CVYV ו-ZYMV ועגבניות עמידות לוורוסים TYLCV, PePMV, PVY ו-ToBRFV. גידולים ביוטכנולוגיים אלו הראו עמידות להדבקה מכנית וטבעית ע"י חרקים והתפתחותם הייתה תקינה. ראוי לציין שתכונת העמידות מאופיינת בסמן מולקולרי המאפשר העברתה באופן מהיר לזנים מסחריים. חשוב לציין שגידולים ביוטכנולוגיים אלו אינם מיושמים בחקלאות בשל בעיות רגולטוריות ודחייה ציבורית וזאת למרות היותם ידידותיים לסביבה ובריאים למאכל אדם. יוצגו הסוגיות הבאות: מדוע חיסון גידולים חקלאיים באמצעות RNA עדיין איננו מיושם בעוד חיסון בני-אדם באמצעות mRNA כנגד וירוס RNA כמו הקורונה מיושם בהצלחה.



# שילוב של מבחני אסוציאציה וחיזוי גנומי לזיהוי גנטי של תכונות פנוטיפיות ורכיבי יבול בשומשום

עידן סבאג<sup>1,2</sup>, צבי פלג<sup>1</sup> וגוטה מורוטה<sup>2</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.  
<sup>2</sup>המחלקה למדעי בעלי החיים, המכון הפוליטכני של וירג'יניה ואוניברסיטת המדינה, בלקסבורג, וירג'יניה.

[Idan.sabag@mail.huji.ac.il](mailto:Idan.sabag@mail.huji.ac.il)

השומשום (*Sesamum indicum* L.) הינו צמח דיפלואידי ( $2n=26$ ), חד שנתי, ממשפחת השומשומיים (*Pedaliaceae*), אשר זרעיו משמשים כחומר גלם למגוון רחב של מוצרים בתעשיית המזון, כגון: שמן, טחינה, חלבה וציפוי מאפים. בשנים האחרונות, כחלק ממגמת בריאות עולמית הביקוש לשומשום גובר, אולם למרות חשיבותו הכלכלית והחקלאית הרבה, לא נעשה מחקר חקלאי ומדעי רב בשומשום. במטרה לרתום את השונות הפנוטיפית הרחבה שקיימת בשומשום לאיתור אתרים גנומיים המבקרים תכונות מורפולוגיות ותכונות יבול פותח בעבודה זו אוסף חדש של 185 קווים המייצגים את טווח השונות בשומשום על סמך המוצא האקו-גאוגרפי שלהם. האוסף אופיין גנטית באמצעות ריצוף (Genotype by sequencing), שלאחר אנליזה ביואינפורמטית הניב מעל 90K אתרים פולימורפיים (SNPs) על גבי גנום השומשום. במקביל, אופיין האוסף פנוטיפית בשדה לאורך שתי עונות גידול (2018,2020) לתכונות מורפו-פיסיוולוגיות ורכיבי היבול. אפיון התכונות חשף שונות פנוטיפית רחבה במספר הימים לפריחה, גובה להלקט ראשון, גובה הצמח, מספר סעיפים וכן לרכיבי היבול (יבול לצמח, מספר זרעים לצמח ומשקל אלף). מיפוי אסוציאטיבי (GWAS) של התכונות העלה מספר אתרים גנומיים אשר נמצאים באסוציאציה עם השונות הפנוטיפית שנצפתה בשדה. אתר תכונה כמותי (QTL) מרכזי על קבוצת תאחיזה 2 נמצא מובהק הן לתכונת מספר הימים לפריחה וגם ליבול הסופי. בנוסף, על מנת לבחון את הארכיטקטורה הגנטית של התכונות ברמה הגנומית, נערכה אנליזה של חיזוי גנומי (Genomic prediction) בתוך ובין עונות הגידול השונות. תוצאות מחקר זה מעידות שקיים באוסף קווי השומשום פוטנציאל גנטי המתאים לזיהוי אתרי תכונות כמותיות וחיזוי עתידי של תכונות מורפו-פיסיוולוגיות ורכיבי יבול כבסיס לפיתוח תשתית גנטית לטיפוח השומשום והחדרתו למזרע בישראל.

## הגברת ערכים תזונתיים בחסה באמצעות עריכה גנטית

ירין עקנין<sup>1</sup>, דור אגמון<sup>1</sup>, ילנה יסלסון<sup>2</sup>, ארתור שפר<sup>2</sup>, אלכסנדר ויינשטיין<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>2</sup> המכון למדעי הצמח, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

[yarin.aknin@mail.huji.ac.il](mailto:yarin.aknin@mail.huji.ac.il)

חסה היא ירק מאכל שנחשב למזון בריאות, אך היא דלה יחסית בערכים תזונתיים בהשוואה לירקות עליים אחרים. מערכת CRISPR/Cas מאפשרת לבצע טיפוח מולקולרי מדויק לשיפור תכונות תזונתיות כגון תכולת ויטמינים, קרוטנואידים וסיבים תזונתיים. אנו פיתחנו מערכת יעילה לעריכה גנטית בחסה. בשלב הראשון יצרנו צמחים המבטאים את הנוקלאזה Cas9 באופן קבוע. בשלב השני, הדבקנו אותם בוירוס TRV הנושא gRNA ללוקוס ספציפי, ולאחר רגנרציה התקבלו צמחים מוטנטים. באופן זה ניתן להשתמש ב-TRV-gRNAs מגוונים לקבלת מוטנטים שונים ללא צורך בטרנספורמציה נוספת. יעילות יצירת המוטנטים נבדקה על 8 גני מטרה שונים, בממוצע 37.3 צמחים מוטנטים התקבלו בדור הראשון מתוך 100 אקספלנטים. מערכת זו שימשה לעריכה גנטית של הגנים *LsGGP2* ו-*LsTHIC* במטרה להעלות את רמות הויטמינים C (אסקורבט) ו-B<sub>1</sub> (תיאמין). אסקורבט הוא ויטמין חיוני לבריאות האדם המשמש כנוגד-חמצון. באזור ה-5'UTR של הגן *LsGGP2*, אנזים מפתח בביוסינתזת אסקורבט, קיימת מסגרת קריאה קצרה ושמורה שככל הנראה מעורבת במנגנון משוב שלילי המבקר את הצטברות האסקורבט. יצרנו ארבעה קווי חסה בעלי מוטציית frameshift באזור השמור. צמחים אלו צברו עד פי 4 יותר ויטמין C מאשר צמחי הביקורת. תיאמין הוא קו-פקטור הכרחי לנשימה התאית. באזור ה-3'UTR של הגן *LsTHIC*, אנזים המופיע בתחילת מסלול סינתזת תיאמין, קיים riboswitch המבצע בקרה לאחר-שיעתוק על רמות האנזים באמצעות מנגנון alternative splicing. בריכוזים נמוכים של תיאמין נוצר תעתיק יציב שמתורגם לאנזים, אך בריכוזים גבוהים יש עדיפות ליצירת תעתיק שאינו יציב. ב-3 קווים מוטנטים, נצפתה עליה של עד פי 4 ביחס בין התעתיק היציב לתעתיק הלא-יציב לעומת צמחי הביקורת. ההשפעה על הצטברות התיאמין נמדדת כעת ותוצג בכנס.

# הפעלת מסלול חלופי למטבוליזם של סוכרוז מובילה לעמידות מוגברת לעקות אביוטיות בצמח תפוח אדמה

פאולה טפר-במנולקר<sup>1</sup>, מרינה רויטמן<sup>2</sup> ודני אשל<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ראשון לציון.

<sup>2</sup>. החוג למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, רחובות.

פאולה טפר במנולקר - [paula@agri.gov.il](mailto:paula@agri.gov.il)

צמחים פיתחו אסטרטגיות המשלבות שימוש בנוגדי חימצון והגנה אוסמוטית להתמודדות עם עקות אביוטיות. כך לדוגמא, חשיפת פקעת תפוח אדמה לקור מובילה לעליה בריכוז הסוכרים המסיסים כתוצאה מפרוק עמילן, סינתזת סוכרוז ופירוקו לסוכרים מחזרים. בתהליך המתקנה זה יש לתוצרי הגן *Vacuolar acid invertase (StVInv)* תפקיד חשוב בפרוק הסוכרוז להקסוז והעלאת הריכוז האוסמוטי בפרנכימת הפקעת. למציאת מסלולים נוספים או חלופיים להתמודדות עם עקת קור יצרנו פקעות בהן ביטוי הגן מושתק, תוך שימוש ב-CRISPR/Cas9 בצמחים טרנסגניים ובטרנספורמציה חולפת של פרוטופלסטים מבודדים, בדנים דדירה וברוק, בהתאמה. אנליזה סוכרית הראתה כי הפקעות המוטנטיות אינן ממתיקות במהלך האחסון בקור ושומרות על פעילות נמוכה של האנזים אינברטאז. להפתעתנו, הפקעות המוטנטיות הראו פחות חמצון של ליפידים ורמות נמוכות יותר של  $H_2O_2$  בתגובה לעקת קור. אנליזה טרנסקריפטומית של פרנכימת הפקעות המוטנטיות הראתה עליה בביטוי של גנים המקודדים למעכבי חימצון והגברה של מסלול הגלקטינול. תוצאות אלו, מעלות את חשיבותו של מסלול הגלקטינול כמסלול ביוכימי חלופי המוביל לדטוקסיפיקציה של ROS וסבילות לעקת קור; מסלול זה יכול להוות מטרה בהשבחת צמחים לעמידות לעקות אביוטיות.

## יישום ידע מולקולרי וגנטי ממסלולים ביוכימיים שונים להעלאת היבול של שקד

עיריית בר יעקב, רותם הראל בדה, כאמל חטיב, טלי טריינין, תמר שמר, דורון הולנד

נווה יער, מנהל המחקר החקלאי [vhhollan@agri.gov.il](mailto:vhhollan@agri.gov.il)

גידול אינטנסיבי של שקד כרוך בדישון, השקיה וטיפול מתמשך בעצים ומצריך השקעה רבה של משאבים כלכליים. כדי לפצות על העלויות הגבוהות ולשמר את הרווחיות יש צורך להעלות משמעותית את היבול. נושא העלאת היבול בעצי פרי נשירים הוא מורכב כיוון שהוא כולל מעורבות אפשרית של הרבה גורמים פיזיולוגיים ואקלימיים שהקשר ביניהם לא בהכרח ברור מאליו. בהרצאה זו אתמקד בשלוש דוגמאות לתהליכים פיזיולוגיים בשקד אשר בהם טיפלו ברמה הגנטית בכדי להעלות את יבול השקד. דוגמאות אלו כוללות: א. תכונת אי ההתאם העצמי. התכונה מצריכה שימוש במפרים זרים ונדרש תיאום גבוה בגנטיקה ובמועד הפריחה בין המפרים והזן המסחרי בכדי להגיע ליבול טוב. שיבוש קטן במערך המורכב הזה על ידי גורמים אקלימיים יכול לגרום לאובדן יבול מוחלט. ב. פיתוח עמידות טבעית למזיקים. שני מזיקי מפתח בשקד: עש החרוב וצרעת השקד עלולים להשמיד את היבול ללא טיפול מתאים. היכולת להתמודד עם המזיקים הללו פחתה מאוד בשנים האחרונות בעקבות הצמצום והשינוי בחומרי הדברה יעילים. ג. שיפור ומניפולציה של משק האנרגיה וחומרי התשמורת של הצמח במהלך התרדמה וההתעוררות. העבודה שנעשתה כללה השבחה ופיתוח של סמנים גנטיים לכל אחד משלושת המרכיבים הנ"ל. עד כה יצרנו זנים בעלי פוריות עצמית וגם עם עמידות לצרעת השקד ולעש החרוב ואנו עובדים כעת לשלב גם את היכולת של ניצול אנרגטי יעיל תוך שימוש בסמנים גנטיים לכל אחת מהתכונות. ממצאים מעבודת השטח מראים ששימוש בזנים תוצרי השבחה מקומית בעלי הפריה עצמית מעלים משמעותית את היבולים. ממצאים ראשוניים במכלואים עם שינויים בתכונת הניצול האנרגטי מראים השפעה מובהקת של התכונה על היבול.

## שיפור טעם בעגבנייה: מהמעבדה למדף

ארי שפר, מרינה פטריקוב, ילנה יסלסון, מיכל קוממי-מוי, שמואל שן, שחר כהן, משה בר, נעה רוני,

מחלקה לחקר ירקות, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני  
חברת ברידקס

טעם העגבניה מושפע בעיקר מהמרכיבים של סוכרים, חומצות וחומרים נדיפים. בהרצאה זו נסקור את השונות הגנטית לבקרה של המסלולים המטבוליים האחראים להצטברות מרכיבים אלו, ואת השימוש בשונות זו לטיפוח זנים בעלי טעם משופר.

## מחקר להבנת תהליכי נשירת חנטים טבעית בתפוח והאמצעים לדילול כימי יעיל במטע שפוחחו באמצעותו

מיכל אקרמן-לברט<sup>1,2</sup>, פטריסיה פרסנילו<sup>2</sup>, אמיר קנדליק<sup>2</sup>, יפית סוגס<sup>2</sup>, הקטור-אנטון קנדלה<sup>3</sup>, עומר קראין<sup>1</sup>, אלון סמך<sup>2</sup>

מו"פ צפון- מיג"ל<sup>1</sup>; המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה

העברית Miguel Hernández University of Elche, Spain<sup>2,3</sup>

[MichalAckerman55@gmail.com](mailto:MichalAckerman55@gmail.com)

בעצי פרי רבים, לא כל החנטים שנוצרים בעקבות הפרייה ממשיכים להתפתח עד הבשלה. נשירת חלק מהחנטים הוא תהליך טבעי בעצים, אך מהווה לעיתים בעיה חקלאית. במקרים מסוימים (אבוקדו), מידת הנשירה גבוהה מדי, ובמקרים אחרים (תפוח) מידת הנשירה הטבעית אינה מספקת. בהעדר טיפולי דילול נוספים, עצי התפוח יניבו פירות קטנים, לא מסחריים ויכנסו לסירוגיות קשה. דילול ידני דורש ימי עבודה רבים ודילול כימי לעיתים אינו יעיל ולעיתים יעיל מדי וגורם לנשירת יתר ואבדן יבול. הסיבה לכך היא שבחלון הזמן בו דילול כימי יעיל, עוד לא ברור לחקלאי היקף הנשירה הטבעית במטע הספציפי שלו. בנוסף, בזנים מסוימים טרם נמצא חומר יעיל לדילול כימי. בעבודה זו בחרנו לחקור את תהליך הנשירה הטבעית של חנטי תפוח תוך השוואה בין שני זנים, אחד עם נשירה בינונית (זהוב) ואחד עם נשירה מועטה (אריאן). בתפוח התפוח, המכילה 5-6 פרחים, קיימת היררכיה בה הפרח האחרון לחנוט בתוך התפוח (מכונה חנט 1L) הוא בעל הסיכויים הגבוהים ביותר לנשור. לעומת זאת, ללא חנטים שכנים בתפוח, סיכוייו של חנט ה-1L לנשור נמוכים. במניפולציות שונות, זיהינו את המועד בו מתרחש בחנט השלב הבלתי הפיך לקראת נשירה, הרבה לפני שחלו בו שינויים ניכרים לעין. בחנו את השינויים הגלובליים בביטוי גנים במועד זה בחנטים שעתיים לנשור ובחנטים שעתיים לשרוד. מהמידע שהצטבר, אנו בשלבי פיתוח של כלי דיאגנוסטי לחיזוי מידת הנשירה הטבעית בעצי תפוח. בנוסף, ניתוח הנתונים חשף אירועים מולקולריים מוקדמים המתרחשים בחנט שעתיים לנשור, ובעזרת מידע זה פיתחנו רעיון לשילוב שני חומרים לקבלת דילול כימי יעיל בזן בו היה חסר פרוטוקול כימי יעיל לדילול.

# הארה תוך-נופית בשעות היום או בשולי היום משפרת את החנטה בפלפל בתנאי גידול פסיביים בחורף

יצחק קמארה<sup>1</sup>, קירה רטנר<sup>1</sup>, ויווקאנאנד טיווארי<sup>1</sup>, יאיר מני<sup>1</sup>, ויקטור לוקיינוב<sup>2</sup>, זיוה גלעד<sup>3</sup>, מאיר אחיעם<sup>3</sup>, איציק אסקירה<sup>4</sup> ודנה חרובי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup>המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>מ"פ בקעת הירדן

<sup>4</sup>מכללת תל חי

[itzahk@volcani.agri.gov.il](mailto:itzahk@volcani.agri.gov.il)

מקובל לחשוב כי בישראל קרינה אינה גורם מגביל בחקלאות. אולם עבור גידולים שונים, כתלות בעונת השנה, שיטת הגידול ו/או מיקומם הגיאוגרפי, ההיפך הוא הנכון. בבקעת הירדן, הפלפל החורפי נשתל בערוגות של דו-שורה בהדליה ספרדית, כאשר רוב העונה הנוף הפנימי בין השורות סובל ממחסור באור. במחקר קודם מצאנו כי תוספת של תאורת לד תוך-נופית במרכז הערוגות במקביל לשעות אור היום, אשר מאפשרת הטמעה גם בחלקי הנוף הפנימיים, מעלה את היבול האביבי בכ- 30%. במחקר עליו נדווח כאן, הנערך בעונת הגידול 2019-2020 בבקעת הירדן, עקבנו אחר השפעתם של שני משטרי תאורה תוך-נופית על מספר החנטים והישרדותם לאורך העונה. המשטר האחד ניתן במקביל לשעות האור היומיות ואילו השני ניתן בשולי שעות האור היומיות. ממצאי מחקרנו הראו ראשית כי בערוגות שהוארו מלאכותית, ללא תלות בזמן מתן התאורה, הייתה עליה במספר החנטים ובשרידותם בחורף. בנוסף, מצאנו כי השורות במפנה המערבי שהוארו תרמו יותר לעליה ביבול לעומת השורות הפונות מזרחה של אותן הערוגות. ניתן להציע כי השינוי נבע מאינטגרל הקרינה היומי (DLI) השונה בין שני המפנים, כפי שנמדד במהלך עונת הגידול. סך הקרינה אליה נחשפו צמחי המפנה המערבי במהלך שעות אחר הצהריים היו גבוהות מאלו שאליהן נחשפו צמחי המפנה המזרחי בשעות הבוקר. דבר זה, יחד עם ההבדל בטמפרטורת הנוף בין שני המפנים, מוביל לשונות בפעילות הפוטוסינתטית לאורך היום בין המפנים. אישוש נוסף לסברה זו ניתן למצוא במדדי משקל הצמח ובגובהו: צמחי המפנה המערבי היו גבוהים וכבדים יותר מצמחי המפנה המזרחי. לתוצאותינו השלכות חשובות בהקשר לשימוש בתאורה תוך-נופית בחורף, ולייעולה כפוטנציאל יישומי להגדלת יבול בתנאי גידול משתנים.

# השפעת עומס פרי על אינדוקציה לפריחה

<sup>1,2</sup>דור חיים<sup>1</sup>, אבי צדקה

<sup>1</sup>המחלקה לעצי פרי, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני  
<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים

[Dor@volcani.agri.gov.il](mailto:Dor@volcani.agri.gov.il)

תופעת הסירוגיות בעצי פרי גורמת לתנודות עונתיות ביבולים, לרוב במחזוריות דו שנתית, כאשר שנת 'שפע' עוקבת שנת 'שפל'. מדובר בבעיה חקלאית הפוגעת ברווחיות הרב-שנתית של הגידול. בעצי פרי סובטרופיים שונים, כמו זית והדרים, האינדוקציה לפריחה חלה בחודשי החורף, כתגובה לצבירת מנות קור, והיא מתרחשת לעיתים במקביל לנוכחות פרי על העץ, מה שמגביר סירוגיות בזנים שונים. מקובל לחשוב כי עומס הפרי גורם להיווצרות סיגנל המונע את האינדוקציה לפריחה. לפיכך, הסרת פרי לפני תקופת האינדוקציה, מאפשרת לעצים לפרוח בעונה הבאה, מה שמצביע על קשר בין נוכחות פרי על הענף לבין עיכוב הפריחה. במחקר קודם במעבדתנו, נמצא כי הסרת פרי בחודשי הקיץ מעצי מורקוט, מנדרינה סירוגית, הביאה לירידה מידית ברמת ההורמון אוקסין בפקעים המצויים על הענף, וכן לשינויים בביטוי גנים הקשורים לטרנספורט פולארי של אוקסין (Polar Auxin Transport, PAT). לאור ממצאים אלו, הוצע כי נוכחות פרי גורמת לזרם משמעותי של אוקסין בענף, המונע את שחרור ההורמון מהפקעים, ובכך מעביר את סיגנל עומס הפרי אל הפקע, ומונע פריחה. במחקר הנוכחי אוששה השערה זו בהדרים ובזית ע"י שימוש באוקסין מסומן רדיואקטיבית. בשני המינים, נוכחות הפרי מייצרת PAT משמעותי בענף מכיוונו, ללא קשר למיקומו (בזאלי או אפיקלי) ביחס לפקעים הלטרליים, והסרת הפרי מביאה לירידה ב-PAT בענף, ולשחרור אוקסין מהפקעים. מציאנו בהדרים כי ההפחתה ברמת האוקסין בפקעים, בעקבות הסרת הפרי, נשמרה גם בחודשי החורף. נמצא גם כי טיפול אוקסין על פקעי עצי 'שפל', בתקופת האינדוקציה לפריחה, הביא לירידה במספר הפרחים לענף. במסגרת המחקר, אנו מנסים לקשור בין סיגנל האוקסין בפקע לבין עיכוב פריחה בפועל.



## השראת פריחה וחנטה יעילה במנגו ליצירת פרי איכותי מחוץ לעונה

שחם מגדיש<sup>1,2</sup>, דפנה הררי<sup>3</sup>, טוביה סטריקר<sup>3</sup>, אבינש צ'נדרה ראי<sup>1</sup>, דודי קדוש<sup>3</sup>, שלומי וקרטי<sup>3</sup>, שי צעדי<sup>1</sup>, מזל איש-שלום<sup>1</sup>, ורד יריחמוביץ, <sup>1</sup>יובל כהן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה למדעי עצי פרי, המכון למדעי הצמח, מרכז וולקני .

<sup>2</sup>. הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים.

<sup>3</sup>. מ"פ ערבה תיכונה וצפונית

(shmsh789@gmail.com)

גידול המנגו בישראל נאמד על כ-25,000 דונם המרוכזים בבקעת כנרות ובעמקים הצפוניים. בערבה מנגו מגודל בהיקפים של מאות דונמים בודדים. עונת ההבשלה של המנגו הינה בין יולי לאוקטובר והארכת העונה לחודשי האביב בערבה תאפשר את הגדלת הענף בישראל. המנגו גדל באזורים טרופיים וסובטרופיים. באזורים סובטרופיים כמו ישראל, החורף הקר מביא להפסקת הצימוח ולהשראת הפריחה. באזורים טרופיים שוררים תנאי טמפרטורה גבוהים לאורך כל השנה, המביאים להתמיינות לא יעילה לפריחה, להנבה לא סדירה וליבולים נמוכים. באזורים אלו משתמשים בפרוטוקולים להשראת פריחה, בשימוש במוסתי צמיחה או בהצמאה. מטרת המחקר היא פיתוח פרוטוקול לשימוש במעכבי סינתזת ג'יברלין או בהצמאה בקיץ, לעצירת הצימוח הווגטיבי ולהשראת פריחה בחורף. שני הטיפולים שבוצעו בדן 'שלי' הביאו להתמיינות פקעים רפרודוקטיביים ולפריחה מוקדמת, בהשוואה לתנאי ביקורת. אנליזות RT-PCR הדגימו כי טיפול מעכב הג'יברלין, גרר עלייה מוקדמת ברמת ביטוי של *MiFT1*, המקודד לפלורוגן, בעלים. עם ירידת הטמפרטורות בתחילת הסתיו, נצפתה במקביל ירידה ברמת הביטוי של הגנים *MitFL1-1* ו-*MitFL1-2*, המעורבים בדיכוי הפריחה, בפקעים. כאשר טיפול מעכב הגיברלין, גרם לירידה מוקדמת בביטוי *MitFL1-1*. לבסוף, בזנים שונים התקבלה הצלחה שונה במידת הקדמת הפריחה בעקבות השימוש במוסתי הצימוח. בניסוי בתנאים מבוקרים נמצא שטמפרטורות מינימום נמוכות במהלך החורף מעודדות את הפריחה ואילו טמפרטורות מינימום גבוהות מעכבות את יצירת התפרחות. בשלב התפתחות החנטים, טמפרטורה גבוהה תרמה לזירוז קצב התפתחות הפרי ולקבלת פרי מוקדם. התוצאות מצביעות על אפשרות ליצירת מנגו איכותי בערבה מחוץ לעונה, בחודשי האביב. לגנוטיפ (זן המנגו) ולתנאי הסביבה יש השפעה ניכרת על ההיענות להתמיינות לפריחה מחוץ לעונה. הבנת המעורבות של גורמים אלה ותזמון הטיפול חשובים כדי להפוך גישה זו של השראת פריחה לפרוטוקול מסחרי יעיל.

# אפשרות גנטית חדשה להארכת חיי מדף בעגבנייה על ידי מוטציה בגן *SIICDH1* המעורב בהבשלה הקלימקטרית

<sup>1,2,3</sup>עמית אסייג<sup>1,2</sup>, תומר לינדמן<sup>1,2</sup>, תום שלומוביץ<sup>1,2</sup>, דני גמרסני<sup>1,2</sup>, אמיר רז<sup>1,2</sup>, מרטין גולדווי

<sup>1</sup>המחלקה למדעי הצמח, מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל והמחלקה לביוטכנולוגיה, <sup>2</sup>המכללה האקדמית תל חי

<sup>3</sup>הפקולטה לחקלאות האוניברסיטה העברית

[assiag6@gmail.com](mailto:assiag6@gmail.com)

בפירות הוגדרו שני סוגי הבשלה: קלימקטרי ולא קלימקטרי. הבשלה קלימקטרית מתאפיינת בהגברה בקצב הנשימה המלווה בייצור מוגבר של אתילן, בעוד שבהבשלה לא קלימקטרית קצב הנשימה וייצור האתילן נותרים נמוכים. עגבנייה, תפוח, בננה ואבוקדו הינם דוגמאות לפירות קלימקטרים, בעוד פירות הדר, רימון ותותים אינם קלימקטרים. הקשר בין נשימה וייצור אתילן במהלך ההבשלה הקלימקטרית מתועד היטב אך אינו מובן במלואו. במחקר קודם במעבדתנו נסרקו רמות הביטוי של 10,000 גנים בעגבנייה במצבי הבשלה שונים לאחר שטופלו במעכב לאתילן, (1-MCP-1 methylcyclopropene). הגן *SIICDH1* המקודד לאנזים ISOCITRATE DEHYDROGENASE בלט מבין הגנים המעורבים בנשימה, בכך שהיה היחיד שרמות הביטוי שלו, בתגובה ל-MCP-1, עוכבו בכל מצבי ההבשלה שנבדקו. הפחתה זו מצביעה על האפשרות שאתילן מבקר את ביטוי *SIICDH1*. ISOCITRATE DEHYDROGENASE מקטלז את הדה-קרבוקסילציה החמצונית של Isocitrate ל-oxoglutarate-2 במדורים שונים של התא, ביניהם מיטוכונדריה (כחלק ממעגל ה-TCA), ציטודול וכלורופלסט. באמצעות CRISPR יצרנו עגבנייה בעלת מוטציית פסק ב-*SIICDH1* ובנוסף באמצעות החדרת גן תקין של *SIICDH1* תחת הבקרה של הפרומוטור S35 יצרנו עגבנייה שבה *SIICDH1* התבטא בייתר. בצמחי *slidh1* נמצאו ירידה בנשימה ובייצור אתילן, עיכוב בהבשלה והארכת חיי המדף של הפרי, ללא שינוי פיזיולוגי בצמח. לעומת זאת, בצמחי עגבנייה בהם *SIICDH1* בוטא ביתר, נצפו הקדמה בשיא ייצור האתילן בפרי וקיצור אורך המפרקים בצמח ללא שינוי ניכר בנשימה. ממצאים אלו מציעים לראשונה קשר ברמה המולקולארית בין רמת הנשימה לייצור אתילן במהלך השלב הקלימקטרי של הבשלת הפרי, המתווך על ידי האנזים *SIICDH1* הציטודולי. מוטציה ב-*SIICDH1* עשויה לשמש להארכת חיי מדף בעגבניות ואף בפירות אחרים ואילו ביטוי בייתר של *SIICDH1* עשוי לשמש להקדמת ההבשלה.

# מדידה וניטור גיאו-חשמליים של תת הקרקע

אלכס פורמן

הנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון ([afurman@technion.ac.il](mailto:afurman@technion.ac.il))

אפיון ניטור תת הקרקע הינו בעל משמעויות נרחבות בתחומים סביבתיים וחקלאיים. עם זאת, מרבית שיטות המדידה הקלאסיות, הגם שבחלקן הינן מאד מדוייקות ומאפשרות מדידה ברזולוציית זמן גבוהה, סובלות ממספר מגבלות. שיטות אלו הן לרוב חודרניות והרסניות, ולעיתים קרובות מסורבלות מאד, בעיקר כאשר יש צורך באפיון כימי או ביולוגי של תת הקרקע. בנוסף, מרבית השיטות הקיימות הן נקודתיות, כלומר מודדות מדגם קטן מאד (מאות סמ"ק), ולכן נדרשת אינטרפולציה בין מדידות בסביבה שידוע היטב כי היא מאד הטרוגנית. שיטות גיאופיזיות, ובעיקר שיטות גיאו-חשמליות, מנסות לתת מענה לחלק מהבעיות הנזכרות מעל. בשיטות אלו מדידה של תכונות חשמליות של תת הקרקע משמשות להבנה של תכונות ומצב מערכת הקרקע או המערכת ההידרולוגית. בהרצאה נסקור חלק מהשיטות הקיימות (בעיקר שיטות זרם ישר ושיטות פולריציה חשמלית), נבחן את יתרונותיהן וחסרונותיהן, ונדגים מספר מקרים בהם יושמו השיטות בארץ (בית שורשים, פרדס, בריכות ההחדרה של השפד"ן ועוד).

# שיפור ממשק ההדשיה בעזרת ניטור רציף המשולב עם מידול של בית השורשים

נפתלי לזרוביץ

המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים ע"ש שוחרי צרפת, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

בשנים אחרונות חלה התקדמות אדירה בהפיכת המידע הנצבר בעזרת חיישנים הממוקמים בקרקע לזמין כמעט באופן מיידי. העברת הנתונים ישירות לענן והצגתם בפני חוקרים, מקבלי החלטות וחקלאים מסייעת בקביעה מיטבית של תזמון, כמות והרכב ההדשיה. ישנה התפתחות מתמדת בהפחתת החסמים הטכנולוגיים והכלכליים לצורך שימוש יעיל ואמין של חיישנים המנטרים באופן רציף את המערכת ההטרוגנית והדינמית של בית השורשים. למרות זאת, עדיין קיימות המון שאלות פתוחות הקשורות לקביעת מבנה ומיקום החיישנים, לאלגוריתם המיטבי אשר בעזרתו יקבע הממשק או לדרך בה משלבים שיטות חישה שונות כדי לקבל החלטה מיטבית. פיתוח חיישנים נעשה בדרך כלל בעזרת ניסויים *in situ*. ניסויים אלו הינם, מורכבים, יקרים ובסופו של דבר גורמים לזמן פיתוח ארוך. שימוש במודלים ספרתיים עשוי לאפשר את האצת הפיתוח של שיטות החישה ואת בחירת האלגוריתם המיטבי. מודלים ספרתיים משמשים ככלי מחקרי להבנה, כימות וחיזוי של תופעות ותהליכים במערכת קרקע-צמח-אטמוספירה ולתכנון וניהול משאבי מים ואיכותם, כולל השקיה, ניקוז, ניהול מפלסי מי תהום וכדומה. למרות מורכבותם השימוש במודלים הספרתיים הולך וגובר הודות להבנה טובה יותר של תהליכי זרימת מים והסעת מומסים, לפיתוח ושיפור שיטות מתמטיות לפתרון משוואות ולפיתוחם המואץ של מחשבים המסוגלים לחשב תהליכים שונים בו זמנית במרווחי זמן ומרחב קטנים. המצגת תסקור שלוש שיטות חישה ותציג שילוב של מודלים הפותרים את מצב המים ואת ריכוז חומרי הדשן בבית השורשים. השיטות שיסקרו הן: א. טנסיומטר למדידת העומד המטריצי של הקרקע ב. משאב תמיסת קרקע לחישת ריכוז חומרי הדשן וג. מיניריזוטרון להערכת מבנה מערכת השורשים. אין ספק כי לקביעת מנת ההדשיה המיטבית נדרשת גישה רב-תחומית הלוקחת בחשבון את המאפיינים הפיזיקליים, הכימיים והביולוגיים של בית השורשים. השילוב בין מדידות רציפות ומודלים ספרתיים עשוי לשפר את קבלת ההחלטות בנוגע ליישום תשומות ובכך לתרום ליעול השימוש במים וחומרי הדשן תוך הגדלת הרווח הכלכלי והפחתת ההשפעות הסביבתיות.

# חיזוי וניטור של מרכיבי חומר אורגני מומס ממדידות ספקטרה תת-אדום של קרקע מוצקה

מיכאל בוריסובר<sup>1</sup>, אלה נסונובה<sup>1</sup>, אושרי רינות<sup>1</sup>, גיל אשל<sup>2</sup>, גיא לוי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup>תחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות

[vwmichel@volcani.agri.gov.il](mailto:vwmichel@volcani.agri.gov.il)

חומר אורגני מומס המתקבל במיצוי מימי (חא"מ) הינו מרכיב לאבילי מרכזי בחומר האורגני שבקרקע. מכאן, חיזוי וניטור של ריכוז החא"מ והרכבו הוא בעל חשיבות בקרקעות חקלאיות. מטרת המחקר הייתה למדל את ריכוז הפחמן האורגני המומס (פא"מ) ותכונות נוספות של חא"מ בעזרת ספקטרה תת-אדום של קרקע מוצקה בשילוב עם רגרסיה חלקית של ריבועים פחותים (partial least square [PLS] regression). מדדנו ריכוז פא"מ, בליעת UV באורך גל 254 nm ( $Abs_{254}$ ) שהיא מדד לנוכחות של תרכובות ארומטיות, ומדדי ריכוז של רכיבים פלואורסנטיים במיצוי מימי של קרקע. בנוסף, נורמלו ערכי ה- $Abs_{254}$  ומדדי ריכוז של הרכיבים הפלואורסנטיים ביחס לריכוז הפא"מ, לאפיון ההרכב של חא"מ. בדיקות אלו ומדידת ספקטרה תת אדום נעשו ב 216 דוגמאות קרקע שנדגמו בסתיו ובאביב בשני אזורים אקלימיים בישראל (ים תיכוני וצחיח למחצה), משדות תחת שימושי קרקע שונים (גידולי שדה, מטעים, קרקע בור), ומשני עומקים שונים (0-10 ו 30-60 ס"מ). למידול של ריכוז פא"מ הייתה הצלחה חלקית. מאידך, למידול של  $Abs_{254}$  ושל רכיבים פלואורסנטיים של חומרים הומיים הייתה הצלחה רבה שמקורה כנראה בכך שמרכיבים ארומטיים ופלואורסנטיים בחא"מ מיוצגים טוב יותר בספקטרה תת-אדום של קרקעות מאשר רכיבים אליפתיים. מידול של בליעה מנורמלת לריכוז פא"מ (בליעה ספציפית,  $SUVA=$ specific UV absorbance) היה פחות מוצלח ממידול של  $Abs_{254}$  בלבד. גם מידול של ריכוזי הרכיבים הפלואורסנטיים שנורמלו ביחס לפא"מ (אנלוגי ל SUVA במונחי ספקטרוסקופיה פלואורסנטית) לא היה מוצלח. ההבדל ביכולת המידול של רכיבים במיצוי המימי (ריכוזי מרכיבים פלואורסנטיים ו  $Abs_{254}$ ) בהשוואה ליכולת המידול של אותם רכיבים מנורמלים ביחס לפא"מ, מצביעה על כך שניתן למדל בעזרת רגרסיית PLS של ספקטרה תת אדום של קרקע מוצקה בצורה טובה יותר את ריכוז המרכיבים הארומטיים (פלואורסנטיים) במיצוי קרקע מימי מאשר את הרכב החא"מ.

## השלכות איכות מי ההשקיה על הפרוס המרחבי והעיתי של תכולת הרטיבות בבית השורשים-בעיות ובחינת פתרונות

רוני וולך

המחלקה למדעי הקרקע והמים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש ר. סמית  
([rony.wallach@mail.huji.ac.il](mailto:rony.wallach@mail.huji.ac.il))

לאיכות מי ההשקיה השפעה מכרעת על חידור המים לקרקע ופיזורן העיתי והמרחבי בפרופיל הקרקע במהלך הרטבת הקרקע והניקוד העוקב. פירוס מרחבי לא אחיד של המים והכימיקלים המומסים בהם (הדשייה) מקטין את זמינותם לשורשים ומשפיע על ביצועי הצמח, יחד עם הגברת שטיפתם אל מחוץ לבית השורשים. לכך השלכות אגרונומיות, סביבתיות וכלכליות. הצעד הראשון בהתמודדות עם התופעה הוא אומדן הבעיה עבור איכויות מים שונות באמצעות מדידות מופרות ולא מופרת בתדירות גבוהה של הפירוס המרחבי והעיתי של תכולת המים בבית השורשים. נדגים את שיטת המדידה הלא מופרת (ERT) והתוצאות המתקבלות על ידי שימוש בשיטה זו עבור איכויות מים שונות. בהמשך ננתח את התוצאות על בסיס התכונות הפיזיקליות של הקרקע, בדגש על דרגת נרטבותה (wettability), ולבסוף נבחן פתרונות שונים לטיוב הקרקע, המתבססים על הקטנת השונות המרחבית של תכולת הרטיבות בבית השורשים. נציג תוצאות של מדידות שבוצעו עבור שיטות הטיוב השונות תוך השוואה למדידות עבור קרקע לא מטוייבת, ונדון בהן.

# פיתוח שיטות מתקדמות לאיפיון השפעת הפרשות שורש על מבנה הקרקע בסקאלה המיקרונית

איתמר אסא<sup>1</sup>, מעוז דור<sup>2</sup>, פרופ' יעל מישאל<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>. המחלקה לקרקע ומים, הפקולטה למדעי החקלאות, האוניברסיטה העברית.

[itamar.assa@mail.huji.ac.il](mailto:itamar.assa@mail.huji.ac.il)

מבנה הקרקע הינו בעל חשיבות מכרעת הן מנקודת המבט החקלאית והן מנקודת המבט הסביבתית, לדוגמא: סחף קרקע, גורל מזהמים, התפתחות שורשים, קיבוע פחמן ועוד. ההגדרה של מבנה הקרקע מתייחסת לאריזה וליציבות של המבנה תוך התייחסות לתהליכים פיזיקליים, כימיים וביולוגיים. האריזה הינה סידור החלקיקים המוצקים לכדי מערכת תלכידים. יציבות המבנה נקבעת על פי היכולת לשמר את האריזה לאחר חשיפה למאמץ. מחקר זה שואף להבין בצורה כמותית את ההשפעה של הפרשות שורשים, מוצילג, על מבנה הקרקע: השינוי באריזת הקרקע וביציבות. בכדי להגיע להבנה כמותית של מבנה הקרקע בסקאלת המיקרון, פיתחנו שיטות מתקדמות לעיבוד נתונים וניתוח תמונה. על מנת לבחון את השינויים ביציבות הקרקע פיתנו מדד עמידות תלכידים המבוסס על מדידות גרנולומטריית לייזר. על מנת לבחון את השינויים באריזת הקרקע השתמשנו במיקרוסקופ אלקטרוניים ומיקרו-CT. כצפוי, בעקבות הוספת מוצילג עלתה יציבות הקרקע בשלוש הקרקעות שנבחנו, חרסיתית (42%~), לסית (200%~) וחולית (32%~), כשהעליה במידת היציבות היתה המשמעותית ביותר בקרקע הלסית. כמו כן, נמדדה (במיקרו-CT) עלייה בגודל התלכידים עבור שלוש הקרקעות כשהעלייה מובהקת בעיקר עבור הקרקע הלסית. מתוך מדידת השינוי בהתפלגות גודל החלקיקים (מיקרוסקופ אלקטרוניים) התקבלה עלייה מובהקת בגודל התלכידים בשלוש הקרקעות, חרסיתית (26%~), לסית (21%~), חולית (10%~), כשבקרקע הלסית והחרסיתית ישנה עליה בתלכידים הגדולים מ-30 מיקרון ועבור הקרקע החולית העלייה הינה בתלכידים הגדולים מ-120 מיקרון. בנוסף, נמצא שהוספת מוצילג מיתנה את השפעתם של מחזורי הרטבה וייבוש המרווחים את הקרקע.

## ניתוח עקומי פריצה, תהליכי חילוף יונים וספיחה בסביבה נקבובית באמצעות כלים גיא-חשמליים

שני בן משה<sup>1</sup>, אלכס פורמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup> הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל  
(Benmoshe.shany@gmail.com)

עקומי פריצה הם כלי חשוב לניתוח איכותי וכמותי של דפוסי תנועת מומסים בסביבות נקבוביות. על אף שניסויי פריצה הם פשוטים לתפעול, הם דורשים איסוף דוגמאות תכוף וכן אנליזה כימית של הצורונים במי הנקבובים. בעבודה זו נעשה שימוש בשיטת הקיטוב המושרה לשם ניטור דפוסי תנועת מומסים וחילוף יונים בפרופילי קרקע הומוגניים והטרורגניים. עמודות הקרקע הובאו לשיווי משקל עם תמיסת רקע של NaCl ולאחר מכן שטף קבוע של  $\text{CaCl}_2$  או  $\text{ZnCl}_2$  הוזרם לעמודה באופן רציף. המערכות הניסוייות נוטרו על ידי מערכת קיטוב מושרה ודוגמאות מים נאספו לצורך ניתוח הרכבן הכימי. תוצאות הניסויים אישרו כי שיטת הקיטוב המושרה רגישה לשינויים בהרכב מי הנקבובים, תהליכי חילוף יונים והטרורגניות פרופיל הקרקע: החלק הממשי של המוליכות החשמלית ניבא בהצלחה את התקדמות היונים הריאקטיביים (כדוגמת  $\text{Ca}^{2+}$ ) והלא-ריאקטיביים (כדוגמת  $\text{Cl}^-$ ). שילוב של נתוני המוליכות הממשית עם מודל הסעת מומסים נומרי חזה בהצלחה את ריכוזי המומסים השונים ביציאה מהעמודה וערכי הקבועים הרלוונטים חולצו בתהליך כיוול המודל. החלק המדומה של המוליכות החשמלית הגיב לשינוי בניידות של היונים בשכבה החשמלית הכפולה של חלקיקי הקרקע והצביע על תחילתו וסיומו של תהליך חילוף היונים במערכת. שני חלקי המוליכות החשמלית (הממשי והמדומה) הגיבו לנוכחות שכבת קרקע במרקם גס בפרופיל הקרקע ההטרורגני. הפוטנציאל של שימוש בשיטות חשמליות לניטור תהליכים בסביבות נקבוביות נמתח מעבר לניטור תהליכי חילוף יונים פשוטים. שימוש בשיטות חשמליות בחקר בעיות מורכבות כגון גורל מתכות בקרקע, התקדמות ננו-חלקיקים בסביבה טבעית וניטור ספיחה בפילטרים של פחם פעיל צפוי לאפשר ייעול של מערכות הנדסיות וכן קידום ההבנה המנגנונית של תהליכים אלה.



## נמטודות טפילות לצמחים, איום מתמשך בגידולים חסויים -

### תמונת מצב ומימוש אפשרויות הדברה

סיגל בראון מיארה<sup>1</sup>, פטריסיה בוקי<sup>1</sup>, נטליה סיציוב<sup>1</sup>, אניל קומאר<sup>1</sup>, אילן פארן<sup>2</sup> ואברהם גמליאל<sup>3</sup>

המחלקה לאנטומולוגיה והיחידה לנמטולוגיה וכימיה, המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי  
מכון וולקני

המחלקה לחקר היישום של שיטות הדברה, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי מכון  
וולקני

המחלקה לגנטיקה והשבחת ירקות, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי מכון וולקני

[sigalhor@volcani.agri.gov.il](mailto:sigalhor@volcani.agri.gov.il)

נדק כלכלי הנגרם בגין נמטודות טפילות על צמחים הינו רב ביותר: לפי ההערכות שיעור הנזק הינו כ-20% מסך הנזק הנגרם בגין מחלות צמחים בגידולי ירקות, פרחים ועצי פרי. תורמים לכך, התנאים האקלימיים השוררים בארץ, התאמת הקרקעות, יציאתם המתמדת משימוש של חומרים נמטוצידים רעילים לאדם ולסביבה ומקורות מידבק מגוונים. בארץ נפוצות במיוחד הנמטודות יוצרות העפצים מהסוג *Meloidogyne*, שהן נמטודות רב-פונדקאיות, ישובות בתוך השורשים ולכן הדברתן קשה במיוחד, אולם בשנים האחרונות, אנו עדים להתבססותה של הנמטודה הנודדת מסוג *Pratylenchus* בעיקר בקרקעות קלות, נגיעות בנמטודה זו עלולה להוביל אף היא לנזק רב בעיקר לאור העובדה שנמטודה זו יכולה להימצא על מגוון פונדקאים. בהרצאה אשר תוצג, יובאו תוצאות ממחקרים שנעשו על ידי קבוצת המחקר במטרה לגבש ממשק משולב להתמודדות כנגד נמטודות בגידולי ירקות חסויים. במחקר יישומי בגידול פלפל כנגד נמטודת העפצים והנמטודה הנודדת *Pratylenchus* הצלחנו להבטיח גידול חופשי מנמטודות ע"י טיפול כימי מבוקר כנגד מידבק הנמטודות מסוף עונת הגידול הקודם ועד לסוף עונת הגידול הבאה. יתר על כן, השפעת רקעי ממשקי החיטוי שננקטו בעונה הקודמת על הדברת הנמטודה בעונה העוקבת נלמדה גם היא. במקביל, שימוש במקורות עמידות גנטית בגידולי ירקות נלמד בגידולי עגבנייה ופלפל, מידע אודות הגנים לעמידות בעגבניה *Mi-1* ובפלפל *Me1*, *Me3* ו *N* ותגובת אוכלוסיות נמטודות העפצים הנמצאות בשטחי הגידול בארץ למקורות עמידות אלו, מצביעה על הצורך בניהול נכון של מקורות העמידות. פיתוח מקורות עמידות נוספים אשר אינם מונוגנים יכול להבטיח עמידות בת קיימא, ארוכת טווח. במחקרים שנעשו על ידינו הצלחנו לזהות מסלולים גנטיים בצמח ובנמטודה אשר מבקרים את תגובת ההגנה הצמחית. תוצאות מחקרים אלו יסייעו לתפור חליפת ממשק משולב אשר תתמוך במקורות העמידות הקיימים בהעדר זמינות חומרים נמטוצידים רעילים.

## מנגנוני הפעולה של המדביר הביולוגי *Pseudozyma aphidis*

קלאודיה א. קלדרון, שני אלסטר, רביב האריס, דויד וולה-קורסיה, אביבה גפני, גילי ברויאר, נטע רותם [ומגי לוי](mailto:Maggie.levy@mail.huji.ac.il)

המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות. [Maggie.levy@mail.huji.ac.il](mailto:Maggie.levy@mail.huji.ac.il)

מחלות צמחים הן אחת הסיבות העיקריות לפגיעה ביבול חקלאי. בשנים האחרונות משאבים רבים מופנים למציאת מדבירים ביולוגיים מתוך מודעות סביבתית הולכת וגוברת ועמידות של פתוגנים מפני חומרי הדברה. לאחרונה בודדנו תבדיד פעיל וייחודי של הפטרייה האפיפיטית דמויית השמר *Pseudozyma aphidis* (פסאודזימה), אשר משתמש במספר מנגנוני פעולה כדי להדביר מחלות צמחים הנגרמות על ידי פטריות וחיידקים על גבי צמחים. התבדיד הייחודי מפריש חומרים המעכבים פתוגנים, חומרים אלו גורמים לשינויים מורפולוגיים של תפטיר הפתוגן *Botrytis cinerea* (בוטריטיס), להצטברות של מולקולות חמצן פעיל בקורי בוטריטיס ולהגברת מוות תאי מתוכנן של התפטיר. פסאודזימה משתמשת גם בתחרות על מקום וחומרי מזון לצורך עיכוב בוטריטיס על ידי היצמדות לתפטיר הפטרייה. באינטראקציה עם קימחון על צמחי מלפפון המדביר הופך לקורי ומשתמש בפרזיטיות בכדי לעכב את הפתוגן. בנוסף מצאנו כי התבדיד מזוהה על ידי המערכת האימונית של הצמח המשופעלת על ידי משרנים (Microbe Associated Molecular Patterns - MAMP) MTI=) אשר יודע לדכא את ייצור הקאלוז שבא בעקבות שיפעולה לצורך התבססות על גבי הצמח. לאחר ההתבססות פסאודזימה משפעלת את מערכת ההגנה המושרית המקומית והסיסטמית בצמח באופן בלתי תלוי במסלולי ההורמונאליים (SA and JA/ET) לצורך הגנה מפני פתוגנים. תוצאות אלו מראות כי התבדיד הייחודי שבודדנו משתמש במגוון של מנגנוני פעולה לצורך הדברת מחלות צמחים בצורה יעילה.

## לכידה של חומרים אנטימיקרוביאליים במטריצה מתכתית לצורך הגנת הצומח

איה בריל<sup>1,2</sup>, ברק מנגן<sup>3</sup>, עינב מלאך<sup>1</sup>, שאול בורדמן<sup>2</sup> וצבי חיוקה<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון לביוכימיה, מזון ותזונה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה על שם רוברט סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות;

<sup>2</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה על שם רוברט סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות;

<sup>3</sup>המכון לכימיה, האוניברסיטה העברית בירושלים, ירושלים

aya.brill@mail.huji.ac.il

יבולים חקלאיים ניזוקים מאד ממחלות צמחים הנגרמות ע"י מיקרואורגניזמים. חיידקים פתוגניים נמנים בין מחוללי המחלות החשובים, וכמעט כל הגידולים החקלאיים נפגעים ממחלות בקטריאליות שונות. האמצעים הקיימים כיום לבקרת מחלות בקטריאליות של צמחים מאד מוגבלים. בהשוואה למחלות צמחים הנגרמות ע"י מיקרואורגניזמים שונים, עבור מחלות בקטריאליות יש מעט חומרי הדברה ויעילותם מוגבלת. הדברה של מחלות בקטריאליות התוקפות את חלקי הנוף של צמחים היא בעיקר ע"י בקטריוציידים פרוטקטנטים על בסיס נחושת. חומרים אלו בעלי יעילות מוגבלת, לכן ישנה דרישה גדולה לפיתוח אמצעים יעילים להתמודדות עם מחלות מסוג זה. במחקר הנוכחי, פיתחנו חומר אנטימיקרוביאלי חדש, המתבסס על שיטת לכידה של מולקולות ביואקטיביות אורגניות קטנות במטריצה מתכתית. כמטריצה המתכתית, בחרנו בנחושת עקב היותה המתכת הנפוצה ביותר כיום להתמודדות עם חיידקים הפוגעים בצמחים. לאוריל ארגינין אתיל אסטר (LAE), הינו חומר משמר במזון, נבחר כרכיב הלכוד לאחר סקירה נרחבת של מולקולות אורגניות מגוונות. התוצאות שלנו מראות כי השילוב של שני החומרים בעל אפקט סינרגיסטי, אנטימיקרוביאלי חזק כנגד החיידק *Acidovorax citrulli*, הפוגע בצמחים ממשפחת הדלועיים, במבחני *in vitro* ו-*in planta*.

## אטיולוגיה ואפידמיולוגיה של מחלת העובש השחור בתמר

יהודה רוט<sup>1,2</sup>, רן שולחני<sup>1</sup>, מנחם בורנשטיין<sup>1</sup>, חניטה צמח<sup>1</sup>, אדוארדו בלאוסוב<sup>1</sup>, מעיין גרינברג-ברן<sup>1</sup>,  
דוד עזרא<sup>1</sup>, שמעון פיבוניה<sup>3</sup>, יובל כהן<sup>1</sup>, דני שטיינברג<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מכון וולקני, ראשון לציון; <sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות; <sup>3</sup>  
מו"פ ערבה תיכונה, חצבה. [yehuda.rot@mail.huji.ac.il]

המחלה העיקרית הפוגעת בפירות תמר היא מחלת העובש השחור, Black mould, הנגרמת על ידי הפטרייה *Aspergillus niger*. סימני המחלה מתבטאים בנבגים שחורים הממלאים את החלל הנמצא בין גרעין הפרי לציפה. ברוב המקרים קשה להבחין במבט חיצוני בנגיעות כיוון שהפירות הנגועים נראים מבחוץ כבריאים. למיני *Aspergillus* אין יכולת חדירה עצמאית לרקמות הצמח או הפרי וחדירתם מתבצעת באמצעות פתחים טבעיים או פצעים. סימני העובש השחור בתמר מתפתחים במהלך התפתחות הפרי בין השלב בו הפרי משנה צבע מירוק לצהוב ועד לשלב בו הפרי מבחיל, הופך לרך וצבעו משתנה מצהוב לחום. סימני מחלה חדשים לא מתפתחים לאחר מכן. האטיולוגיה של המחלה כמעט ולא נחקרה בעבר ולא היה ידוע מתי ואיך חודר גורם המחלה לפירות התמר. מטרת העבודה הייתה לאפיין את תהליך ההדבקה והאכלוס של פירות התמר בגורם המחלה *A. niger*. מעקב אחר תהליך ההדבקה ואכלוס *A. niger* בפירות בוצע במספר גישות, כלהלן. פרחים וחנטים אולחו מלאכותית בנבגי *A. niger* במטע. דגימות חנטים ופירות בשלבי התפתחות ראשוניים נבחנו במיקרוסקופ אלקטרוני סורק לאיתור תפטיר ונבגים. בנוסף, בוצע שימוש בתבדיד *A. niger* מותמר המבטא את החלבון הפלואורסצנטי GFP. תבדיד זה שימש לבדיקת מועד ההדבקה, אופן אכלוס הפירות והתפתחות סימני עובש שחור בתנאים מבוקרים. תוצאות המחקר הראו שגורם המחלה מאכלס את הפירות כבר בתחילת העונה, עוד בשלבי הפריחה והחנטה. הפטרייה חודרת לאזור המוגן שבין החפים והפרי המתפתח על השחלות המתנוונות, שם היא שורדת בצורה רדומה עד לתחילת ההבחלה. אז היא צומחת לחובו של הפרי וגורמת להיווצרות סימני עובש שחור. להבנת האטיולוגיה של המחלה משמעות רבה לפיתוח גישות לבקרת המחלה בפירות תמר בשלים ולצמצום הנזקים שהיא גורמת.

# הפחתת השימוש בהדברה כימית של מחלת העובש הלבן הנגרמת על ידי קשיון רולפסי באגוזי אדמה ועגבניות לתעשייה על ידי שילוב של כנות או זנים עמידים למחלה

מרי דפני ילין<sup>1</sup>, יהודית מוי<sup>1</sup>, ניבה שקד<sup>1</sup>, און רבינוביץ<sup>1</sup>, שאול גרף<sup>1</sup> רן חובב<sup>3</sup>

1-מו"פ צפון, מיגל; 2 - מכון וולקני, 3- מיגל  
[merydy@migal.org.il](mailto:merydy@migal.org.il); [merydy@gmail.com](mailto:merydy@gmail.com)

קשיון רולפסי (*Sclerotium rolfsii*) גורם למחלת ה"עובש הלבן" ומהווה פתוגן קשה של גידולי קיץ רבים כגון עגבניות לתעשייה ואגוזי אדמה. ההתמודדות עם המחלה בעולם היא באמצעות יישום של קוטלי פטריות ושימוש בזנים סבילים. בעבודות קודמות הראנו כי באגוזי אדמה הטיפול האופטימלי הינו של 4 יישומים של נתיבו (ח"פ Tebuconazole ו-Trifloxystrobin) 150 סמ"ק לדונם. **תוצאות המחקר** הראו כי בעגבניות לתעשייה המחלה מתבטאת בשני שלבים עיקריים - בשבועות הראשונים לגידול ולאחר מכן בסוף הגידול לקראת קטיף. בעגבניות לתעשייה הראנו כי הטיפול האופטימלי הינו של יישום 1000 סמ"ק לדונם טופסטאר (ח"פ Azoxystrobin) בשתילה, בשילוב עם יישום יחיד של 100 גר' לדונם נתיבו שנתן בהגמעה פעם אחת במהלך הגידול. במחקר זה ראינו כי ניתן להתמודד עם התמותה בשלבים הראשונים על ידי שימוש בעגבניות מורכבות על גבי הכנות המסחריות Beaufort ו Unifort וכנות טיפוח של חברת רוטיליטי, ועל ידי כך לוותר על הטיפול המוקדם. הכנות מגנות על הגידול בתחילת דרכו, באופן מובהק בהשוואה לשימוש בזן עגבניות לתעשייה שאינו מורכב; הפחתת הנגיעות בשלבים מאוחרים נעשתה על ידי הסטת ההשקיה לפס הדריכה, ובכך נשמרו פני השטח יבשים ונמנעו התנאים האופטימליים להתפתחות המחלה. באגוזי אדמה סריקה של אוכלוסיית F8 של הכלאה בין הורה רגיש לעמיד לעמידות לקשיון רולפסי חשפה כי קווים אפילים, בעלי צורת צימוח שיחית, בעלי תרמיל מחוספס וחזק, ובעלי שומן נמוך וחלבון גבוהה בזרע עמידים יותר למחלה ביחס לקווים שאינם נושאים תכונות אלו. זנים עמידים כנגד קשיון רולפסי צריכים מינון מופחת של נתיבו במהלך הגידול על מנת להתמודד עם המחלה. **לסיכום**, בעבודה זו הראנו כי ניתן לחסוך ריסוסים כנגד קשיון רולפסי בעגבניות לתעשייה ובאגוזי א.

## תופעת השיעום באפרסמונים

סיגל פרץ<sup>1</sup>, דוד עזרא<sup>2</sup>, רועי כספי<sup>3</sup>

<sup>1</sup> פתרונות מתקדמים להגנת הצומח, חברה פרטית.

<sup>2</sup> המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני.

<sup>3</sup> המחלקה לאנטמולוגיה והיחידות לנמטולוגיה וכימיה, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.

[pesigal@gmail.com](mailto:pesigal@gmail.com)

תופעת השיעום על פירות אפרסמון התגלתה לראשונה בישראל בעונת 2016. התופעה נצפתה בשכיחות גבוהה מאוד במטעי האפרסמון שלאורך החוף, במגוון זנים. היות ונמצאה נוכחות תריפסים גבוהה ע"ג החנטים, נקודת ההנחה של אנשי הגנת הצומח הייתה כי מדובר בנדק הנגרם על יד תריפס בשלב הפריחה והחנטה. פרטים של התריפסים שנלכדו הועברו להגדרה וזוהו כתריפס הוואי *Thrips hawaiiensis*. על בסיס ההנחה שגורם הנדק הינם התריפסים, החל מעונת 2017 מרוססים מרבית מטעי האפרסמון בארץ בשלב הפריחה והחנטה בחומרי הדברה לקטילת תריפסים. בעונת 2017 הועמדה תצפית משקית שכללה 3 חומרים לקטילת תריפסים וביקורת. התוצאה בשלב הקטיף הראתה רמת נדק דומה בכל הטיפולים כולל בביקורת. לאורך השנים 2018-2020 בוצעו תצפיות נוספות בהם שמנו לב כי הנדק בחנט נמצא בקורלציה להישארות הפרח הנבול על החנט. למרות טיפול בחומרים ובעיתויים שונים לא נמצאה השפעה של הריסוסים על הופעת הנדק בחנטים. לעומת זאת בחנטים מהם הפרח נשר לא נמצא הנדק. הועלתה האפשרות כי מדובר בפטרייה הגורמת לנדק. בנוסף נבחנה אפשרות להפחתת מספר הפרחים הנשארים על גבי החנטים וכך להפחית את הנדק. במעבדתו של ד"ר דויד עזרא בודדה פטרייה המשתייכת *Botrytis sp*. הפטרייה שבודדה שימשה לביצוע מבחן קוך בתנאי מעבדה בו נצפה נדק דומה לפירות המודבקים. ד"ר רועי כספי יחד עם אנשי הגנת הצומח נוספים המשיכו בניסיון לבחון את ההנחה שהתריפס הינו גורם הנדק. נמצאה מגמה לא מובהקת של קשר חיובי בין מספר תריפסי הוואי במלכודות ניטור לרמת הנדק בפירות. יש להמשיך לבחון את הנושא. עונת 2021 עומדים: ניסוי מסודר בחומר כימי לקטילת הפטרייה החשודה וניסוי בחומר לדישון עלוותי כמייצר "חיזוק" אפשרי להתמודדות העץ עם גורם הנדק.

# כיוונים במחקר לניהול עשבים במציאות משתנה ובלתי צפויה- אתגרים והזדמנויות

חנן איזנברג

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער

החקלאות העולמית חשופה למשברים רבים שפוקדים את כדור הארץ בכלל זה משבר אקלים מתמשך, משברים גיאו-פוליטיים, מגיפות, עלייה מתמדת במחיר התשומות ועוד. עם משברים אלו, קיימת הדרישה והאחריות לייצר כמות מזון איכותי ובריא על מנת להאכיל את אוכלוסיית העולם שצפויה להגיע לכדי 9 מיליארד אנשים בשנת 2050. בנוסף לכך, תקנות גידול מחמירות, עלייה במחירי התשומות לחקלאות ופחיתה מתמדת במספר החקלאים בעולם מציבות אתגרים רבים ומגוונים. תחום ניהול העשבים בסביבה חקלאית במציאות משתנה ובלתי צפויה זאת נמצא בצומת דרכים, אולי המשמעותית ביותר בעידן הנוכחי, שמביא הזדמנויות רבות לשינוי וכיווני פיתוח חדשים. בהרצאה זאת אנסה לגעת במספר נקודות מפתח בהקשר לאתגרים הרבים ולהזדמנויות המגוונות בניהול עשבים. שנים רבות ממשקי ניהול העשבים בעולם התבססו על שימוש אינטנסיבי בקוטלי עשבים ממגוון מנגנוני פעולה שהראו יעילות גבוהה ונתנו מענה לבעיית העשבים. היעדר מנגנוני פעולה חדשים ושימוש חוזר במנגנוני פעולה ותיקים גרמו להתפתחות מיני עשבים עמידים אותם לא ניתן להדביר באמצעות קוטלי עשבים. תקנות מחמירות ודרישה לרוויזיה בתכשירי הדברה בכלל זה בקוטלי עשבים שגרמה להוצאת קוטלי עשבים משימוש אף הגדילה את תכיפות השימוש החוזר באותם מנגנוני פעולה והחריפה את ההתמודדות עם אוכלוסיות עשבים עמידים לקוטלי עשבים. בנוסף לכך, תופעות מדבור שנגזרות ממשבר האקלים שחייבו הכנסת מערכות השקיה כמו למשל במערב אירופה, חדירת מינים פולשים עם מעבר סחורות חקלאיות, והחמרת התקינה הציפו בעיות רבות בתחום פיתוח ממשקי ניהול עשבים ובמסגרתם גם הזדמנויות רבות. שפע הטכנולוגיות החדשות שמתפתחות ומוצעות למגזר החקלאי, חלקן עתידניות וחלקן יישומיות כבר עתה יובילו בעתיד לפיתוח ממשקי ניהול עשבים מקיימים הכוללים מגוון שיטות הדברה משולבות. בכלל זה ניתן למנות את שיטות ההדברה המסורתיות הדברה כימית, מכאנית, פיסיקלית, ביולוגית ואגרנטית כולל גידולי שרות. בנוסף לשיטות ההדברה שנסקרו ישולבו גם טכנולוגיות מתקדמות של ניטור וחישה כולל שימוש בנתוני עתק, בינה מלאכותית ולימוד מכונה, התייחסות למקרוביום בקרקע ופיתוח מודלים מטבוליים לפעילות תכשירי ההדברה, ביואינפורמטיקה, ביוטכנולוגיה, ננוטכנולוגיה, הנדסה גנטית ועוד. במסגרת ההרצאה זו אסקור בקצרה חלק מטכנולוגיות חדישות אלו.

## אתגרים בהתמודדות עם נגעים אקזוטיים במציאות גלובלית ודינמית

אברהם גמליאל

המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, [agamliel@volcani.agri.gov.il](mailto:agamliel@volcani.agri.gov.il)

גידולי חקלאות הם ובסיס הפירמידה שנקראת "שרשרת המזון", ומהווים בנוסף מקור עיקרי לתעשייה, ייצור סיבים, וכמקור לאנרגיה ודלק. על כן, הבטחת בריאות גידולי החקלאות היא תנאי חשוב לביטחון המזון ולבריאותם של הניזונים. שמירה על בריאות הגידולים מתמקדת בין היתר בהגנה מפני הלא ידוע, כלומר חדירת מחוללי נגעים שאינם קיימים במדינה. העולם כיום הוא מרחב קטן, שבו מעבר אנשים, בעלי חיים, וסחורות מקצה אחד לשני הוא מהיר ביותר. התעבורה האינטנסיבית בנוסף לשינויי האקלים וגורמים נוספים, יוצרים כר נוח להפצת מחוללי מחלות ולפגיעות גידולי חקלאות על ידי מחוללי מחלות חדשים. מאידך, הקרבה והקשר בין מדינות יוצרים הזדמנויות לשיתוף פעולה החלפת מידע, ומחקרים משותפים להתמודדות עם הסיכונים בהחדרת פגעים לסביבה חקלאית חדשה. בעשור האחרון אנו עדים לחדירת נגעי הסגר כגון מחוללי מחלת פנמה בבננות, ארגוט בסורגום, חיידקים במטעים, ועוד. שטף החדירה והסיכון לחדירת פגעים נוספים מחייב הערכות מהירה להתמודדות עם סיכונים אלה. ניהול הסיכונים להתמודדות עם חדירת פגעים חדשים הוא רצף פעולות שכוללות תחילה היערכות למניעת החדירה. הפעולות, שיש לנקוט בהן, כוללות את הגדרת האיומים, הערכת הסיכונים, ותכניות למניעת כניסתם לארץ. התוכניות חייבות לכלול גם תכנית להתמודדות מהירה עם הנגע במקרה של חדירה. במצב שבו נגעי הסגר חדרו לארץ, מתחייבת פעילות מהירה שכוללת איתור וגילוי מהירים של מקומות האילוח והיקפם, בשילוב אבחון מהיר ואמין של מחולל הנגע, והערכת הסיכונים כתוצאה מפלישת הנגע. עיקר התכנית חייב לכלול פעולות איתור והכחדה מהירה למניעת התבססותו של הפגע בארץ. לבסוף מתחייבת תכנית שיקום להבטחת בריאות הגידולים הבאים, או הסבה לגידולים חלופיים. התמודדות למניעת חדירה של נגע פולש מחייבת תשתית מוכנה היטב אימוץ וביצוע מהירים של האסטרטגיה מתאימה.



## חקלאות: רווחיות פרטית ותועלות חברתיות

ניר בקר

החוג לכלכלה וניהול, המכללה האקדמית תל-חי. [nbecker@telhai.ac.il](mailto:nbecker@telhai.ac.il)

הסקטור החקלאי נמצא על פרשת דרכים. הקידום הטכנולוגי וגמישות הביקוש היחסית נמוכה הביאו לידי ענף שמעסיק כ-10% מאחוז המועסקים שהיו בו לפני יובל שנים. אולם בו בזמן שחקלאים פוטנציאליים הפכו למהנדסים, אנשי היי-טק וכלכלנים, גורם הייצור המרכזי הנוסף שאינו עבודה - כלומר - קרקע, נשאר ברמה קבועה פחות או יותר. היות וקרקע חקלאית מעורבת ברווחיות מחד והשפעות חיצוניות מאידך, חשוב להבין ששינוי בכמות הקרקע אשר מוקדשת לחקלאות, לא יכולה להימדד באספקלריה של רווחיות. ההרצאה תסביר את חשיבות האמידה של אותן השפעות חיצוניות, תסקור בקצרה את הדרכים השונות שניתן לכמת את אותן השפעות מבחינה מוניטארית ותדגים זאת על ידי כמה מיקרים ובעיקר, קבלת החלטות שיכולה להביא למסקנות מוטעות. בפרט נציג מיפוי של הערכים השוקיים של חקלאות לעומת הערכים החיצוניים שלה, תסביר את המשמעות של פתיחת המשק ליבוא במיקרה של בקר לבשר ותסביר את המשמעות של העלאת מחירי המים באיזורים שונים בארץ. שני מיקרים אלו עלולים לגרום להוברת שטחים חקלאיים. ננסה להשוות בין העלות הכרוכה בהוברת לבין התועלת הכרוכה בשמירה על אפשרות ייצור חקלאית על ידי מדיניות ממשלתית. קובעי ההחלטות הן במשרד החקלאות והן במשרד האוצר צריכים לקל החלטות שהן בבחינת טרייד-אוף. אחת ממסקנות ההרצאה היא שצריך להסתכל על השקעה בשימור החקלאות לא כתחלופה אלא כהשקעה אשר מניבה דיבידנדים חברתיים. אלו עולים כסף ושיקול ההשקעה אמור להיות משווה לתועלת ממנה.

# זיהוי ואפיון מטבולומי רחב היקף של מרכיבים ידועים וחדשים בתמצית הקנאביס ואופטימיזציה של שיטות הגידול, ההפקה והאיחסון

דדי מאירי

הטכניון. [dmeiri@technion.ac.il](mailto:dmeiri@technion.ac.il)

על אף המגוון הרחב של החומרים הפעילים בצמח הקנאביס ועל אף השונות הגדולה בין הזנים ובין צורות ההפקה השונות, אנליזת החומרים הפעילים בתעשייה ובמחקרים באקדמיה מתמקדת כיום במספר קטן ביותר של חומרים. גורמים רבים משפיעים באופן ניכר על הרכב הקנבינואידים והטרפנים בתוצר הסופי המוגש לחולה. אזור הגידול, תנאי הגידול, תנאי תאורה שונים, מועד הקטיף, שיטות הייבוש וזמני היישון משפיעים ומשנים את הרכב הקנבינואידים והטרפנים במידה משמעותית מאד. בחמשת השנים האחרונות פיתחנו במעבדתנו שיטות כימיה אנליטית מתקדמות על מנת לזהות ולאפיין את מרבית החומרים הפעילים בדני קנאביס רפואי ובתמציות שלהם. בעזרת שיטות אלו בדקנו השפעת תנאים ביוטיים ואביוטיים על פרופיל החומרים הפעילים וכן את השתנות החומרים בשלבי הייבוש והאחסון. אנו בחנו כיצד משפיע תהליך ההפריה ויצירת זרעים על הרכב החומרים, בחנו כיצד משפיע הממס ו/או שיטת הפקה בתמציות קנאביס שונות, פיתחנו והשווינו מספר שיטות ובחנו גם דגרדציה של טרפנים וקנבינואידים בתפרחות קנאביס ובתמציות כתוצאה מתנאי אחסון שונים. תוצאות המחקר המעידות על שוני גדול במרכיבים הפעילים מדגישות את הצורך בפיתוח שיטות זיהוי וכימות מדויקות של המטבוליטים המשניים, וסטנדרטיזציה של הגידול והטיפול על מנת להגיע למוצר אחיד.

# אפיון וזיהוי מחלות פטרייתיות בקנאביס רפואי וחיטוי תפרחות לאחר הקטיף בשיטות לא כימיות

שחר ירושלמי, מרסל מימון וסטנלי פרימן

מחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, המכון להגנת הצומח, מכון וולקני

[freeman@volcani.agri.gov.il](mailto:freeman@volcani.agri.gov.il)

בשנים האחרונות הגידול והשימוש בקנאביס רפואי (ק.ר.) התרחב בתחום הרפואה לטיפול במחלות שונות כדוגמא משככי כאבים, טיפולים נגד דלקות זיהומית ונגד סוגי סרטן מסוימים באמצעות החומרים הפעילים הטמונים בו. המחקר הנוכחי מתרכז בהפקת ידע בנושא מחלות המופיעות בגידול ק.ר. בארץ, דרכי ההתמודדות בהן ובחינת אמצעים להפחתת רמות הזיהומים של "עובשים ושמרים" המותרות עפ"י פרוטוקולי הגידול של היחידה לקנאביס רפואי (י.ק.ר.) של משרד הבריאות, העומדות על 2000 יחידות ריבוי המאכלסות [colony forming unit (CFU)] לגרם תפרחת. בנוסף לפגיעה הישירה בגידול, ישנם פתוגניים מסוימים של ק.ר. שעלולים לפגוע ישירות במטופלים בעלי מערכת חיסון מוחלשת; לדוגמא התפתחות מחלת אספרגילוזיס חודרני בריאות, הנגרמת ממינים שונים של פטריית *Aspergillus* המייצרת רעלנים. מטרת המחקר: 1. אפיון וזיהוי מחלות בק.ר. בשיטות מורפולוגיות ומולקולריות; 2. כימות ה-CFUs המאכלסות את המוצר הסופי; 3. בחינת השימוש בשיטות חיטוי שונות על תפרחות ק.ר. יבשות המסופקות לחולה, לדוגמא: קרינת גמא, קרינת בטא, פלזמה קרה וקיטור. אופיינו פתוגניים בתפרחות כגון: *Botrytis Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.* בחנו יעילות של ארבעה טיפולים שונים על הפחתת רמת הנגיעות (CFU) בתפרחות ק.ר. קרינת גמא הפחיתה את ה-CFUs בסדרי גודל של פי 4.5-6.0; קרינת בטא בעוצמה של 10.3 Kgy וטיפול בקיטור של 10 שניות ב-62.5°C הפחיתה רמות נגיעות אל מתחת לספי הגילוי; וטיפול פלזמה קרה הפחיתה את הנגיעות בארבעה סדרי גודל. שיטות החיטוי הראו פוטנציאל רב בחיטוי תפרחות קנאביס כשיש צורך בבחינת השפעת הטיפולים על הרכב החומרים הפעילים בק.ר. בעתיד.

## בקרת פריחה והתפתחות תפרחות בקנאביס רפואי.

חנן אלטר<sup>1</sup>, יעל שדה<sup>2</sup>, נירית ברנשטיין<sup>2</sup>, רינה קמנצקי<sup>1</sup>, בן רימון<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני

<sup>2</sup> - המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני

[hanan.alter@mail.huji.ac.il](mailto:hanan.alter@mail.huji.ac.il)

גידול קנביס רפואי הולך ומתרחב וצפוי להוות חלק נכבד ברשימת הגידולים של חקלאות ישראל. התפרחות המתפתחות בתגובה למשטר תאורת יום קצר משמשות כתוצר העיקרי של קנביס רפואי, וכחומר גלם למיצוי מטבוליטים בעלי איכויות רפואיות. התפרחות הנקביות כוללות מאות חומרים פעילים הנוצרים בתוך מבנים דמויי שערות הנקראים טריכומות הממוקמות בריכוז גבוה על גבי עלי החפה ועל עלים הנמצאים על גבי התפרחות הנקביות. מטרת המחקר שלנו היא לאפיין את השינויים ההתפתחותיים ולפענח את המנגנונים הגנטיים והפיסיולוגים המעורבים בתהליך היווצרות התפרחת. נמצא כי במהלך התפתחות הצמח במשטר תאורת יום ארוך הנחשב בעבר כלא אינדוקטיבי, מתפתחים פרחים בודדים בחיקי העלים אשר מצביעים בברור על כך שהצמח נמצא בשלב רפרודוקטיבי, ושהתמיינות הפרחים אינה תלויה במחזור הפוטופריודי. בנוסף, גידול תחת תנאי יום קצר, משרה שינויים מורפולוגים במבנה הצמח המובילים להסתעפות והתפתחות התפרחות. מצאנו שתגובת הצמח לסיגל פוטופריודי להתפתחות תפרחות נוצרת לאחר שלושת הימים הראשונים ביום קצר. יחד עם זאת, נראה כי מסלול התפתחות התפרחת אינו חד כיווני וככל שהצמחים נחשפו לפחות ימים בתנאי יום קצר והוחזרו לתנאי יום ארוך, כך לקח להם פחות זמן לחזור לדפוס צימוח המאפיין גידול תחת תנאי יום ארוך. אנליזת רמת הורמונים שביצענו בצמחים תחת משטרי תאורה שונים העידה על שינויים ברמות אוקסין וג'יברלין במהלך התפתחות התפרחת. בנוסף, מצאנו שיישום ג'יברלין אקסוגני בתנאי יום קצר משפיע על מבנה התפרחת ומעכב את התפתחותה. תוצאות מחקר זה מהוות תשתית להבנת מנגנון הפריחה של קנביס רפואי ופלטפורמה יישומית לקבלת קווים מצטיינים עם דרישה פוטופריודית מופחתת או מבוטלת.

# אפיון וזיהוי של הרכב הקנבינואידים במיצויים של צמח הקנאביס על ידי שילוב של בינה מלאכותית עם ביוסנסורים המבוססים מיקרואורגניזמים מהונדסים גנטית

יורי ז'רקובסקי, נירית בורשטיין ויבגני ילצוב\*

מינהל מחקר חקלאי-מכון וולקני, המכון לחקר תוצרת חקלאית ומזון, המחלקה לחקר תוצרת חקלאית. \*eltzov@volcani.agri.gov.il

במהלך השנים האחרונות, גדל השימוש של צמח הקנאביס בתרופות למגוון כאבים ומחלות. החומרים הפעילים בקנאביס נקראים "קנבינואידים", והם אופיינו עם סגולות רפואיות שונות. בצמח הקנאביס אותרו כ-60 חומרים פעילים רפואית (מתוך 460 חומרים פעילים ככלל) שהשפעתם ויחסי הגומלין ביניהם עדיין לא ברורים לחלוטין. בנוסף, ישנם שינויים עונתיים ותלויי גינון המשפיעים על ריכוזי החומרים הפעילים בצמח. לכן המינון משתנה בין עונות, זנים וספקים שונים. שונות זו מובילה להבדלים ביעילות ומינון התרופות, אשר יכולים לגרום לתופעות גמילה ואף להרעלה ממינון יתר אצל המטופלים. הטכנולוגיות הקיימות כיום לבדיקת ההרכב של החומרים הפעילים במיצויים של צמח הקנאביס הן יקרות, מורכבות לביצוע, ולא ניתנות לשימוש בזמן אמת בשטח. לכן קיים צורך לערכת מדידה פשוטה, מהירה ויעילה לזיהוי מדויק של תוכן מיצוי הקנאביס. מחקר זה עוסק בפיתוח של מערכת אוטומטית בזמן אמת לאפיון וזיהוי ההרכב של קנאביס רפואי. המערכת משלבת טכנולוגיות המבוססות על בינה מלאכותית עם ביוסנסורים מיקרוביאליים. פאנל של חיידקים ביולומינסנטיים נחשף למספר מיצויים שונים של צמח הקנאביס עם הרכב ידוע. החיידקים מהונדסים גנטית כך שהם מאירים כתגובה לנוכחות של חומרים מסוגים שונים. התגובה מבוססת על קישור גן lux לפרומוטורים שונים שמופעלים במצבים של cytotoxicity, genotoxicity, oxidative stress. הזנים החיידקיים השונים בפאנל מגיבים באופן אחר למגוון ההרכבים של צמח הקנאביס. כך שחיידקי הפאנל יחד מייצרים טביעת אצבע ספציפית כתלות בהרכב והריכוזים של החומרים הפעילים בדגימה. באמצעות שיטות מבוססות בינה מלאכותית מאופיינות קורלציות בין התגובות הספציפיות של פאנל החיידקים לבין הרכב החומרים הפעילים בדגימות. מערכת ניטור זו תאפשר זיהוי מהיר (4 שעות) ופשוט של הרכב החומרים הפעילים במיצויים של צמח הקנאביס.

# לימוד דרישות ההזנה של קנאביס רפואי לחנקן

אביה סלונר<sup>1,2</sup>, נירית ברנשטיין<sup>1</sup>

1. המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.
2. החוג לגידולי שדה וירקות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית.

[avia.saloner@mail.huji.ac.il](mailto:avia.saloner@mail.huji.ac.il)

גידול קנאביס רפואי הינו ענף חקלאות מתפתח, אך למרות חשיבותו קיים מעט מידע מחקרי בדבר השפעת תנאי הגידול על האיכות הכימית/פרמקולוגית של הצמח. כדי להגיע לאיכות ואחידות גבוהה לרווחת החולה והחקלאי יש ללמוד את דרישות ההזנה של הצמח. נבחנה תגובת צמחי קנאביס רפואי להזנה בחנקן (N) בשלב הצימוח הווגטיבי ובשלב ההפרחה. הצמחים גודלו בריכוזי חנקן שונים (30, 80, 160, 240, 320 ח"מ) בחדר גידול מבוקר, בעצמים במצע פרלייט. נערך מעקב אחר השפעת הטיפולים מבחינת התפתחות הצמח, מאפיינים פיזיולוגיים, צבירת ריכוזי יסודות ההזנה השונים בחלקי הצמח השונים, וריכוזי המטבוליטים המשניים בחומר הצמחי. בשלב הווגטיבי, מרבית המדדים שנבדקו ביניהם מדדי ההתפתחות, משקל הצמח, וקצב הפוטוסינתזה היו בשיאם באספקה של 160 ח"מ חנקן. מדדים נוספים דוגמת ריכוז הכלורופיל, הפוטנציאל אוסמוטי, ויעילות ניצול המים עלו עם אספקת החנקן לצמח. גם בשלב ההפרחה תפקוד הצמח נפגע מרמות חנקן נמוכות: קצב הפוטוסינתזה, ריכוז הכלורופיל, ויבול התפרחות ירדו באספקת חנקן נמוכה מ-160 ח"מ. עם זאת, רמות גבוהות של חנקן לא פגעו בצמח מבחינה מורפו-פיזיולוגית ולא גרמו לירידה ביבול, אך ריכוז המטבוליטים המשניים בצמח (קנבינואידים וטרפנים) ירד עם העלייה באספקת החנקן. המסקנות העולות מהנתונים הן כי בשני שלבי הצימוח הרמה הנמוכה ביותר המתאימה לגידול קנאביס רפואי ללא התפתחות מחסורים הינה 160 ח"מ חנקן. בשלב הווגטיבי, ריכוז החנקן האופטימלי ליצירת ביומסה ולמצב מורפו-פיזיולוגי מיטבי של הצמח הינו 160 ח"מ, וריכוז גבוה מכך גורם לעודף חנקן ולרעילות. בשלב ההפרחה קיים טווח ריכוזים מיטבי רחב מבחינת התפתחות וכמות היבול (160-320 ח"מ חנקן), אך רמות חנקן גבוהות גורמות לירידה בייצור המטבוליטים המשניים, והן לכן בעלות אפקט שלילי על הפוטנציאל הכימי-רפואי של היבול.

# השפעת עקת יובש על התפתחות קנאבואידיים ויבול בתפרחות קנאביס רפואי בתנאים מבוקרים

איתמר שנהר<sup>1</sup>, דביר טלר<sup>2</sup>, זהר כרם<sup>1</sup>, משה פליישמן<sup>3</sup>, דדי מאירי<sup>4</sup>, מנחם מושליון<sup>1</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש ר. ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.

BOL Pharma<sup>2</sup>

<sup>3</sup>מנהל המחקר החקלאי

<sup>4</sup>טכניון, מכון טכנולוגי לישראל.

[itamar.shenhar@mail.huji.ac.il](mailto:itamar.shenhar@mail.huji.ac.il)

מדינת ישראל התירה גידול של קנאביס לצרכים רפואיים בשנת 2008 ומתן רשיונות צריכה לחולים גדל מדי שנה. בצמח הקנאביס מטאבוליטים שניוניים ממשפחות כימיות מגוונות וביניהם קנאבינואידיים, טרפנים ופלאבונואידיים, שלחלקם השפעה רפואית. הקנאבינואידיים הינם מטאבוליטים יחודיים המיוצרים בעיקר בטריכומות הנמצאות בריכוז גבוה על התפרחת. מספר עבודות הראו כי כאשר צמחים בהם צמחי הקנאביס, נחשפים לעקות אביוטיות, כמות המטאבוליטים המשניים ובעיקר הקנאבינואידיים עולה. עם זאת תנאי הגידול בכלל ויישום העקה בפרט נעשו בתנאים לא סטנדרטיים עקב מגבלות בקיום תנאים הדירים בין ניסוי לניסוי, ומכאן הקשו על ההבחנה בין גורמי העקה השונים. היפותזת המחקר הינה שטיפולי יובש מבוקרים בתנאי סביבה מבוקרת ישפיעו על ריכוזי המטאבוליטים המשניים ועל יבול התפרחות הכולל של הצמח השלם. על מנת לבדוק את השערת המחקר, ביצענו ניסויים במערכת ניטור פיזיולוגית רציפה, אשר מאפשרת ליישם שלושה טיפולי יובש ברמת בקרה גבוהה וזאת באמצעות בקרת משוב פיסיולוגית המתבססת על הטרנספירציה של כל צמח בטיפול. כארבעה שבועות לאחר האינדוקציה לפריחה חולקו הצמחים לטיפול יובש קל, בינוני וכבד. רמת היובש נשמרה בצורה הדוקה למשך 5 שבועות עד הקטיף. בסיום הגידול נמדדו נתוני יבול וריכוזי 111 קנאבינואידיים ו-132 טרפנים שונים באמצעות HPLC ו-LCMS. תוצאות המחקר מראות כי ריכוז הקנאבינואידיים CBGA, אשר מהווה מולקולת המקור לסינתזת חומצות הקנאבינואידיים המרכזיים כגון THCA, CBDA יורד עם עקת היובש. לעומתם הראו חלק מהקנאבינואידיים כגון CBTA-1 וה-CBN עלייה בריכוזן עם עקת היובש. יבול התפרחות, ומשקל העלים והגבעולים ירדו ביחס ישר לעקה המבוקרת. מסקנות המחקר הן שבניגוד לספרות, השקיה מייטבית משפרת את היבול (תפרחות ומטאבוליטים מרכזיים) וכן כי מסלולים מטאבוליים שונים מגיבים בצורה דיפרנציאלית לאותה עקה.

# הדברה ביולוגית בעידן המיקרוביום - גישות חדשות למניעת גורמי ריקבון לאחר הקטיף

סמיר דרובי

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

[samird@volcani.agri.gov.il](mailto:samird@volcani.agri.gov.il)

פירות וירקות הינם מערכות צמחיות דינאמיות עם אינטראקציות מורכבות בין קהילות מיקרוביאליות (המיקרוביום) שמאכלסות אותם. תפקידו ותפקודו של המיקרוביום בפיזיולוגיה של הפרי, באיכותו ובעמידותו למחלות לפני ואחרי הקטיף אינם ידועים לרוב. מורכבותו של המיקרוביום בפירות הודגמה במחקרים שנעשו לאחרונה על רקמות פרי מסוגים שונים וכן על ההשפעה של טיפולים שונים לפני ואחרי הקטיף. לאור הידע הרב שנצבר על ידנו בשנים האחרונות, יש לבחון מחדש את גישת השימוש באנטגוניסט יחיד להדברה ביולוגית של מחלות לאחר הקטיף תוך התחשבות בדינמיקה ובפלסטיות של המיקרוביום של תוצרת חקלאית. אף על פי שפותחו מספר מוצרים להדברה ביולוגית, המבוססים על אנטגוניסט יחיד, יעילותם בתנאים מסחריים לא הייתה עקבית ולא עמדה בדרישות התעשייה. לפיכך, יש צורך בהבנה מקיפה יותר של הדינמיקה והתפקוד של המיקרוביום כדי לתכנן מערכות הדברה ביולוגיות טובות יותר. במאמץ שנערך לאחרונה בקנה מידה עולמי לאפיין את מיקרוביום של פרי התפוח, הצלחנו לזהות קיומו של מיקרוביום ליבה (core microbiome) שניתן להשתמש בו לבחירת קונסורציום של מיקרואורגניזמים שימשו למניעת התפתחות פתוגנים. קונסורציום כזה עשוי לספק יתרונות ברורים במונחים של פנוטיפים/פונקציות, כגון אכלוס אופטימלי של פצעים על פני השטח הפרי וניצול חומרי מזון זמינים ויכולת משופרת לעיכוב ההדבקה והתפתחות גורמי המחלה. גישה נוספת הנבחנת היא יישום מודלים לריצוף הגנום השלם על מנת לספק מידע שיכול לשמש להקמת קהילות מיקרוביאליות מועילות על שטח הפנים של פירות. אפיון וניתוח של רשתות מיקרוביאלית משמשות לחיזוי ההשפעות המועילות והמזיקות של סוגים או מינים מיקרוביאליים ספציפיים ועיצוב דרכים למניפולציה ספציפית של אוכלוסייתם באמצעות הוספה של חומרי מזון שונים.



## התקדמות בגישות להדברת מחלות לאחר הקטיף: מהדברה להשראת עמידות נגד המחלות

דב פרוסקי

המחלקה לחקר תוצרת חקלאית לאחר הקטיף, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

[dovprusk@agri.gov.il](mailto:dovprusk@agri.gov.il)

חקר מחלות לאחר הקטיף התברך במגוון רב של עבודות שפורסמו ללא הרף במשך השנים, עם תרומה משמעותית למחקר שבוצע במחלקה לאחסון, במכון וולקני. בין המחקרים, מצויים מחקרים בסיסים שתרמו להבנת הגורמים לזירוז התפתחות של פתוגניים בפונדקאי או אמצעיים לדכא אותם. השיתוף הדוק של חוקרי המחלקה לאחסון עם חברות יצוא והרצון של המחלקה לתרום לחקלאות ישראל, הביאו לשימת דגש רב על פיתוח אמצעים לעצירת גורמי המחלה או דיכוי התפתחותם. בהקשר זה השימוש של כימיקלים היווה הדגש העיקרי של החוקרים בתקופת המחקרים הראשונה של המחלקה לאחסון. אבל נוכח הגבלת בשימוש בכימיקלים לשימור מזון ובעקבות הלחץ הגובר של סמכויות הבריאות ואיכות הסביבה בארץ או בעולם הדגש שונה גם לאמצעים פיסיקליים וביולוגיים המכוונים להגן על הירקות והפירות מפני הריקבון. בעקבות זאת התחיל עידן חדש הכלל ניצול של רכיבי העמידות הטבעית של התוצרת הטרייה ורתימתם להגברת עמידות פירות וירקות לגורמי ריקבון במהלך האחסנה. בהרצה זו יסוכמו השינויים בגישות המחקר לאורך שנים ויוצגו כיווני מחקר עכשוויים למניעת מחלות לאחר הקטיף.

## ננו-קפסולציה של RNA דו-גדילי כפתרון להפחתת ריקבון בפירות לאחר קטיף

דניאל דואניס-אסף<sup>1,2</sup>, אורטל גלסורקר<sup>1</sup>, איליה שלאר<sup>1</sup>, דליה מאורר<sup>1</sup>, אולג פייגנברג<sup>1</sup>,

ילנה פוברנוב<sup>1</sup>, רוברט פלור<sup>3</sup> ונעם אלקן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לחקר תוצרת חקלאית ומזון, מרכז וולקני, בית דגן; <sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית, רחובות; <sup>3</sup>המחלקה למדעי הצמח והסביבה, מכון ויצמן, רחובות.

Danielle.assaf@mail.huji.ac.il

אובדן תוצרת חקלאית מוערך בכ-40% מסך היבול. עיקר האובדן נגרם ע"י פגיעה של פטריות פתוגניות והתפתחות מחלות לאחר קטיף. הטיפול הנפוץ היום הינו שימוש בחומרי הדברה אשר למרות יעילותם מובילים להתפתחות פטריות עמידות, ובטווח הארוך גורמים נזק לסביבה ולבריאות האדם. לכן, קיים צורך למציאת פתרונות חדשים להתמודדות עם מחלות לאחר קטיף. *Botrytis cinerea*, אחת מהפטריות הפתוגניות הנפוצות ובעלת יכולת הדבקה של מעל 2,000 מיני גידולים שונים, גורמת לריקבון "העובש האפור". לאחרונה נמצא כי *B. cinerea* מסוגלת לקלוט מהסביבה ומהצמח מקטעי RNA דו גדילי (dsRNA), הנכנסים למסלול של השתקת גנים לאחר שעתוק (RNAi). מטרת מחקר זה הינה לפתח תכשיר מבוסס dsRNA לשימוש לאחר קטיף, על-מנת להפחית התפתחות ריקבון הנגרם ע"י *B. cinerea* ולהאריך את חיי המדף של תוצרת חקלאית. לשם כך, סנתזנו dsRNA עם שלושה גני מטרה במסלול הביויסינתזה של ארגוסטרול, מרכיב חיוני בממברנת הפטרייה. בשל יציבותו הנמוכה יחסית של ה-dsRNA, הוא עבר אנקפסולציה לננו-חיסיות המונעות את פירוקו ומשמשות כתכשיר ל"שחרור מושהה". נמצא כי ה-dsRNA נקלט לאזור החיבור של הנבג עם נחשון הנביטה ומונע את גידול התפטיר ומעכב את התפתחות הפטרייה גם בתנאי מעבדה וגם במגוון פירות. מצאנו כי ל-dsRNA יכולת לנוע בפרי בצורה מערכתית וכי טיפול בנקודה אחת על גבי הפרי, עיכב את התפתחות הפטרייה גם בנקודות הדבקה המרוחקות מנקודת הטיפול. בנוסף, הדבקה של ענבים אשר טופלו ב-dsRNA שעבר ננו-אנקפסולציה ואוחסנו למשך 5 שבועות, הראתה פעילות ארוכת טווח של ה-dsRNA, כאשר בפירות המטופלים עוצמת הריקבון הייתה פחותה פי-3 מענבי הביקורת. לסיכום, ל-dsRNA פוטנציאל יישומי כתחליף לחומרי הדברה על-מנת להפחית התפתחות ריקבון לאחר קטיף.

## מעורבות המטבוליטים במסלול פניל פרופאנואיד ברגישות של זני אפרסמון עפצים ולא עפצים לאלטרנריה.

אנטון פנק<sup>1,4\*</sup>, אקילש ידב<sup>1\*</sup>, רחל דודוביץ-רקנאטי<sup>2</sup>, שגית מאיר<sup>3</sup>, בטינה קוכאנק<sup>1</sup>, אפרים לוינסון<sup>2</sup>,  
אסף אהרוני<sup>3</sup>, נעם אלקן<sup>1</sup>, חיה פרידמן<sup>1</sup>.

1- המכון לחקר אחסון ואיכות תוצרת חקלאית, המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני, מנהל  
המחקר החקלאי, 2- מרכז מחקר נוה יער מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי, 3- המחלקה למדעי  
הצמח והסביבה, מכון ויצמן למדע, 4- המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה  
לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים. (f3nn3c@yahoo.com)

מחלת הכתם השחור הנגרמת כתוצאה מהדבקה בפטריית החלפת (*Alternaria*) מגבילה את אחסון  
אפרסמון ה"טריומפ" מהארץ. למרות שקיימים חומרי הדברה כנגד הפתוגן, השימוש בהם לאחר  
הקטיף מוגבל וישנה מגמה של הוצאת חומרי הדברה משימוש. בעקבות זאת גוברת החשיבות לפיתוח  
חומרי הדברה "ירוקים", אחד מן המקורות לחומרים אלו הם מטבוליטים מזני אפרסמון עמידים. בחנו  
את הרגישות של מספר זנים עפצים ולא עפצים לאלטרנריה ונמצא כי פירות אפרסמון מזנים לא  
עפצים עמידים יותר לאלטרנריה בהשוואה לפירות מזנים עפצים על אף שריכוז הפנולים בהם נמוך  
יותר. גם המיצויים של חומרים ממסלול הפניל פרופנואידים מפירות לא עפצים היו בעלי פעילות  
האנטיפונגלית קיימת. בניתוח מטבוליטים מציפת הפרי של הזן "שינשו" הלא עפיץ ו"טריומפ" העפיץ  
נמצא כי ריכוז מספר חומרים:  $\beta$ -glucogallin, salicylic acids, coumaric acid, ferulic acid, gallic acid, catechin,  
gallocatechin ופרואנטוציאנידינים, גבוה יותר בזן "שינשו". מספר תרכובות נבחרו  
לבחינת פעילות אנטיפונגאלית כנגד אלטרנריה. נמצא שחומצה סליצילית, קומארית ופרולית עיכבו  
גידול אלטרנריה. פעילות עיכוב משמעותית יותר וצמצום אלטרנריה התקבלו גם על גבי הפרי מנגזרות  
ממוטלות של החומצות: methyl p-coumaric acid, methyl ferulic acid, תרכובות אלו גם הפחיתו  
התפתחות אלטרנריה על פירות במהלך האחסון. לעומת זאת, מטיל חומצה גאלית (methyl gallic acid)  
שנמצא בריכוז גבוה בזן "טריומפ" העפיץ עודד גדילה של אלטרנריה. בחינה של מספר חומרים  
יחדיו לא הניבה תוצאה אדדטיבית. ממצאים אלו תורמים להבנת הרגישות של זן ה"טריומפ"  
לאלטרנריה ומבהירים את החשיבות של הרכב הפנולים לעומת ריכוזם בפרי בעמידות לפתוגנים.

## ריסוס מטעי אגס בקוטלי פטריות בהתפתחות הפרי על מנת להימנע מטבילתו בהם לפני אחסון

דן גמרסני<sup>1,2</sup>, היבא איברהים<sup>1</sup>, אלה צבלינג<sup>1</sup>, שאול נשיץ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המרכז לחדשנות בפוסטהרבסט, מיגל.

<sup>2</sup>. המכללה האקדמית תל חי

[dang@migal.org.il](mailto:dang@migal.org.il)

מניעת התפתחות של רקבונות כתוצאה מהתבססות פתוגנים פיטרייתיים ומניעת צרבון שטחי, נזק פיזיולוגי בקליפת הפרי (בעיקר בזן 'ספדונה') הינם שני אתגרים מרכזיים באחסון אגסים. הטיפול המקובל כיום למניעת רקבונות הוא טבילת אגסים מיד לאחר הקטיף בקוטלי פטריות כגון 'מרפאן' (פ.ח. Captan) או 'סקולאר' (פ.ח. Fludioxonil) בשילוב אנטיאוקסידנט למניעת צרבון, 'דקוסקולד' (פ.ח. Ethoxyquin). טבילת הפרי ביום הקטיף מהווה צוואר בקבוק שמעכב את קליטת הפרי וקירורו וכתוצאה עלול להיפגע כושר השתמרותו באחסון. במהלך 3 עונות בחנו אם ניתן למנוע את רקבונות האחסון באמצעות ריסוס במטע בקוטלי פטריות לפני הקטיף. בנוסף, נבחנו שיטות שונות למניעת הצרבון השטחי בהן חשיפת הפרי ל-1-MCP בתחילת האחסון או על ידי אחסון באוויר מבוקר דינאמי (DCA) בו ריכוז החמצן נמוך מ-1%. התוצאה הטובה ביותר במניעת הרקבונות הושגה בריסוס משולב של Captan+Fludioxonil או באלטרנציה (ריסוסים עוקבים) ומניעת הצרבון המיטבית הושגה באמצעות חשיפה ל-1-MCP. בניסוי חצי-מסחרי (הן במיכלי הזן קוסטיה והן במיכלי הזן ספדונה) הממצאים חזרו על עצמם. כלומר, ריסוסי קוטלי פטריות במטע בשילוב של טיפול ב-1-MCP או חמצן בריכוז נמוך יכולים להוות תחליף לטבילת אגסים המיועדים לאחסון. יתרה מכך בעקבות הטיפול הנ"ל בו נמצאו פחות פירות רקובים על אף שריכוז קוטלי הפטריות בפרי המרוסס היה נמוך ביחס לריכוזם בפרי הטבול. בהתבסס על ניסוי זה אחת מחברות חומרי ההדברה מפתחת תכשיר המשלב את שני החומרים הפעילים ומייעדת אותו ליישום במטע. בגישה זו, בה מצמצמים את העומס המיקרוביאלי באמצעות יישום של תכשירי הדברה במטע למניעת רקבונות באחסון ובשיווק מגדילה את שעורי הפרי לשיווק ומתבססת כפרקטיקה מקובלת בפירות נוספים כגון רימונים ועוד.

# ביו-חיישן לניטור המצב הפתוגני של פטריות הגורמות למחלות בגידולים עבור צמצום אובדן מזון

דורין הרפז, נועם אלקן, יבגני ילצוב

הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית  
מינהל מחקר חקלאי-מכון וולקני, המכון לחקר תוצרת חקלאית ומזון

[dorin.harpaz@mail.huji.ac.il](mailto:dorin.harpaz@mail.huji.ac.il)

מיליארד אנשים בעולם סובלים מתת-תזונה עקב חוסר במזון. קיים צורך להגביר את ביטחון המזון באמצעות צמצום אובדן מזון. ההפסדים לאחר הקציר נאמדים כמחצית מהיבול ונובעים בעיקר מריקבון שנגרם בגלל פתוגניים. לטכניקות הקיימות לגילוי של מחוללי מחלות בגידולים יש חסרונות כגון עלות גבוהה, פרוטוקולים מורכבים ותהליך מדידה ארוך (ימים). יתר על כן, הזיהוי הוא רק של נוכחות מחוללי המחלה, מבלי ההערכה של מצב הפתוגניות שלהם. לרוב זיהומים המתרחשים לפני בגרות הפירות נותרים סמויים, ומתפתחים להתקפות אקטיביות בהבשלה במהלך האחסון. מחקר זה עוסק בפיתוח ביו-חיישן המבוסס על קולטן ביולוגי DNA ספציפי שמקושר על גבי מתמר אותות אופטי לזיהוי המצב הפתוגני של פטריות. הזיהוי של DNA מאפשר גילוי מוקדם של מחלות לפני הופעת תסמינים חזותיים. בהוספת הדגימה, רצף היעד RNA נקשר לגדיל על גבי המשטח. ועם גדיל סמן DNA המקושר לאנזים HRP או סמן פלואורסצנטי, האות המתקבל יימדד בחיישן אופטי. המאמר הראשון שפורסם באפריל 2020 [1] התמקד בזיהוי של הפטרייה *Colletotrichum gloeosporioides* באמצעות CMOS, על משטח זכוכית באמצעות ננו-חלקיקי כסף. המאמר השני שפורסם בדצמבר 2020 [2] התמקד בהגברת סיגנל האור באמצעות הפלואורסנציה המשופרת על מתכות (Metal Enhanced Fluorescence (MEF)). הרגישות הוגברה לריכוז של 3.3 ננומולר עם אות אור גבוה יותר (4500 Relative Light Units (RLU)). בנוסף, אות האור הוגבר עד פי 18.75 עבור ריכוזי ה DNA שנבדקו. הפיתוח ממשיך בצלחות 96 באריות עם יכולת תפוקה גבוהה, וסינון גנים שונים באותה הדגימה. תוצאות המחקר יפתחו אופקים נוספים לשמירה על תוצרת חקלאית באחסון באמצעות גילוי פתוגניים ספציפיים בתהליך זול ונגיש, וביצוע תחזיות בין רמת הפתוגניות לחיי המדף של המזון. קיים צפי לפטנט לפיתוח כמוצר לחקלאיים.

## חקלאות מים אינטנסיבית ברוח הכלכלה המעגלית - הדמנות לפיתוח בר קיימא

עמית גרוס

אוניברסיטת בן גוריון בנגב [amgross@bgu.ac.il](mailto:amgross@bgu.ac.il)

אבטחת מזון, במיוחד באזורים צחיחים, היא מטרה מקומית וגלובלית אשר ביחד עם שינויי האקלים ובעיות קיימות דורשת פתרונות חדשניים. אזורים צחיחים רבים כולל אפריקה, חלקים מאסיה והמזרח התיכון מתאפיינים כיום בגידול אוכלוסין מהיר ועיור שהולכים יד ביד עם אובדן אדמות חקלאיות. התפתחות זו מחייבת התאמת שיטות ייצור מתאימות לגידול האוכלוסייה שגורם להגברת הביקוש למזון ומוצרי חקלאות כגון בשר, ירקות ופירות. חקלאות מים הינה ענף חקלאי הגדל בקצב מהיר של מספר אחוזים בשנה בעשרות השנים האחרונות ויש לו פוטנציאל להתרחב ולהיות גורם משמעותי בתחום אבטחת המזון. ראוי לציין שחקלאות המים המסורתית משתמשת בכמות מים ניכרת ומייצרת שפכים מסוגים שונים שעלולים ואף מקטינים את יעילות הגידול ורווחיות הענף. שימוש בטכנולוגיות גידול חדישות וטיפול נכון במים ובפסולת הדגים מאפשרים את מיחזורם כמקור למים, אנרגיה, מזון ו/או חומרים מזינים. במילים אחרות, פסולת מענף חקלאות המים יכולה לייצר ערך ולקדם כלכלת מים מעגלית גלובלית ולקדם שיטות ניהול בת קיימא. נכון לעכשיו, קיים צורך עצום במוצרים באיכות גבוהה הגדלים לצד הלקוח, אותם ניתן לגדל בר קיימא בעזרת משאבים מוגבלים (כלומר מים, חומרים מזינים ואנרגיה) ועם טביעת רגל סביבתית מינימלית. הרצאה זו נועדה להציג פתרונות ברי קיימא חדישים בתחום חקלאות המים.

## סוגיות לא פתורות בממשק בין קרקע-ביו-פחם-צומח

אלן גרבר

מכון וולקני [egraber@volcani.agri.gov.il](mailto:egraber@volcani.agri.gov.il)

מאז שנות התשעים המאוחרות בזכות מדען הקרקע הידוע וים סומברוק שתרם לעניין רב בפירוליזה ובביו-פחם, תגובות של אנשים לרעיון זה מגיעים ללהט כמעט דתי. יש קבוצה גדולה של חובבים, מדענים ואנשי עסקים שמרכיבים את ה'מאמינים', קבוצה דומה המורכבת מה-'לא מאמינים', וגם קבוצה שלישית של אנשים שמוצאים את עצמם בממשק שבין ה'מאמינים' וה-'לא מאמינים' - ה'ביקורתיים'. ואכן, כאשר מתעמקים בספרות המדעית, לומדים שלביו-פחם ישנן תכונות חיוביות במגוון רב של עולמות תוכן: פוריות קרקע, שינויי אקלים, יבול חקלאי, טיפול בפסולת, בריאות בעלי חיים, מניעת זיהום קרקע, אנרגיה מתחדשת, חומרים מרוכבים, שיפור איכות אוויר - הרשימה כמעט אינסופית. יחד עם זאת, אנו למדים שלביו-פחם עלולות להיות גם תכונות שליליות רבות: רעילות לפאונה ולצומח, פגיעה בזמינות של יסודות הזנה, שחרור פחמן מהקרקע במקום קיבוע, דליקה, פליטה של מזהמי אוויר, פגיעה בכושר חלחול מים בקרקע, שחרור מזהמים אורגניים ומתכתיים מסוכנים, ועוד. אחת הסיבות לקוטביות הקיימת בביו-פחם היא שההשפעה של ביו-פחם היא בדרך כלל פונקציה של היקף היישום שלה, למשל עומסי ההוספה לקרקע. במילים אחרות, כדברי פאראסלסוס, "המינון קובע את הרעילות" (The dose makes the poison). הקושי הנוסף הוא שהביו-פחם, במיוחד כאשר משתמשים בו במערכות קרקע, הופך לחלק מרשת מורכבת ורבת-פנים, כאשר תהליכים רבים משפיעים אחד על השני, לרוב במנגנונים לא ברורים. לדוגמא, לעיתים קרובות, ריכוז ביו-פחם עשוי להיות מיטבי לתוצאה כמו גידול אולם איננו מיטבי לעמידות הצמח לעקות. הרצאה זו תיתן סקירה על הפוטנציאל והסיכונים של השימוש בביו-פחם ולמעשה מיועדת לאותם 'ביקורתיים' - בדרך כלל מדענים - שאמורים להבין את כל זה ולעתים קרובות הם מוצאים את עצמם בצומת שבין שני הקצוות.

## מערך קבלת החלטות למחזור מים בר קיימה בחקלאות: תובנות מפרויקט "פרימה"

אדי סיטרין

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי

[eddie@volcani.agri.gov.il](mailto:eddie@volcani.agri.gov.il)

הדלדול המתמשך במשאבי מים שפירים, והעליה בצריכה כתוצאה מריבוי אוכלוסייה, מחייב שימוש במקורות מים אלטרנטיביות. ביובל האחרון, ישנה עליה משמעותית בשימוש במי קולחים בחקלאות בארץ בפרט, ובאזורים צחיחים רבים בעולם המערבי (דרום אירופה, ארה"ב, אוסטרליה) בכלל. השקיה בקולחים מאפשרת חקלאות אינטנסיבית מסגסת באזורים צחיחים שאין בהם מספיק מים שפירים, אך מאידך גיסה, השפעת ארוכות הטווח של ההשקיה בקולחים על בריאות הציבור, הסביבה והחקלאות, לא לחלוטין ברורות. הרצאה זו מסכמת שנתיים של פרויקט DSWAP (Decision support-based approach for sustainable water reuse application in agricultural production), המתבצע במסגרת מיזם פרימה של הקהילה האירופאית. מטרתיה הן (א) לבחון באופן הוליסטי את ההשלכות של השקיה בקולחים, ו (ב) לפתח מערכות טיפול זולות וחסכוניות באנרגיה שיאפשרו השקיה בקולחים בת קיימה. מטרת העל של המיזם הן ליצור שינוי פרדיגמה מגישות קונבנציונאליות לטיפול בשפכים, למערכות מודולריות מבודרות המכוונות להשקיה, וליצור תובנות שיביאו למדיניות מושכלת בעתיד. המיזם מאגד בתוכו מיקרוביולוגים, כימאים, מהנדסים וחוקרי צמחים משבע מדינות שונות (ישראל, קפריסין, פורטוגל, ספרד, איטליה, צרפת וגרמניה). יחד עם קבוצות מחקר, ישנם גם שלוש חברות מסחריות המתמחות בטכנולוגיות טיפול ייחודיות. המיזם מתמקד בשלושה ניסויי שדה בישראל, ספרד וקפריסין (לידימטרים), ובחמש מודולות לטיפול בשפכים (שתי יחידות לטיפול שיוני, שתי מערכות להרחקת מלחים ושתי יחידות להרחקת מזהמים ופתוגנים). כל המידע מהמחקר מזין מערכת קבלת החלטות שמטרתה: (א) להבין לעומק השלכות של השקיה בקולחים בעזרת ניתוח מידע מניסויי השדה, (ב) לשפר את פעילות המודולות השונות, ו (ג) למדל מערכות משולבות המכילות מספר מודולות כדי להגיע ליעילות טיפול מירבית.



## תרומת קומפוסט ליציבות תלכידי קרקע - האם אכן משאב ?

גיא לוי, גלעד פישר, מיכאל בוריסובר

מכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני

[vwguy@volcani.agri.gov.il](mailto:vwguy@volcani.agri.gov.il)

מקובל שקומפוסט מיוצב (ממקור זבל בעלי חיים או אחר) הופך פסולת למשאב חקלאי. זאת, כיון שיישום קומפוסט בשדות חקלאיים מהווה מקור לדשן, ובנוסף משפיע על מכלול תנאים (חומר אורגני, מבנה קרקע, פעילות מיקרוביאלית) התורמים לתפקודה של הקרקע כבית גידול חקלאי. מטרת המחקר הייתה לאפיין את ההשפעה של תוספת רמות שונות של קומפוסט לאורך שנים על מבנה תלכידי הקרקע ועל יציבותם. עבודת המחקר כללה מדידת יציבות תלכידים וסריקות בטומוגרפיה ממוחשבת (CT) לאפיון מערכת הנקבובים בדוגמאות קרקע שנלקחו משתי מערכות ניסוי: (1) שכבת הקרקע העליונה (0-10 ס"מ) בשדה כשנתיים לאחר תום ניסוי שנערך בנווה יער (קרקע חרסיתית) ובגילת (קרקע לס) בו נבחנה תוספת קומפוסט (2, 4, 6 מ<sup>3</sup>/דונם) מידי שנה למשך מספר שנים רב; (2) ניסוי הדגרה בתנאים מבוקרים למשך 6 משכי הדגרה שונים (0-171 ימים) עם קרקע לס מגילת וקרקע חרסיתית מנוה יער להן הוסף קומפוסט בארבע רמות מינון שונות (0, 3, 6, 9 מ<sup>3</sup>/דונם). תוצאות ניסוי השדה הראו שלקומפוסט שהוסף לשתי הקרקעות שנבחנו הייתה השפעה מובהקת בהגדלה של יציבות התלכידים בקרקע לס בלבד. תוצאות ניתוח סריקות ה-CT הראו שבשתי הקרקעות לא נמצא הבדל מובהק בין טיפולי הקומפוסט שנבחנו (0 ו 6 מ<sup>3</sup>/דונם) לגבי נקבוביות כללית (סך החללים מנפח הדוגמה), קישוריות (מדד הסוכם את סך הנקבובים שחוצים את המרכיבים המוצקים בדוגמא הנסרקת) ומספר חלקיקים. בניסוי ההדגרה לא נמצאה השפעה לתוספת קומפוסט על יציבות התלכידים בשתי הקרקעות. נראה כי הגורמים העיקריים להעדר השפעת הקומפוסט בניסויים שנערכו הם: (1) הקומפוסט שנבחן היה בדרגת בשלות גבוהה (בניסוי הדגרה ואולי גם בניסוי השדה), ו (2) דוגמאות הקרקע בניסוי השדה נלקחו כשנתיים לאחר הפעם האחרונה בה הוסף קומפוסט לשטח הניסוי. התוצאות עולות בקנה אחד עם ממצאים קודמים המעידים שלתוספי קרקע אורגנים מיוצבים ובעלי פריקות ביולוגית נמוכה יש השפעה קטנה אך ארוכת טווח על יציבות תלכידי הקרקע.

## יישום קומפ' בוצה בקרקעות ישראל העלה את יכולת הקרקע לספוח זרחה

יניב פרייברג<sup>1</sup>, שחר ברעם<sup>1</sup>, מיכאל בוריסובר<sup>1</sup> ופנחס פיין<sup>1</sup>

1. מנהל המחקר החקלאי - מרכז וולקני בית דגן ([yaniv.freiberg@mail.huji.ac.il](mailto:yaniv.freiberg@mail.huji.ac.il))

יישום תוספים אורגניים עלול לשנות את זמינות הזרחן הכללית בקרקע, ובפרט את יכולת הקרקע לספוח זרחן. ואכן, מרבית העבודות בספרות מדווחות על ירידה ביכולת הקרקע לספוח זרחה לאחר הוספת תוספים אורגניים. אולם, המידע הקיים על ההשפעה של יישום תוספים אורגניים על קרקעות ים תיכוניות הינו מועט. מטרת מחקר זה הייתה לאפיין את השפעת יישום בוצת שפכים ומרכיביה (מומסים ולא מומסים) על ספיחת זרחה לשבע קרקעות ים תיכוניות בעלות מאפיינים כימיים ופיזיקאליים שונים. בכל הקרקעות, נבחנה ההשפעה של הוספת קומפוסט בוצה עם וללא הדגרה ממושכת (7 שנים), והוספת מיצוי חומר אורגני מומס (חא"מ) מתוך קומפוסט הבוצה, על יכולתן לספוח זרחה (עפ"י פרמטרי לנגמיר). בכל הקרקעות יישום הבוצה העלה את קיבול הספיחה באופן מובהק, אך לא באותה הכמות. מנגד, יישום החא"מ העלה את קיבול הספיחה באופן מובהק רק בקרקעות אשר הכילו גיר וחרסית מונטמורילוניטית בעוד בקרקעות בעלות גיר וחרסית קאוליניטית ההשפעה הייתה זניחה. הוספת הבוצה אף הורידה את אפיניות הספיחה בצורה דרסטית בהשוואה לקרקע הנקייה (בכל הקרקעות). תוצאות אלו מרמזות על אינטראקציות בין מרכיבי הבוצה לאלו של קרקע, וכן כי אופי האינטראקציות תלוי בתכולה ובמאפיינים השונים של מרכיבי הבוצה והקרקע. ככל הנראה, העלייה בקיבול והירידה באפיניות הספיחה נובעת משילוב של קיבול הספיחה של החומר האורגני והמינרלי שאינו מסיס בקומפ', והיקשרות של החא"מ ע"י גשרי מתכת (סידניים) לפני השטח השליליים של החרסית שיוצרת אתרי ספיחה חדשים. מחקר זה מהווה שלב נוסף לקראת הבנה מעמיקה יותר של השפעת יישום זבלים על זמינות הזרחן בקרקעות חקלאיות ואת החשיבות בהתאמת הדשן האורגני לקרקע. באופן זה נוכל להשיא את התועלת מהבוצה ולהקטין נזקים סביבתיים.

## השבת יסודות הזנה שונים מבוצה עירונית באמצעות תהליך הידרותרמי

אוסאמה חורי<sup>1,2</sup>, יעל לאור<sup>1</sup>, רן אראל<sup>1</sup> ורועי פוסמניק<sup>1</sup>

1. המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני
2. המחלקה למדעי הקרקע והמים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

([osama.khoury@mail.huji.ac.il](mailto:osama.khoury@mail.huji.ac.il))

במדינות מפותחות, מרבית השפכים העירוניים עוברים טיפול במכוני טיהור שפכים (מט"ש), ורוב יסודות ההזנה נותרים כמשקע בבוצה. יחד עם זאת, השימוש בבוצת מט"ש לא מטופלת בחקלאות הוא בעייתי ועל-פי רוב אסור, בעיקר בשל סוגיות של בריאות הציבור. במחקר זה, אנו בוחנים את יעילות ושימות התהליך ההידותרמי, המבוסס על שימוש במים תת-קריטיים, כטכנולוגיה לטיפול בבוצת מט"ש. הנחת המחקר היא שמרבית יסודות ההזנה בתהליך יימצאו בתוצר הפירוק המוצק (הידרוצ'אר). כמו כן, המחקר בוחן את הזמינות שלהם בתוצרי הפירוק לצרכי הזנה לגידולים חקלאיים ביישום לקרקע. בוצעה סדרה של ניסויים מבוקרים עם בוצה שניונית (לאחר עיכול אנאירובי) ממט"ש כרמיאל. התהליך ההידותרמי נבחן בריאקטור מעבדתי (600 מ"ל) ביחס מים:מוצקים 1:10 בתנאי הפעלה שונים הכוללים שלוש טמפרטורות (200, 250 ו-300 מ"צ) ושלושה זמני שהייה (30, 60 ו-120 דקות). ממצאי המחקר מצביעים על השבת מוצקים גבוהה (61-74%) עבור זמן שהייה של 60 דקות. אחוז הזרחן הכללי נמצא גבוה (2.9%, 3.5% ו-3.4%) בטמפרטורת הרצה של 200, 250 ו-300 מ"צ, בהתאמה. בדיקת מסיסות זרחן הראתה שהפרקציה הדומיננטית של הזרחן בכל הטיפולים הייתה זו המסיסה בחומצה חלשה - נתון שרומז על זמינות מוגבלת לצמחים. יחד עם זאת, הפרקציה הלא מסיסה של הזרחן הייתה נמוכה בכל הטיפולים, נתון שמצביע על פוטנציאל לשחרור מושהה של הזרחן. מלבד זרחן, יסודות הקורט (ברזל, נחושת, מנגן ואבץ) הראו אינדקס הגברה שנע בין 1.5-2.2 בכל הטיפולים. לסיכום, המחקר מדגים את הפוטנציאל של הטכנולוגיה ההידותרמית לטיפול בבוצת מט"ש לטובת הפקת הידרוצ'אר והשבה יעילה של יסודות ההזנה השונים. המשך המחקר יתמקד באופטימיזציה של התהליך שתאפשר יישום בטוח של תוצרי הפירוק ההידותרמי בחקלאות לצד פתרון הנדסי לבעיית הבוצה במט"שים.

## בחינה ופיתוח של צמח הקינואה כגידול חדש רב תכליתי בישראל

אביב אשר<sup>1</sup>, שמואל גלילי<sup>2</sup>, אהרון בללו<sup>2</sup>, שאול גרף<sup>1</sup> וליאור רובינוביץ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מיגל-מו"פ צפון; <sup>2</sup> מנהל המחקר החקלאי. [liorr@migal.org.il](mailto:liorr@migal.org.il)

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. בשנים האחרונות, נחשף העולם המערבי לאיכויותיו התזונתיות. זרעי הקינואה הינם בעלי ערך תזונתי גבוה ביותר ועשירים בחלבון, סיבים תזונתיים, פלבנואידים, ויטמינים ומינרלים חשובים. תכונות אלה הקנו לצמח הקינואה מעמד של 'מזון עלית'. ישראל מייבאת כל שנה כ- 1,500 טון של גרגירי קינואה במחיר של כ- 2,200 דולר/טון, כאשר המחיר הוא לזרעים שעברו קילוף ושטיפה להוצאת המרירות. בטווח מחירים כאלה ישנה הצדקה לבחינה של גידול קינואה בארץ. מטרת המחקר המרכזית היא לבחון ולפתח את צמח הקינואה כגידול שדה חדש בישראל למאכל אדם ובכך לשפר ולגוון את מחזור הגידולים. מטרה נוספת היא לבחון את השימוש בצמח הקינואה כגידול חדש למספוא לצורך מקסום רווחי המגדלים. לשם כך, ערכנו ב- 4 השנים האחרונות ניסיונות בהם נבחנו קווי קינואה, מועדי זריעה ועומדים שונים באזורים טופו-אקלימיים מגוונים, בדגש על צפון הארץ. עד כאן, נראה כי התוצאות הטובות ביותר התקבלו בגידול חורפי בדרום רמת הגולן. באזור זה יבול שחת הקינואה הגיע לכ- 1,200 ק"ג/דונם ויבול גרגירי הקינואה הגיע לכ- 600 ק"ג/דונם בממוצע תלת שנתי, זאת תוך שימוש מינימלי בהשקיה. מעבר לכך, שילוב של יבול גבוה ותכולת חלבון ונעכלות גבוהים בקש הקינואה מעידים על פוטנציאל רב לשימוש בו כמזון להזנת מעלי גירה. מתוצאות המחקר שלנו עד כאן נראה כי בגידול הקינואה בישראל טמון פוטנציאל כלכלי רב. לשם ביסוס התוצאות יש לבחון את השפעתם של פרמטרים אגרוטכניים נוספים וכן גורמים נוספים במהלך שרשרת הערך אשר הינם הכרחיים לצורך שיווק התוצרת למאכל אדם.

## סורגום להזנת בע"ח - גידול ישן, אתגרים חדשים

יואב גולן

שה"מ, משרד החלקאות. [yoavg@shaham.moag.gov.il](mailto:yoavg@shaham.moag.gov.il)

צמח הסורגום שייך למשפחת הדגניים ונחשב בישראל כגידול מספוא קייצי, המשמש להאבסת בעלי חיים כתחמיץ. חשיבותו לענף הגד"ש, בהיותו חלק מסל הגידולים היותר כלכליים, ולענף הזנת בעלי החיים, כשהוא מהווה חלק מהתפריט להזלת המנה. סורגום או בשמו העברי דורה, תורבת באפריקה לפני כ-2,700 שנים ומשם נפוץ לאסיה. שרידי גרגרי סורגום נתגלו בחפירות בממלכת אשור (במאות 21 - 7 לפנה"ס). בארץ גודל הסורגום כגידול בעל אביבי עוד בימי הטורקים. לאחר הקמת המדינה הובאו זני סורגום לגרגרים מארה"ב המותאמים לקציר בקומביין. גידול זה נפסק כעבור מספר שנים בשל חוסר כדאיות כלכלית. בעקבות משבר הגרגרים העולמי בשנת 2008 נבחן מחדש גידול סורגום לגרגרים. התוצאה - אין בגידול לגרגרים יתרון כלכלי ולכן הניסויים נפסקו. גידול הסורגום לתחמיץ קיים בישראל מאז שנות התשעים, אז החלו לבחון זני סורגום למספוא שמקורם בטקסס, ארה"ב. בעשור האחרון שטח הגידול גדל והתייצב על מספר עשרות אלפי דונמים. הסורגום יודע לנצל מים טוב יותר מהתירס ובכך מודיל את הגידול באופן ניכר. בעת בה מים הם מצרך יקר ומרכיב עיקרי בהוצאות הגידול של המספוא הקייצי קיימת חשיבות לאומית למציאת גידולים "חסכוניים" במים ושימור גידולים קיימים עוד יותר. המזון הגס הינו רכיב המייקר את מנת המזון של הפרות, השימוש בתחמיץ הסורגום מודיל את עלות מנת הפרות ב 7% ביחס לשימוש במנה המבוססת על תחמיץ תירס. בשנת 2013 התגלה מקרה ראשון בארץ של סורגום נגוע במחלת הארגוט מסוג *Claviceps africana*. הגידול הושמד. מאז ועד היום אנו בוחנים מחדש את גידול הסורגום לאור החשש להימצאות מחלת הארגוט בעולם וככל הנראה אף בארץ.

## גידול ערבה למספוא

יאן לנדאן<sup>1</sup>, חוסין מוקלדה<sup>1</sup>, טובה דויטש-טראובמן, צח גלסר<sup>2</sup>, מאיה זכות<sup>3</sup>, גיתית קרא<sup>3</sup>, רחל דוידוביץ' ריקנטי<sup>4</sup>, אפרים לוינסון<sup>4</sup>, אמנון שוורץ<sup>5</sup>, סמי עובדה<sup>6</sup>, ראווד סווידאן<sup>6</sup>, שלמה בלום<sup>7</sup>, אולג קריפוקס<sup>7</sup>, הילרי פוט<sup>8</sup>, לארי סמרט<sup>7</sup>, יהושע קליין<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, ראשל"צ: ([vclandau@agri.gov.il](mailto:vclandau@agri.gov.il)), <sup>2</sup> פארק טבע רמת הנדיב, זיכרון יעקב, <sup>3</sup> המחלקה לחקר בקר וצאן, מכון לחקר בעלי חיים, מינהל המחקר החקלאי, ראשל"צ, <sup>4</sup> המחלקה למטבולומיקה, מרכז מחקר נווה יער, <sup>5</sup> המכון למטעים, הפקולטה לחקלאות, רחובות, <sup>6</sup> NCARE רבת עמון, ירדן, <sup>7</sup> מעבדת ייחוס למחלות עטין, המעבדה לבקטריולוגיה, המכון הווטרינרי ע"ש קימרון, ראשל"צ, <sup>8</sup> המחלקה לכלכלת סביבה וניהול, הפקולטה לחקלאות, רחובות, <sup>9</sup> אוניברסיטת קורנל, ארה"ב

במסגרת שתי תכניות MERC עם ירדן, נבחנה האפשרות לייצר מעץ הערבה מספוא. בטבע, הערבות גדלות על שפת נחלים והתכונות הרפואיות שלהן ידועות זה אלפי שנים. הערבות של ישראל וירדן מתחלקות ל-3 טיפוסים גנטיים המאופיינים ע"י הרכב מטבוליטיים משניים שהן מייצרות. הערבה גדלה היטב בהשקיית מי קולחין בטיהור שניוני בישראל (רמת הנדיב) ובירדן (שובק) ובהשקיית מים מליחים (3.5 EC) בדרום הערבה. היא עומדת בתנאי אקלים קיצוניים (מחורף מושלג בשובק עד קיץ לוחט בערבה) בתנאי שאספקת המים סדירה. היבול נע בין טון לשני טון חומר יבש לדונם, בתלות בטיפוס הערבה, מספר הקצירים, דישון ואיכות המים. בעיזים, צריכת הערבה נעה בין 500 (תחמיץ) ל-600 ג' חומר יבש ליום (ערבה ירוקה) ומהווה כ-25% מסך המזון הנצרך ברעייה או בהגשה מלאה. תכולת החלבון, הנעכלות (כרס מלאכותית), ה-NDF, הליגנין והטאנינים נעים בין 12%-ל-14%, 40%-ל-55%, 45%-ל-52%, 9%-ל-13% ו-5%-ל-6%, בהתאמה: גורמי השונות העיקריים בערך התזונתי הם היחס גבעולים:עלים וקוטר הגבעולים. האבסת מספוא ערבה ירוק כתוספת למרעה או החלפת שחת בקיה ושיבולת בתחמיץ ערבה לא השפיעו על תנובת החלב או הרכבו אך נרשם מיתון בעלייה העונתית בספירת התאים הסומטיים בחלב. כמו כן, הרכבם ומספרם של התאים הלבנים בדם העידו על הפחתת עקה ע"י האכלת ערבה. ההשפעה המטיבה הזאת מקורה כנראה בסליצינואידיים (סליצין, טרמולצין, סליקורטין) ופלבונאואידיים (היפרין, קטצ'ין, מיריצטרין וחומצה כלורוגנית). חומצה סליצילית לא נמצאה כלל ועקבות של סליצין היו נדירות בחלב העיזים. החמצת הערבה גרמה לדה-גליקולידיזיה של רוב התרכובות הפנוליות והפחיתה כנראה את ערך הערבה כ-nutraceutical. נטיעת רצועות ערבה לאורך נחלים עשויות להפחית את השטפים של החקלאות אל אגני נחלים תוך ייצור מספוא איכותי.

## מסע בקפסולת הזמן: משיבים את גידול השומשום לישראל!

ירון גדרי, עידן סבאג, נעמה טבול, איתמר וילן, עמית שמע, רוחמה חיוקה, אסף אבנרי, וצבי פלג

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

[Yaron.gadri@mail.huji.ac.il](mailto:Yaron.gadri@mail.huji.ac.il)

בשנים האחרונות, עקב תנודות השוק הצטמצמו בצורה ניכרת מספר הגידולים אותם ניתן לדרוע בשטחי הגד"ש בתקופת האביב-קיץ. כתוצאה, נפגעת יכולת החקלאים לקיים מחזור גידולים תקין. שומשום (*Sesamum indicum*), הינו גידול שמן עתיק המשמש למגוון תעשיות מזון ותרופות, ויכול להוות חלופה לגידולים שיצאו מהמחזור. בעוד שבעבר גידול השומשום היה גידול משמעותי ורחב היקף בישראל (כ- 250,000 דונם), הוא הפך ללא כלכלי בשנות השישים של המאה הקודמת ויצא מסל הגידולים. כיום מגודל השומשום במרבית שטחי העולם בשיטות מסורתיות בשל שתי בעיות אגרונומיות עיקריות: התבקעות ההלקטים בעת הבשלתם המונעת אפשרות לקציר ממוכן ויבולים נמוכים ולא אחידים. בשנים האחרונות עולה הביקוש לשומשום עקב היותו גידול בעל ערכים תזונתיים גבוהים המסווג כמזון על (Super food). במעבדתנו נעשה מאמץ גנטי-אגרוטכני ארוך טווח להתאים את גידול השומשום לחקלאות מודרנית ולהחזירו למחזור גידולי השדה בישראל. יישום כלים ביוטכנולוגיים חדשניים הביאו לפתרון בעיית ההתבקעות של ההלקטים ופיתוח זנים חדשים המותאמים לקציר ממוכן. במקביל פותחו כלים גנטיים למיפוי תכונות יבול ואיכות במטרה להעלות את היבולים ולהתאים את הזנים החדשים לשוק התחרותי. בנוסף פותחה תשתית ידע אגרונומית לגידול השומשום בחקלאות אינטנסיבית מתקדמת של ישראל, לדיוק במועדי הזריעה, בחינת העומדים המתאימים לאקלים, פיתוח ממשק דישון והשקיה, והדברת עשבים ומחלות. הזנים החדשים והידע האגרונומי פותחים את הפתח לשילוב מחדש של השומשום בחקלאות ישראל בעתיד הקרוב ויאפשרו לחקלאים אלטרנטיבה רווחית שתאפשר להם להתחרות בשוק העולמי.

## טף (*Eragrostis tef*) - גידול חדש לגרגרים ומספוא

יהושע סרנגה ושירן בן זאב

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש ר.ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

[shuki.saranga@mail.huji.ac.il](mailto:shuki.saranga@mail.huji.ac.il)

בן-חילף טף [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter, להלן: טף] הוא דגן טרופי לגרגרים ומספוא בעל מערכת פוטוסינתטית C4. עיקר גידול הטף הוא באתיופיה שם ככל הנראה בוית. הטף מכיל את כל 8 חומצות האמינו החיוניות לאדם, הוא עשיר בסיבים, חלבון, ויטמינים, ומינרלים ונטול גלוטן. בעשור האחרון ניכרת התעניינות גוברת בגידול טף במספר מדינות בעולם. בעיה עיקרית בגידול הטף היא רביצת הצמחים הגורמת לפגיעה חמורה ביבול ואיכות. בישראל יש עניין בגידול הטף ממספר סיבות: (א) ביקוש לגרגרי טף מצד קהילת יוצאי אתיופיה ושוק מזון הבריאות, (ב) ביקוש למספוא קייצי איכותי, (ג) גיוון סל גידולי השדה. מטרת המחקרים הנערכים במעבדתנו מזה כ-7 שנים היא בחינת היבטים אגרוטכניים וגנטיים הקשורים להתאמת גידול הטף לתנאי חקלאות מודרנית בישראל. ממצאים עיקריים של המחקרים שביצענו בטף, בשיתוף עם חוקרים וחקלאים נוספים, הם: (א) עונת האביב (מרץ-אפריל) נמצאה כמתאימה ביותר לזריעת הטף, (ב) זוהו מספר קוטלי עשבים סלקטיביים המתאימים ליישום אחר הצצה, (ג) אופיינה תגובת טף לריכוזים שונים של NPK (ד) שיעור ועומק זריעה אופטימליים נמצאו כאמצעי להפחתת בעיית הרביצה, (ה) הטף הראה פוטנציאל גבוה בייצור מספוא איכותי במשטר רב קצירי (ו) באוסף נרחב של קווי טף המצוי בידינו נמצאה שונות גנטית רבה בכל התכונות שנבדקו. בימים אלה אנו מאפיינים את תגובת הטף למחסור במים ומזהים אתרים גנומיים הקשורים לרביצה, יבול ועמידות ליובש. ממצאי המחקרים, כמו גם ניסיון מעשי שנצבר אצל החקלאים, מעידים כי ניתן לשלב את הטף בחקלאות ישראל כגדול חדש לגרגרים ומספוא. טיפוח זנים חדשים שיותאמו ספציפית לתנאי ישראל צפוי להאיץ את התבססות הגידול ופיתוחו.



# חיטה דו-גרגרית כגידול דגן חדש - ניתוח גנטי ופנוטיפי של אוסף זנים עולמי וזיהוי קווים בעלי התאמה לתנאי הגידול בישראל

פדידה מאירס אביה<sup>א</sup>, פורסט דנה<sup>ב</sup>, צוברי אביב<sup>א</sup>, ידב סיליש<sup>א</sup>, נאשף כמאל<sup>א</sup>, רויצ'וודרי ראגיב<sup>א</sup>#, סלסלוני קרולינה פאולה<sup>ג</sup>, בונפיל דוד<sup>ד</sup>, היבנר שריאל<sup>ב</sup>, בן דוד רואי<sup>א</sup>

- א- מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני | [Aviya.fadida@mail.huji.ac.i](mailto:Aviya.fadida@mail.huji.ac.i)
- ב- מכון למחקר מדעי בגליל (מיג"ל), המכללה האקדמית תל חי
- ג- המחלקה למחקר גנטי, מרכז החקר והטיפול לחיטה ותירס, סימייט (CIMMYT), מקסיקו
- ד- מנהל המחקר החקלאי - מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר
- #- המכון לאבלוציה, אוניברסיטת חיפה

חיטה הינה גידול החורף הגדול בישראל (מעל למליון דונם בשנה). שחיקת רווחיות ענף גידולי השדה והדרישה העולה מהצרכנים לנישות מזון בריאות הביאה לבחינת מיני חיטה חדשים היכולים להתאים לגידול בארץ ולהוות אפשרות חלופה כלכלית ליוגבים בישראל. חיטה דו-גרגרית (*Triticum dicoccum*) הינה מין החיטה הראשון שבויית וממנו התפתחה חיטת הדורום. העניין בחיטה דו-גרגרית נובע מהביקוש בשוק דגני האיכות וזאת עקב תכולת המינרלים והערכים התזונתיים הגבוהים של מין זה, וכחומר גנטי המכיל עמידות לעקות ביוטיות ואביוטיות היכול לשמש להשבחת גידול החיטה המודרנית. מטרת המחקר הנוכחי, היא לבצע ניתוח גנטי, פנוטיפי ואקו-גיאוגרפי של אוסף מגוון של קווי חיטה דו-גרגרית מרחבי העולם במטרה לאתר קווים המתאימים לגידול בסביבה ים-תיכונית. האוסף (n=121) נבחן באבני איתן ב-2017-18 ואופיין למדדים פנוטיפים שונים במהלך הגידול. במקביל, אופיין הגנום של הקווים באמצעות 9,897 סמני DArTseq אשר איפשרו לחלק את הקווים באוסף לארבע קבוצות נפרדות. קבוצה D1 כוללת בעיקר קווי דורום מודרניים אשר היוו קווי ביקורת בניסוי. קבוצה D2 מאופיינת בקווים בינוניים-אפילים ממדינות אגן הים-התיכון. קבוצה D3 כוללת קווים בכירים, בעלי קמה נמוכה יחסית ויבול גבוה שמקורם מאתיופיה (מעל 80%). וקבוצה D4 מאופיינת בקווים אפילים מאד ונמוכי יבול שמקורם במדינות קרות באזורים גאוגרפיים צפוניים. ניתוח רב משתנים של מדדים פנוטיפיים ואקו-גיאוגרפיים של קווי החיטה הדו-גרגרית הבליט את החתימה של האחרונים על ההפרדה הגנטית. לסיכום, הבכירות שמקורה באדישות לאורך יום היא המפתח להתאמת הגידול לתנאי הפלחה ועונת חורף הקצרה המאפיינת את התנאים בישראל. כמו כן, זוהו קווים אתיופים בכירים (D3) בעלי פוטנציאל התאמה לגידול בישראל. קווים אלו נבחנו בעונות האחרונות באופן חצי-מסחרי ומהווים בסיס לפיתוח שוק מקומי של חיטה דו-גרגרית איכותית.



# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021

## תקצירי פוסטרים



## ב-1: ספירת עלים - איחוד רכיבי רשתות נוירונים לצורך שיפור הדיוק

גיא פרג'ון, יוחם יצחקי, פאינה חורושבסקי, אהרון בר-הלל

המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן גוריון. [guyfar@post.bgu.ac.il](mailto:guyfar@post.bgu.ac.il)

משימת ספירת העלים בעציצים הינה משימה חשובה לאומדן מצבם הבריאותי וקצב הצמיחה שלהם ומקבלת תשומת לב הולכת וגוברת מקהילת ה-phenotyping בשנים האחרונות. במחקר זה מוצעות, מוערכות ומשוות שתי רשתות המבוססות על למידה עמוקה עבור משימות ספירת העלים. השיטה הראשונה מבצעת ספירה באמצעות רגרסיה ישירה, אך תוך שימוש ברזולוציות ייצוג מרובות בכדי למצוא ולספור עלים בגדלים שונים. ספירת העלים מהרזולוציות המרובות מאוחדת באמצעות טכניקה חדשה בכדי לקבל את מספר העלים הסופי. השיטה השנייה היא זיהוי באמצעות איתור נקודות מרכזי העלים וספירתן, ויישום מודל רגרסיה כשלב נוסף, לצורך דיוק הספירה. האלגוריתמים מוערכים במערך הנתונים של אתגר ספירת עלים (LCC) של כנס בעיות ראיית ממוחשבת בפנוטיפיינג של צמחים 2017 (CVPPP), ומערך נתונים גדול יותר של עלי בננה שנאסף בישראל. תוצאות הניסוי מראות ששתי השיטות מנצחות את זוכי האתגר הקודמים ב-CVPPP LCC, בהתבסס על מדדי הערכת האתגר, ומציבות את עצמן כרשתות הטובות בעולם בספירת עלים. נמצא כי שיטת איתור מרכזי העלים עדיפה על מאגרי נתונים גדולים יותר כאשר מרכזי העלים אכן מתויגים, והיא מאפשרת גם מרכז של מרכז עלים עם דיוק ממוצע (average precision) של 0.94. כאשר התמונות אינן מתויגות בצורה זו, הרשת המבוססת על רגרסיה ישירה באמצעות רזולוציות שונות, היא אופציה טובה. החסרונות בשימוש ברשתות עמוקות הן זמני העיבוד והמיומנות הנדרשת בכדי להריצן. לעומת זאת, היתרון של רשתות אלו הינו הדיוק שהן משיגות, ולכן עם המיומנות הנדרשת והחומרה המתאימה, הרשתות המוצעות הן הפתרון המיטבי למשימה זו.

## ב-2: שונות במאזן המים ובצימוח באספספת מושקת בקונוע מעגלי ומיפויים על-ידי הדמאות לוויין

רום תרשיש, עופר בארי, טל שילה ורן פלטה

חברת מן השקיה. [Rom.tarshish@manna-irrigation.com](mailto:Rom.tarshish@manna-irrigation.com)

ניהול השקיה בגידולי-שדה ישאף ליצירת שדות אחידים עם שונות מינימלית בצימוח. אחד האמצעים העיקריים למטרה זו הוא חלוקת השדה לטקטים המושקים באותה הכמות והזמן. מאזן המים בקרקע ובצמח משתנה ותלוי בזמן שעבר מההשקיה. גורמים אגרוטכניים, לוגיסטיים וסביבתיים עלולים לפגוע באחידות ולייצר שונות מרחבית רבה ובכך להביא לפגיעה בגידול. מחקר זה בחן האם שונות זו ניתנת לדיהוי על-ידי מדידות הצמחים, ללא חיישני קרקע. בנוסף, נבדקו מהם הגורמים לשונות, האם ישנו הבדל בצימוח או רק במאזן המים, והאם ניתן להשתמש בהדמאות לוויין על מנת לזהות שונות אלו? על מנת לבחון שאלות אלו, ביצענו מדידות יומיות של אינדקס-שטח-העלה ופוטנציאל המים בעלה לפני ואחרי השקיות בשדה אספספת במעוז חיים. השדה הושקה בקונוע מעגלי המאופיין ברמת השקיה גבוהה במרכז המעגל לעומת רמה נמוכה בשטח המרוחק. נקודות המדידה היו לאורך הקונוע, כך שניתן לבדוק האם ההבדלים ברמת ההשקיה אכן גרמו להבדל במדדים בין מרכז השדה לחלקים המרוחקים. בנוסף למדידות האספספת, אספנו נתוני הדמאות של Sentinel-2 ו-Planet לאותן נקודות, וחישבנו מדדי צימוח ועקת מים. מדידות השדה מראות שאכן הצימוח בחלק הקרוב למרכז הקונוע גבוה יותר מהחלקים הרחוקים. גם מדידות תא הלחץ הראו הבדל בין מרכז השדה לחלק המרוחק, אך מדידות אלו הושפעו גם (ובעיקר) מהשינוי העיתי, כשהפוטנציאל הגבוה ביותר נמדד לרוב 24-36 שעות אחרי השקיה. הדמאות הלוויין מציגות את השונות המרחבית הן בצימוח והן במאזן המים באופן שתואם את מדידות השדה אך, מבחינה עיתית, רק ההבדלים בצימוח מוצגים נכון על-ידי ההדמאות.

## ב-3: מודל מאזן מים בקרקע כבסיס להנחית השקיה מרחוק וללא חיישנים בשדה. האם זה מדויק? הדגמה בניסוי השקיה באספסת, מעוז חיים, 2021

טל שילה, עופר בארי, רום תרשיש ורן פלטה

חברת מן השקיה. [tal.shilo@manna-irrigation.com](mailto:tal.shilo@manna-irrigation.com)

מודל ההשקיה המוצג להלן נסמך על שלושה סוגי קלטים לצורך חישוב מאזן המים בקרקע. זאת במטרה לספק הנחית השקיה ללא צורך במידע רציף מהשטח לגבי מצב המים בקרקע או בצמח. הקלט הראשון שנאסף הוא המידע שהחקלאי מספק בעת רישום השדה, כגון המיקום, סוג הגידול ומערכת ההשקיה. הקלט השני הוא הדמאות לוויין המציגות את מצב הצמחיה ועוצמת הצימוח ומספקות הערכה למקדם ההשקיה. הקלט השלישי הוא תחזית מזג האוויר, אשר בשילוב עם הערכת מקדם ההשקיה, מאפשרות להעריך את כמות המים לה יזדקקו הצמחים בכל יום בשבועיים הקרובים. כלל המידע משמש לחישוב יומי של מאזן המים בקרקע ומאפשר להפיק הנחית השקיה הן לפי כמות המים שהצמח איבד בתקופה הקודמת ועל פי הכמויות העתידיות הצפויות. שיטה זאת מאותגרת מאוד בגידולים בהם יש מחזוריות קצרה לאור הצורך לאפס את המודל ההשקיה בכל פעם שיש קציר אך עם זאת לשמר מאזן מים ארוך טווח לכל אורך עונת הגידול. לכן נקבע ניסוי השקיה שמטרתו היו: 1) בחינת המודל המחשב את מאזן המים למול מדידות טנסיומטרים (בשטח; 2) השוואת כמויות המים, היבול ויעילות ניצול המים לפי המלצות מודל זה לעומת הפרוטוקול המשקי. הניסוי נערך בשדה אספסת של מעוז חיים, ממרץ ועד אוקטובר 2021. ההשקיה בקו-נוע מעגלי, כאשר רבע דרום-מערבי מושקה על פי המלצת ההשקיה המוזכרת לעיל, בעוד שהרבע הצפון-מערבי מושקה לפי החלטות גד"ש מעוז חיים. סיכום ביניים של הניסוי מראה שסך ההשקיה באביב ובתחילת הקיץ הייתה דומה וכך גם היבול ויעילות ניצול המים. בשיא הקיץ, המודל ממליץ על כמויות השקיה קטנות יותר, בעוד שהיבול זהה, ולכן יעילות ניצול המים גבוהה יותר. סיכום מלא של הניסוי יוצג במהלך הכנס.

## ב-4: השקיה מדייקת בגפן-יין על בסיס שיטת MPC

אלעד גיפס<sup>1</sup>, פר אולוף גוטמן<sup>1</sup>, רפאל לינקר<sup>1</sup>, ישי נצר<sup>2</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון

<sup>2</sup>מו"פ אזורי מזרח:י"ש ובקעת הירדן, והמחלקה להנדסה כימית באוניברסיטת אריאל בשומרון

[gips@technion.ac.il](mailto:gips@technion.ac.il)

שיטת השקיה נפוצה לגידול ענבים ליין הינה השקיית-חוסר מבוקרת. בשיטה זו גפן היין נשמרת באופן מבוקר במצב של עקת יובש בינונית-חמורה לשם השבחת איכות הענבים והיין. מצב המים של הצמח ניתן להערכה על בסיס מדידת פוטנציאל מים בגזע (SWP) באמצעות תא לחץ שולנדר. שיטת MPC (Model Predictive Control) הינה שיטת בקרת מערכות על בסיס חיזוי באמצעות מודל ממוחשב של מצב המערכת העתידי ותגובתו לערך משתנה הבקרה בהווה. השיטה משמשת בתחום רבים, בין השאר בבקרת רכבים אוטונומיים ופעילות תחנות כוח. מטרת מחקר זה הינה הדגמת יישום שיטת MPC להשקיית גפן-יין על בסיס פוטנציאל מים בגזע בחצות היום. לשם כך, נעשה שימוש במודל צמחי-פיזיולוגי גנרי מכויל להדמיית גפן-יין. השיטה יושמה בשני שלבים, בשלב הראשון נעשה שימוש ב-MPC לשם אופטימיזציה של ערכי ייחוס ה-SWP עבור עונה שלמה. התהליך התבסס על הגדרת פונקציית רווח הכוללת הכנסות צפויות מהיבול בתלות באיכות היבול וכמותה והוצאות הנובעות מעלות מי השקיה. פונקציה זו כללה סכום רווחי שלוש שנים עוקבות בהן מיושמת מדיניות SWP זהה בזמנים המנורמלים לשלבים פנולוגיים עיקריים לאורך העונה. בשלב השני נעשה שימוש ב-MPC לשם חיזוי ויישום מנות ההשקיה הנדרשות להשגת ערכי ה-SWP המבוקשים, וזאת עבור משטר השקיה של שני ימי השקיה בשבוע. התכנון בוצע אל מול נתוני אקלים הכוללים שגיאות אקראיות באופן המדמה את אי-הודאות הקיימת בתחזיות מזג אוויר. התקדמות עונת הגידול במודל בוצעה באופן הדרגתי המדמה קבלת החלטות לטווח זמן מוגבל. קביעת מנות ההשקיה בוצעה באמצעות תהליך אופטימיזציה למינימום סכום הפרשים בין ערכי ה-SWP לאורך השבוע לבין ערכי הייחוס המתאימים שהתקבלו בשלב הראשון. בהרצאה תפורט השיטה, תודגם פעילותה ויוצגו שימושים נוספים להפעלתה עבור כרם היין.

## ב-5: השקיה מדייקת בחממות מבוססת לידימטרים ובינה מלאכותית

ניר אברבוך, מנחם מושליון

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית. [Averbuch.nir@gmail.com](mailto:Averbuch.nir@gmail.com)

כמות היבול תלויה באופן ליניארי חיובי בכמות השקיה, עם זאת קביעת כמות השקיה מיטבית היא מאתגרת כיוון שהיא תלויה בהשפעות מטאורולוגיות ותנאי הקרקע. השפעות אלו הן דינמיות במרחב ובזמן והצמח מגיב לתנאים אלו באופן אקטיבי כדי להשיא את יחס היצרנות-שרידות שלו. משוואת "פנמן-מונתים-FAO5" משמשת לחישוב התאדות פוטנציאלית בחממות ושדות חקלאיים על סמך נתונים של תחנה מטאורולוגית יחידה בשטח. זו המשוואה השכיחה ביותר לקביעת ההשקיה בפועל והיא ניתנת לרוב על פי ממוצע יומי או שבועי והיא איננה מתחשבת בשינויים קצרי מועד (רוח, קרינה, עומסי חום) השפעת דופנות החממה ושינויי מיקרו-אקלים במרחב הגידול. אי דיוק זה יכול לגרום לבזבז מים, פגיעה בקרקעות, זיהום מי תהום ע"י דשנים ועוד. במחקרנו השתמשנו בכלים מבוססי בינה מלאכותית ונתוני-עתק לחישוב כמות השקיה אופטימלית ללא פגיעה ביבול. לשם אימון המודל, השתמשנו בעמדה מנוטרת ברזולוציה גבוהה הכוללת 12 תחנות מטאורולוגיות ו72 לידימטרים למדידת קצב האידוי של 72 גיגיות בו זמנית. השתמשנו באינטרפולציה להשלמת הנתונים המטאורולוגיים המרחביים בכל אחת מ-72 הגיגיות ע"פ "פנמן-מונתים-FAO56", באמצעות הנתונים שנאספו בששה חודשים (1,834,426 נק' מידה) היחס בין קצב האידוי שנמדד בפועל לערכי משוואת "פנמן-מונתים-FAO56" הראו סטייה של 22%+ בדצמבר ועד כ-29%- בחוסר ביוני (עודף וחוסר בהמלצת השקיה בהתאמה). ניסיונות לחזות את נתוני "פנמן-מונתים-FAO56" במודלי בינה מלאכותית (Scikit RF ו-DNN הראו ש-DNN מדייק יותר ( $R^2=0.98, Pvalue > 0.05$ ). בהמשך הניסוי אנו מתכננים להשתמש במודל בינה מלאכותית המושתת על הפרמטרים המטאורולוגיים והטרנספירציה (על פי האיבוד המשקלי האמיתי שנמדד ע"י הלידימטרים) במטרה לחזות את האופוטורנספירציה בעזרת נתוני הסביבה בלבד ובמספר מועט ככול שאפשר של חיישנים ונקודות מדידה.

## ב-6: אפיון הדינמיקה של תחרות על מים בין עשביה לתירס באמצעות חישה היפר-ספקטראלית

\*ענבל רונאי<sup>2,5</sup>, יהונתן אפרת<sup>1</sup>, חנן אייזנברג<sup>2</sup>, דן בלומברג<sup>3,4</sup>, שמרית ממון<sup>4</sup>

<sup>1</sup> French Associates Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, Sede Boqer Campus, Ben-Gurion University of the Negev, <sup>2</sup> Department of Plant Pathology and Weed Research, Neve Ya'ar Research Center, Agricultural Research Organization (ARO)-Volcani Center, <sup>3</sup> Geography and Environmental Development, Ben-Gurion University of the Negev, <sup>4</sup> Homeland Security Institute, Ben-Gurion University of the Negev, <sup>5</sup> Department of Mapping and Geoinformation Engineering, Civil and Environmental Engineering, Technion-Israel Institute of Technology  
\*inbalronay@campus.technion.ac.il

השימוש בטכנולוגיות חישה מרחוק בחקלאות מאפשר מדידה מהירה ולא הרסנית של צומח לשימושים שונים במחקר ולצורך יישומיים חקלאיים. חישה היפר-ספקטראלית מאפשרת מדידה בטווח רחב של אורכי גל בתחום הנראה ובתחום האינפרא-אדום, המאפשרת לזהות בדיוק גבוהה שינויים החלים בצמח מבחינה מבנית וביוכימית כתוצאה מגורמים סביבתיים שונים. מחקרים רבים הדגימו את פוטנציאל השימוש באמצעים אלו לזיהוי ואפיון תגובת הצמח לגורמי עקה שונים, ביוטיים וא-ביוטיים. יחד עם זאת, התגובה הספקטראלית המאפיינת שינויים הנובעים מתחרות בין עשביה לגידולים שונים לא נבחנה בצורה נרחבת. הבנת המאפיינים הספקטראליים של גידולים בתגובה לעקה הנגרמת ע"י עשבים היא שלב בסיסי בשיפור טכנולוגיות בחקלאות מדייקת לצורך ניהול ממשק עשבייה בשדות חקלאיים. מחקר זה התמקד בתחרות בין תירס לירבוז מופשל, עשב נפוץ אשר משפיע בצורה משמעותית על היבול. מטרת המחקר הייתה לאפיין את השינויים הפיזיולוגיים שהתרחשו בתירס במהלך שלבי גידול מוקדמים כתוצאה מתחרות, ולבחן את היכולת לזהות את ההשפעה של התחרות באמצעות חישה היפר-ספקטראלית. במסגרת המחקר בוצע ניסוי בחממה, במהלכו נבחנו צמחי התירס בשלבי הגידול המוקדמים שלהם בנוכחות ובהיעדר תחרות עם עשבים. מדידות היפר-ספקטראליות בשילוב עם מדידות פיזיולוגיות (נא לפרט מכשור) בוצעו על מנת לבחון את מאפייני ההחזרה ואת הפעילות הפוטו-סינטטית של התירס. הצפי היה להבחין בשינויים בעיקר בתחום האינפרא אדום הקצר (SWIR) כתוצאה מתחרות על המים. תכולת מים יחסית (RWC) תכולת כלורופיל, קצב פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות נמצאו נמוכים יותר בנוכחות עשבים ותכולת הפחמן התוך תאי נמצאה גבוהה יותר. בליעה עמוקה יותר בתחום ה SWIR נמצאה בנוכחות עשבייה כפי שנצפה, וזו הייתה מלווה בשינויים בתחום הנראה ובתחום האינפרא אדום הקרוב (NIR). התוצאות ממחישות את הפוטנציאל לשימוש במדידות היפר-ספקטראליות כאינדיקטור לקיום תחרות על משאבים בין עשב לגידול.



## ב-7: הדברה מדייקת של מכרסמים: סריקה, איתור, אבחון וטיפול בעזרת מערכת "גאיה"

יואב מוטרו<sup>1</sup>, תומר רגב<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

<sup>2</sup>. אלטה אינוביישן

yoavmot@moag.gov.il

מכרסמים גורמים לנזקים רבים כמעט בכל ענפי הצומח. הדברתם קשה עקב הסתגלותם לתנאים משתנים, קצב הרבייה המהיר שלהם - ובעיקר בשל קירבתם הגנטית לאדם המגבילה מאד את השימוש ברעל. מגבלות אלה הביאו לכך שבישראל מאושר רק תכשיר אחד לטיפול במכרסמים בשטח פתוח - רוש-80 (רימי), גרגירי חיטה מצופים בסודיום פלואור-אצטט 0.05%. תכשיר זה ניתן ליישום בשני אופנים - או ידנית בפתחי המאורות של המכרסמים, או על פני כל השטח בפיזור של 300 גרם לדונם. בשיטה המתוארת כאן, שילבנו את שני האופנים, כדי להשיג פיזור יעיל, מדייק, זול וידידותי לסביבה. מערכת "גאיה" משתמשת בשני סוגי רחפנים לאיתור והדברה מדייקת של המכרסמים: הרחפן הראשון סורק את השדה ברזולוציה גבוהה ורמת דייקנות מקיסמלית; סריקת השדה מעובדת על ידי תוכנה ייעודית למציאת איזורי הפעילות של המכרסמים; הרחפן השני מפזר בעזרת מכשיר ייעודי פיזור של 300 גרם לדונם רק על פני השטח עליו פועלים המכרסמים. בממוצע על פני כרבע מיליון דונם שטופלו עד כה, מדובר בהפחתה ממוצעת של ב-90% מהחומר לעומת פיזור גורף. לשיטה זו יתרונות רבים: מבחינת המכרסמים, אין פה הבדל בינה לבין פיזור גורף, שכן בכל מקום בו הם משחרים למזון - יימצא הרעל; מבחינת החקלאי, מפוזר פחות חומר והעלויות יורדות מכיוון ששיטה זו זולה מפיזור גורף מהאוויר ואין חיוב על שדות בהם התברר שאין צורך בהדברה; מבחינת הסביבה מפוזר הרבה פחות רעל באופן כללי ולא מפוזר רעל כלל היכן שאין צורך בו. ההדברה המדייקת של המכרסמים המוצגת כאן משלבת את הידע האקדמי על המכרסמים ואת מיטב הטכנולוגיה העכשווית, בכדי להביא להדברה מדייקת שמועילה לחקלאי ולסביבה כאחד.

## ב-8: הערכת מקדם הגידול בתפוחי אדמה באמצעות מערכת קורלציית הערבליים וחישה מרחוק מולטי-ספקטרלית מרחפן ולוויין

אמרי צדק<sup>1,2</sup>, ניצן מלאכי<sup>1</sup>, ויקטור לוקיאנוב<sup>1</sup>, ד"ר יוסף טנאי<sup>1</sup>, ד"ר עופר רוזנשטיין<sup>1</sup>

1. מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני [Imri.zadak@mail.huji.ac.il](mailto:Imri.zadak@mail.huji.ac.il)

2. הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה האוניברסיטה העברית.

גישת מקדם הגידול (Kc) להערכת צריכת מים של גידולים היא הנפוצה בעולם ההשקיה ואף אומצה על ידי ארגון FAO. מקדם הגידול מבטא את היחס בין צריכת המים של הצמח להתאדות יחוס ע"פ מודל פנמן-מונטית'. הודות למתאם גבוה בין Kc להחזרה הספקטרלית מהגידול, ניתן לכייל מודל להערכת Kc באמצעות חישה מרחוק. במחקר זה נמדדת צריכת המים של תפוז"א בשדה באמצעות מערכת קורלציית הערבליים. אחד מהאתגרים המרכזיים במחקר הוא כיול המודל בשדה המושקה בהמטרה, המקשה על מדידת Kc. ניתוח מאזן האנרגיה מאפשר את בדיקת האמינות של מדידת האופוטורנספירציה. Kc מוערך באמצעות היחס בין התאדות הייחוס של פנמן-מונטית' והאופוטורנספירציה הנמדדת בשדה. נוסף לכך, מנותחות שתי סדרות זמן של הדמאות החזרי הקרינה: האחת מהלוויין סנטינל-2, והשנייה מחיישן (בעל ערוצי צילום חופפים לזה של הלוויין) מולטי-ספקטרלי אשר הותקן על גבי רחפן. בהמשך ייבחן הקשר בין שלל אינדקסים ספקטראליים של הצמח בשדה לערכי Kc שנמדדים בשטח.

## ב-9: חידוש נטיעות של חרוב בישראל למטרות תעשיית המזון ולהגדלת שטחים ירוקים

סוהיל זיידן<sup>3</sup>, שי גולני<sup>2</sup>, מרים זילברשטיין<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>החברה לחקלאות גליל עליון

<sup>2</sup>מו"פ צפון

<sup>3</sup>קק"ל

[SohilZ@kkl.org.il](mailto:SohilZ@kkl.org.il)

החרוב *Ceraton silique*, למרות היותו "יליד הארץ" והמזרח התיכון מזה שנים רבות, לא טופח לכדי גידול חקלאי למטרות השימוש בפירות החרובים. כן ידוע על מטעים שניטעו בשנות החמישים לטובת שימוש בפירות להאבסת בהמות, אך הדבר לא זכה להמשכיות. קק"ל נוטעת חרובים לטובת ייעור הארץ ותוספת פריחה סתוית לדבורים, בזנים מקומיים; ובכך תורם העץ למאזן האקולוגי. פרי החרוב מנוצל בתעשיית המזון לשימושים מרובים; דבש חרובים, מולסה, סיבים, פוליפנולים, מיצויים ודברי קוסמטיקה. הגרעינים מכילים רכיב ייחודי שהינו ג'לטין מן הצומח, הנקרא "גאם" (GUM) ומשמש בתעשיית הגלידות האיכותיות, יוגורטים, תחליפי בשר וחלב ומזון לתינוקות כמייצב מזון. למייצב מזון זה יש ביקוש עולמי גדול מאד בתעשיית המזון. עם זיהוי הכיוון בשוק העולמי חברו המגדלים ליזם מחברת "דרך החרוב", גובשה תכנית עסקית להקמת מטעים מסחריים אינטנסיביים שיינטעו באדמות שוליות ויתבססו על שימוש במים שוליים. נבנתה תכנית עיסקית המבוססת על גידול השקד בארץ (כולל קטיף מכני), ונראה שרמת הסיכון אינה גבוהה. במהלך 3 השנים האחרונות אותרו בבר ובחורשות קק"ל עצים מצטיינים בתנאי גידול שונים, העונים על הקריטריונים שהתעשייה הכתיבה. נבחרו עצים שהראו פוריות גבוהה ויציבה במשך 3 שנות הסקר. במקביל, נבחנה התאמת מרכיבי הפרי לדרישות התעשייה. לאחרונה הוקמה חלקת המו"פ הראשונה בחולתה (מעל 200 דונם) ובה נבחנים כנות ורוכבים ממקורות שונים, שיטות ריבוי שונות, משטרי השקייה ודישון ומספר צפיפויות נטיעה. יש לציין שהתעניינות החקלאים גברה בעיקר נוכח ירידת הריווחיות של ג'ד"ש; וריבוי אירועי מזג אוויר קיצוניים הגורמים לנזקים במטעים.

## ב-10: ייצור רב-סוכר חוץ תאי על ידי חיידקים מגביר את יציבות תלכידי הקרקע ומשפר את איכות הקרקע בגידולי דוחן (*Panicum virgatum*)

יונתן שיר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מיג"ל - מכון מחקר לגליל, קריית שמונה. [YonatanS@migal.org.il](mailto:YonatanS@migal.org.il)

גידול צמחים עשבוניים רב-שנתיים יכול להשפיע לטובה על תכונות הקרקע. חלק מהשפעה מיטבה זו ניתן לייחס לתגובה של חיידקי הקרקע לשורשי הצמחים. פעילות חיידקי קרקע שיכולה לשפר את איכות ובריאות הקרקע היא ייצור רב-סוכר חוץ תאי (באנגלית: extracellular polysaccharides-EPS), פולימרים שחיידקים מייצרים סביבם על מנת להתגונן מעקות סביבתיות. פולימרים אלו, בעזרת תכונות ההדבקה שלהם, מלכדים חלקיקי קרקע וכך יכולים להגביר את יציבות תלכידי הקרקע ולשפר את עמידות הקרקע בפני תהליכי בליה. במחקר זה נבדקה השפעת גידול דוחן (*Panicum virgatum*) על פעילות חיידקי קרקע בהקשר של ייצור EPS ויציבות תלכידי קרקע. בחנו זאת על-ידי גידול שתילי דוחן בעציצים תחת ממשקי דישון והשקיה שונים (ביקורת, חנקן, חנקן+זרחן, זרחן ו 50% השקיה). בממשק דישון של חנקן+זרחן נמצא שהביומסה של שורשי הדוחן, כמו גם ריכוז ה-EPS ויציבות תלכידי הקרקע היו גבוהים בצורה מובהקת משאר הממשקים. באמצעות שיטות סטטיסטיות מרובות משתנים אנו מראים שביומסת השורשים ופוטנציאל המים בקרקע הם גורמים מרכזיים בקביעת ריכוז ה-EPS ויציבות תלכידי הקרקע. ריכוז גבוה של חד סוכר מאנוז ביחס לחדי סוכר אראבינוז וקסילוז ב-EPS מהווה אינדיקציה לכך שה-EPS נוצר על ידי חיידקים בקרקע ולא ממקור צמחי. בנוסף, בדיגומי שדה נמצאו ריכוזי EPS גבוהים יותר בגלעיני קרקע משדות שבהם גידלו דוחן לעומת שדות שבהם גידלו גידולים חד-שנתיים, שיפון וחיטה. לסיכום, תוצאות אלו מראות שלשורשים של צמחים עשבוניים רב-שנתיים, כגון דוחן, יש השפעת חיובית על טיב הקרקע, באמצעות המכניזם של הגברת הפעילות החיידקית לייצור EPS. במחקרי המשך ננסה לבחון את הפעילות החיידקית לייצור EPS בשילוב תכונות כימיות של הקרקע, כגון סוג חרסיות וריכוזי נתרן, על יציבות תלכידי קרקע.

## ב-11: שכיחויות של עכבישניים מסדרת הקוצרים בשני אתרי כרמים בגולן

איתי ורבורג

מכון שמיר, אוניברסיטת חיפה, קצרין. Ittai.Warburg@gmail.com

בעבודה זו הונחו מלכודות-קרקה בד"כ מדי חודש במהלך שנת 1998, בשני אתרי כרמים בגולן: כרם גשור וכרם רמת מגשימים. באותן מלכודות נתפסו מגוון של בע"ח חסרי חוליות, וביניהם קוצרים. בחודשים ינואר-פברואר של שנת 1998 נלכד מספר גדול יחסית של קוצרים בשני אתרי אותם כרמים, כאשר השכיחות של אותם קוצרים בכרם גשור הייתה גבוהה יותר מאשר בכרם רמת מגשימים. בחודשים אוקטובר-דצמבר של אותה שנה נלכדו פחות קוצרים באותם שני כרמים, ובחודשים מרץ-מאי של אותה שנה נלכדו עוד פחות קוצרים באותם אתרים. בחודשים יוני-ספטמבר של אותה שנה לא נלכדו קוצרים כלל באותם כרמים. הבדלים אלה בשכיחויות של אותם קוצרים באותם כרמים ניתן לייחס לעובדה שהמזון העיקרי של קוצרים הוא קפזנביים, שבדרך כלל מעדיפים קרקע לחה או רטובה לפעילותם. אותם קפזנביים בחודשי הקיץ היבשים מתחפרים באדמה, ואילו בחודשי החורף ובחלק מעונות המעבר הם פעילים גם מעל לפני הקרקע. בעבודה זו אכן נלכדו קפזנביים בעיקר בחודשי החורף, הסתיו והאביב. את הממצא שבכרם גשור בחודשים ינואר-פברואר של שנת 1998 נלכדו יותר קוצרים מאשר בכרם רמת מגשימים באותם חודשים, ניתן להסביר בכך שבמרחק של כ-100 מ'-200 מ' מדרום לכרם גשור נמצאת שמורת טבע של חורש ים-תיכוני. ידוע שסמיכות של אזורים חקלאיים לבתי גידול טבעיים יכולה להגדיל את מגוון המינים והשכיחויות של בע"ח גם בהם .

## ב-12: שכיחויות של עכבישים מקבוצת הנימלניים משני אתרי כרמים בגולן

איתי ורבורג

מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין. Ittai.Warburg@gmail.com

בעבודה זו הונחו מלכודות-קרקע בד"כ מדי חודש במהלך שנת 1998, בשני אתרי כרמים בגולן: כרם גשור ( $N;35.714^{\circ}E32.755^{\circ}$ ) בגובה של 366 מ' מעל פני הים, וכרם רמת מגשימים ( $N;35.806^{\circ}E32.813^{\circ}$ ) בגובה של 406 מ' מעל פני הים. בכ"א מחודשי הדגימה בשנת 1998 הונחו מלכודות באותם שני כרמים למשך כ: 10-14 ימים, ובכרם רמת מגשימים הונחו אז כמחצית ממספר המלכודות שהוצבו במקביל בכרם גשור. באותן מלכודות נתפסו מגוון של בע"ח חסרי חוליות, שהופרדו לקבוצות סיסטמטיות שונות בין השנים 1998-2000. העכבישיים שנאספו באותן מלכודות הוגדרו בין השנים 1999-2000 באוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטה העברית בגבעת רם בירושלים. מבין העכבישים שנתפסו בעבודה זו נצפו עכבישים מהסוג נימלן (*Zodariion*). מספרי הפרטים של נימלניים שנתפסו בכרם גשור בשנת 1998 היו: במאי 5, ביוני 7, ביולי 10, ובאוקטובר-נובמבר 2. מספרי הפרטים של נימלניים שנתפסו בכרם רמת מגשימים בשנת 1998 היו: ביוני 1, באוגוסט 1, ובאוקטובר-נובמבר 2. מרבית העכבישים הנימלניים שנתפסו בעבודה זו נאספו בחודשי הקיץ. עכבישים נימלניים הם טורפים בעיקר של נמלים, וזאת תוך כדי תנועה שלהם בפני השטח או במארב ליד שבילי נמלים. נמלים באזור הים-תיכוני פעילות בפני השטח בעיקר באביב ובקיץ. דבר נוסף שנמצא בעבודה זו הוא, שבחודשים מאי - יולי 1998, נתפסו בכרם גשור יותר פרטים של עכבישים מקבוצה זו מאשר בכרם רמת מגשימים, וזאת גם יחסית למספרים שווים של מלכודות. ממצא זה יכול להיות מוסבר בכך, שבמרחק של כ: 100 מ'-200 מ' מדרום לכרם גשור נמצאת שמורת טבע של חורש ים-תיכוני, בזמן שכרם רמת מגשימים נמצא באיזור חקלאי מעובד. ידוע שסמיכות של אזורים חקלאיים לבתי גידול טבעיים יכולה להגדיל את מגוון המינים והשכיחויות של בע"ח גם בהם.

## ב-13: יעילות ועמידות יריעות סולאריות OPV בחממות

סמר מסאלחה<sup>1</sup>, אסטר מגאדלה<sup>1</sup>, מאיר טייטל<sup>2</sup>, מעיין פרימן פרץ<sup>2</sup>, אבראהים יחיא<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מרכז מו"פ אזורי המשולש. ([msamar991@gmail.com](mailto:msamar991@gmail.com))

<sup>2</sup>מכון וולקני.

התכונות הסלקטיביות של ה-OPV כמו קלילות, גמישות, ושקיפות סלקטיבית הופכות אותו לפתרון מעניין לאגרו-וולטאי בחממות. מאמר זה מסכם תוצאות החשמל ויציבות יריעות ה-OPV המשולבים בחממה חקלאית במו"פ המשולש. ההשפעה של המיקום והכיוונים ליריעות על הגג מוצגת בהשוואה ליריעות המותקנים על מסגרות ליד החממה. הניסוי נערך מ-22.5.19 עד 24.12.19. יריעות OPV על גג הפוליאטילן מבחוץ ומבפנים של החממה. יריעת OPV נוספת הותקנה על מסגרת ליד החממה. איסוף הנתונים נעשה לפי פרוטוקול המדידה החיצונית ISOS-O-2. היעילות של היריעות המותקנות על גג החממה הגיעה לשיאה כ-3% בשעות שונות של היום, ובהתאם למיקומן על הגג. יעילות השיא התרחשה בזמנים בהם הן לא היו בקרינה ישירה. מחקר זה השווה גם את ההתנהגות החשמלית והדגרדציה של יריעות המותקנות בתוך החממה (L4) בהשוואה ליריעות המותקנות על גג החממה (L2) ואלה שבהטיה 30° הפונות דרומה ליד החממה (L8). יריעה L8 הייתה בעלת קרינה וערכי Pmax הגבוהים ביותר כמוכן ערכי Pmax עבור L2 היו גבוהים מ-L4, עקב הקרינה הגבוהה יותר בחוץ בהשוואה לתוך החממה. שלושה גורמים השפיעו על הדגרדציה ביריעות: חשיפה לתנאי מזג אוויר קשים, מתחים מכניים של תנועות הגג, והצטברות אבק על היריעות. לסיכום, התקנת יריעות OPV בתוך חממה לא רק יכולה לתרום לתוחלת חיים שלהם, אלא גם לעלייה בתפוקת מחזור החיים הכוללת. ההתקנה בתוך החממה עושה שימוש גם בביצועים המעולים של היריעות באור מפוזר, ובכך מגדילה את היעילות. על ידי אי קיבוע יריעות ה-OPV ליריעות החממה, ובכך הימנעות מהלחצים המכניים על היריעות עקב תנועת כיסוי החממה, ניתן לשפר עוד את חיי OPV. לכן מחקר נוסף יכול חקירת שיטות התקנה שונות בתוך חממות.

## ב-14: ניטור פעילות של חיות בר בשטחים חקלאיים כצעד בדרך לצמצום בקונפליקט בין חיות-בר לחקלאות

ענת פלג<sup>1,2\*</sup>, אור שפיגל<sup>2</sup>, אורן שלף<sup>1</sup>

1. המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

[shelef@volcani.gov.il](mailto:shelef@volcani.gov.il)

2. בית הספר לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב

שטחים חקלאיים משמשים בית גידול למגוון חיות-בר, אשר בחלקן מהוות מקור לנדקים משמעותיים עבור המגדלים. יונקים ועופות מסבים נזק ישיר לענפי חקלאות שונים על-ידי אכילת יבול, ונדקים עקיפים על-ידי פגיעה בצומח ובתשתיות. משאבים רבים של זמן, עבודה, וכסף מושקעים במאמצים לצמצום נדקים אלו, אך לאחרונה גוברת ההכרה בחשיבות של שימושי שטח דואליים ואיזון בין ייצור-מזון (צמצום הפרעת הטבע לפעילות החקלאית) ובין שמירת-הטבע ושרותי המערכת שהוא מספק. אף-על-פי-כן, המחקר האגרו-אקולוגי נמצא בראשיתו וישנו פער ידע משמעותי, במיוחד בדירה המקומית, לגבי זהות החיות המזיקות, אופי הנדקים ופיזורם בזמן ובמרחב. במחקר זה אנו מתמקדים בחולייתנים ובנדקים שלהם לגידולי עצים באזור עמק חפר, מתוך שאיפה לקדם פתרונות לרווחת החקלאי, תוך צמצום הפגיעה במערכת הטבעית. ראשית, על מנת לאפיין את מוקדי הקונפליקט אנו מציעים להצליב בין ניטור פעילות חיות בר (ע"י מצלמות שביל מופעלות תנועה) ובין דיווחי נדקים מחקלאים. שנית, מתוך אפיון הפעילות אנו מציעים לבחון ולקדם פתרונות יעילים שאינם הרסניים לחיות-הבר וממזערים הפרעה למינים נלווים (שאינם מזיקים). במשך שנה (מרץ 2020 עד פברואר 2021) עקבנו אחר פעילות חיות-בר באתר בודד (פרדס) בעמק-חפר. במסגרת המחקר תועדו עד כה 14 מינים של יונקים, 6 מיני זוחלים ו-40 מיני עופות. מהתוצאות הראשוניות עולה כי עיקר הפעילות המזיקה הינו כרסום צינוריות השקיה על-ידי תנים בתקופת ההשקיה (יולי - נובמבר). לקראת המשך המחקר והרחבת היריעה פיזרנו בפברואר 2021 מחדש את המצלמות ברחבי עמק-חפר בפרדסים ומטעי אבוקדו על-מנת לייצג את הפעילות במרחב המועצה האזורית כולו. בתקשורת רציפה עם החקלאים אנחנו מכוונים להבין את הקונפליקט טוב יותר על-מנת לפתח פתרונות לצמצומו, כגון חיפוי צינורות או יצירת מוקדי משיכה אלטרנטיביים.



## ב-15: סטריגולקטונים מעורבים בעיצוב המיקרוביטה של השורש והריזוספירה

יבגניה דור<sup>1</sup>, מיה ללזר<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה למחלות צמחים וחקר עשבים, מרכז מחקר נוה יער, מינהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup>. היחידה לשירותי ביואינפורמטיקה, אוניברסיטת חיפה

[evgeniad@volcani.agri.gov.il](mailto:evgeniad@volcani.agri.gov.il)

הצורך מתמשך להגדלת ייצור המזון דורש גישות חדשות לשיפור הפיריון והיעילות בחקלאות. פריסת מיקרואורגניזמים להגברת ספיגת התזונה הצמחית והתגברות על לחצים ביוטיים ואביוטיים מציעה את אחד ממאגרי ההזדמנויות הבודדים שלא נוצלו להתמודדות עם בעיות קיימות בחקלאות. זיהוי המנגנונים המניעים את הדינמיקה של המערכת האקולוגית הוא אתגר מרכזי שיאפשר מניפולציה של מנגנונים אלה. שיפור זנים ביחד עם מניפולציה של אוכלוסיית המיקרוביוטה והרכבה יהיה המפתח לניהול מערכות אגרו-אקולוגיות יעילות. סטריגולקטונים זוהו בתחילה כממריצי נביטה של צמחים טפילים וכגורמי הסתעפות של פטריות מיקוריזה, בהמשך אופיינו גם כפיטוהורמונים. יש להניח שסטריגולקטונים ממלאים תפקידים חשובים נוספים בכך שהם משפיעים על מיקרואורגניזמים בסביבת הצמח. סטריגולקטונים עשויים "לעצב" את הקהילה המיקרוביאלית בריזוספירה באופן ישיר באמצעות משיכת מיקרואורגניזמים מיטיבים ודיכוי פעילותם של מחוללי מחלות צמחים. כמו כן הם עשויים להשפיע באורח עקיף, באמצעות שינוי פעילות השורשים והפרשותיהם ובכך לשנות גם את ההרכב וקצב ההתפתחות של המיקרוביום של הבר *M82*. ההרכב ומבנה המיקרוביוטה של השורשים ושל הריזוספירה הוערכו על ידי ניתוח רצף אמפליקון של הגן *rRNA16*. אופיינו קהילות חיידקים עתירות ב- *Proteobacteria* ו- *Bacteroidia*. זוהו מספר אוכלוסיות של חיידקי מפתח עם שפע שונה באופן משמעותי בין הגנוטיפים כולל אוכלוסיית השורשים הדומיננטית ביותר - *Pseudomonas* sp. שהיה כפול ב- *SL-ORT*, בהשוואה ל- *M82*. בנוסף, נמצאו הבדלים בשכיחות היחסיות של *Rhizobium*. תוצאות אלו מרמזות על השפעתם של סטריגולקטונים על עיצוב המיקרוביום של השורש והריזוספירה.

## ב-16: השפעת סוגי איברים בצמח מלון (*Cucumis melo*) על ביטוי אפקטורים המופרשים ע"י מערכת הפרשה מסוג III של החיידק *Acidovorax citrulli*

אביאל רוזנבאום<sup>1</sup> ושאול בורדמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים. [aviel.rosenbaum@mail.huji.ac.il](mailto:aviel.rosenbaum@mail.huji.ac.il)

מחלת הכתם החיידקי הגדול (bacterial fruit blotch, BFB) בדלועים נגרמת על ידי החיידק *Acidovorax citrulli* ופוגעת בעיקר בצמחי מלון ואבטיח. החיידק מתבסס על מערכת הפרשה מסוג III (type III secretion system, T3SS) על מנת להחדיר לצמח אפקטורים (type III effectors, T3Es) המביאים לשיבושו התקין של התא. T3Es מגוונים מאוד ובעלי פונקציות ביוכימיות שונות, חלקם נמצאים תחת בקרה של פקטורי השעתוק HrpG ו-HrpX. במחקר שנעשה לאחרונה נחשף עושר ה-T3Es הנמצאים בגנום *A. citrulli* מין M6, ונמצאו 58 גנים המקודדים ל-T3Es. אנו משערים שרמות הביטוי של T3Es תלויות בין היתר בסוג האיבר אותו החיידק פוגש ובזמן ההתבססות בצמח. הבנת דרכי השימוש ב-T3Es הינה הכרחית ללמידה על מחלת BFB. במחקר זה בחנו כיצד משתנה ביטוי T3Es נבחרים של *A. citrulli* לאחר אילוח איברים שונים של צמחי מלון אחרי 24 ו-96 שעות. בעזרת qRT-PCR נבחנו רמת הביטוי היחסי של תשעה T3Es בהיפוקוטייל, בפסיג, בעלה ובמצע XVM2 (המחקה את תנאי האפופלסט). ראינו שהגן *APS58\_1921*, המקודד ל-T3E בעל דמיון ל-AvrPph3 של *Pseudomonas syringae*, הראה ביטוי גבוה. בנוסף ראינו שרמת הביטוי של רוב הגנים שנבדקו בהיפוקוטייל ובעלה היו גבוהים יותר לאחר 96 שעות לעומת אחרי 24 שעות, וש-T3Es שנמצאו תחת בקרה של HrpX בניסוי *in vitro* היו בעל בקרה דומה גם בצמח. למיטב הבנתנו מיפוי T3Es באיברים שונים של הצמח לאורך תהליך ההדבקה, לא נעשה עד כה בחיידקים פיטופתוגנים כלל. עבודה זו היא צעד ראשון במיפוי השימוש של *A. citrulli* ב-T3Es.

ב-17: מחלות ויראליות בדבורי בר ודבורי דבש:  
השפעת משתנים מקומיים ונופיים על תפוצת וירוסים במאביקי בר

עידן קנוניץ<sup>1,2</sup>, נעמה ארקין<sup>2,3</sup>, טל ארז<sup>4</sup>, קייטי פ. דונבואו<sup>5</sup>, אחיק דורצ'ין<sup>6</sup>, נור צ'חנובסקי<sup>4</sup>, מישל פלניק<sup>5</sup>, אסף שדה<sup>2</sup>, יעל מנדליק<sup>1</sup>

1. האוניברסיטה העברית בירושלים. [idan.kanonitch@mail.huji.ac.il](mailto:idan.kanonitch@mail.huji.ac.il)
2. המעבדה לאגרואקולוגיה, המחלקה למשאבי טבע, מרכז מחקר נווה יער
3. אוניברסיטת בר אילן
4. אנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מכון וולקני
5. אוניברסיטת מונטנה, ארה"ב.
6. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

וירוסים נחקרים כגורמים אפשריים לתמותת דבורי דבש ודעיכת אוכלוסיות מאביקים, אך מעט ידוע על תהליכי הפצתם הבין-מינית, שכנראה מתרחשת בעיקר בשיחור על פרחים משותפים. בחנו את הקשר בין פעילות דבורי דבש ומאפייני חברת הצומח להסתברות הימצאותם של וירוסים בדבורי בר. בסקאלה המקומית שיערנו שאם מקור ההדבקה של הוירוסים הוא דבורי הדבש, יהיה קשר חיובי בין צפיפות לבין הנגיעות בדבורי הבר. בנוסף שיערנו שקיים קשר שלילי בין מגוון הפרחים באתר לבין נגיעות דבורי הבר בוירוסים, בשל הפחתת חפיפה בין-מינית במשאבי השיחור. בסקאלה הנופית שיערנו שקיים קשר בין הנגיעות בדבורי הבר לתכסית השטחים הלא-מעובדים או לזמינות משאבי פריחה. במהלך סקר ב-14 אתרים בשפלת יהודה עם שונות בצפיפות פעילות דבורי הדבש ובמגוון מיני הפרחים, אספנו 150 דבורי דבש ו-153 דבורי בר מהסוג אנדרנה. מצאנו קשר חיובי בין ההסתברות למציאת הוירוסים SBV (Sacbrood Virus) ו-DWV (Deformed Wing Virus) באנדרנות לבין פעילות דבורי הדבש ולמגוון הפרחים באתר. להרכב הפרחים באתר היתה השפעה על הנגיעות בוירוס BQCV (Black Queen Cell Virus) ובוירוס SBV. בסקאלה הנופית, מצאנו קשר חיובי בין אומדני הצפיפות ומשך הפריחה ברדיוס 250 מ לבין הנגיעות בוירוס LSV (Lake Sinai Virus) ובוירוס BQCV, וקשר שלילי בין אחוז השטחים המעובדים עד רדיוס 500 מ לבין הנגיעות בוירוס SBV. בנוסף, בסריקה מטא-גנומית זיהינו וירוס חדש במדע שהופיע בשכיחות גבוהה יותר באנדרנות מאשר בדבורי הדבש, ומשתכפל בשתייהן, ולכן קראנו לו AnBV-1 (Andrena associated Bee Virus-1). מצאנו קשר חיובי בין פעילות האנדרנות הנגועות ב-AnBV-1 לבין שכיחותו בדבורי הדבש וקשר שלילי למגוון הפרחים. התוצאות מרמזות על הפצת וירוסים דו-כיוונית בין דבורי דבש ואנדרנות, שתלויה במאפייני הצומח בבית הגידול ובנוף. המחקר נמשך במטרה להבהיר את דפוסי ההפצה של הוירוסים הללו והשפעתם על תפקוד המאביקים.

## ב-18: הפוטנציאל הטמון בקרומי קרקע מדבריים כמקור לפיתוח הדברה ידידותית לסביבה

דיקלה אקשטיין, יוליה סבטין, חגי רענן

המחלקה למחלות צמחים ועשבים שוטים, מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, מכון וולקני

[hagair@volcani.agri.gov.il](mailto:hagair@volcani.agri.gov.il)

פתוגנים שוכני קרקע גורמים למחלות חמורות ומזיק רב ליבול במגוון גידולים חקלאיים. בהעדר צמח מאכסן, מייצרים הפתוגנים גופים ברי קיימא המסוגלים לשרוד בקרקע שנים ארוכות. אמצעי ההדברה והחיטוי הכימיים מזהמים, מסכנים את בריאות האדם והסביבה ועלולים לגרום להתפתחות עמידות כנגדם. עקב כך, יותר ויותר חומרי הדברה נאסרים לשימוש בשנים האחרונות. לאור זאת, מאמצים רבים מופנים לפיתוח טכנולוגיות הדברה ידידותיות לסביבה ובכלל זה הדברה ביולוגית. על אף המאמץ הרב המושקע, רבים מהטיפולים הביולוגיים נכשלים בשלב היישום בשדה. הכישלון נובע ככל הנראה מאי ההצלחה של האורגניזמים המיושמים לעמוד בתחרות עם המיקרואורגניזמים הטבעיים ותנאי הסביבה בסביבת השורש של הצמח. קרומי הקרקע הביולוגיים הינם הכיסוי הטבעי של הקרקע באזורים מדבריים רבים. לקרומים תפקיד קריטי בייצוב אזורים חוליים ומניעת תהליכי מידבור והם משפיעים במידה רבה על המגוון הביולוגי באזורים אלו. המיקרואורגניזמים המאכלסים את קרומי הקרקע פתחו מנגנוני עמידות ייחודיים לתנאי סביבה קיצוניים כגון יובש, קרינה וטמפרטורות גבוהות על מנת לשרוד בתנאי הסביבה הקשים השוררים בקרומים. מיקרואורגניזמים אילו מהווים מאגר גנטי למגוון יכולות שטרם נחקר. האצה *Chlorella ohadii* שבודדה מקרומי קרקע באזור ניצנה בנגב המערבי, עמידה ביותר לתנאי סביבה קיצוניים. באופן מפתיע, על אף העמידות יוצאת הדופן, קצב הגידול של *C. ohadii* הוא אחד המהירים ביותר הידועים באצות. תוצאות ראשוניות מראות ש *C. ohadii* מפרישה חומרים המעכבים את הגידול של מגוון פטריות שוכנות קרקע כדוגמת דורת ורדוקטוניה. בנוסף מפחיתה האצה את היצירה והוויביליות של סקלרוציות מאותן פטריות. השילוב של קצב גידול מהיר, עמידות לעקות ויכולתה לעקב פתוגנים שונים מציב את האצה כמועמדת מועדפת לפיתוח הדברה ביולוגית ידידותית לסביבה, בייחוד עבור אזורי מדבר ובעולם הולך ומתחמם.

## ב-19: השפעת עייפות הקרקע על אוכלוסיות חיידקים ופטריית בקרקע של מטעי בננות

דוד-דן כהן<sup>1</sup>, יונתן שיר<sup>2</sup>, נבות גלפד<sup>3</sup>, דרור מינקין<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מרכז וולקני, בית דגן, מיג"ל - מכון מחקר לגליל, קרית שמונה, מיג"ל - מ"פ צפון, קרית שמונה. (minz@volcani.agri.gov.il)

תופעת עייפות הקרקע מפחיתה את יבול הבננות ופוגעת ברווחיות הענף. מהקטיף הראשון ישנה הדרדרות הדרגתית בתנובת הבננות, המביאה לכך שרמת היבול הממוצעת יורדת תוך מספר שנים. הידע על הגורמים לה, בארץ ובעולם, הוא זעום. מחקר מקדים שביצענו, מרמז לכך שהצטברות גורמי מחלות קרקע, הנובעת מהפרת האיזון המיקרוביאלי בקרקע, הוא הגורם המרכזי לתופעה: קרקע "עייפה" שנלקחה ממתע בננות בן חמש שנים, חוטאה בחומר מתאם-סודיום, המיועד לחיטוי מדיקי קרקע שונים. הצמחים שגדלו בקרקע המחוטאת היו בעלי צימוח נמרץ ותקין, בהשוואה לצמחים שגדלו בקרקע ה"עייפה" הלא מחוטאת. לצורך המחקר יצרנו באופן מבוקר קרקעות ברמת "עייפות שונה". 24 מכלים בנפח 1.5 קוב מולאו בקרקע "חזקה" לגידול בננה, שנלקחה מפרדס לאחר 10 שנות גידול. אחת לחצי שנה, נשתלה שלישיית מכלים, כך שבעת הדיגום היו בידינו קרקעות ברמות "גיל" "ועייפות" שונות, לאחר 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 חודשי גידול בננה. בידינו היו דוגמאות שאספנו מסה"כ 8 טיפולי הזמן ("גיל" הקרקע בטווח של 0-42 חודשים), בשלוש חזרות (שלושה מכלים לכל גיל). לניתוח הגיעו בסך הכול 71 דגימות (אחת אבדה במהלך הטיפולים). לצורך התמודדות יעילה עם התופעה, יש צורך לזהות ולהוכיח את מעורבותם של מיני אורגניזמים ספציפיים בתופעה. על כן, ניתחנו את הרכב חברת החיידקים והפטריית: ניתחנו את המיקרוביום של (1) הקרקעות הרחוקות מהשורש, (2) קרקעות ריזוספריות (קרובות לשורש ומושפעות ממנו ביותר) ו (3) זה של השורשים. אחרי ביצוע של ריצוף עמוק של הגנים ל-S16 (המהווה סמן משפחתי לחיידקים) ול-ITS (גן המהווה סמן משפחתי לפטריות) ואנליזה ביואינפורמטית הגענו למסקנה שיש שינוי מובהק בהרכב האוכלוסיה גם בחיידקים וגם בפטריות וזה נראה גם באוכלוסיות השורשים ובקרקע.

## ב-20: השפעת אנזימים המפרקים מולקולות סיגנל N-acyl Homoserine Lactones (AHLs) על ביטוי פקטורי אלימות תחת הרגולציה של Quorum sensing ועיכוב מחלת החירכון הנגרמת על ידי *Erwinia amylovora*

שלומית דור<sup>1</sup>, ספיר יער-בר<sup>1,3</sup>, דוד גורביץ<sup>1</sup>, מעין ערוב<sup>1</sup>, יהודית מוי<sup>2</sup>, אורלי מאירס<sup>2</sup>, מרי דפני ילין<sup>2</sup>, ליבנת ג'ורנו אפריאט<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> מכון ידע גליל, <sup>2</sup> מו"פ צפון, <sup>3</sup>מכללת תל חי. [shlomitd@migal.org.il](mailto:shlomitd@migal.org.il)

אחד המנגנונים הידועים בחיידקים לבקרת תקשורת בין חיידקית כתלות בצפיפות האוכלוסיה, היא מערכת החישה הנקראת Quorum Sensing (QS). מערכת זו מאפשרת לחיידקים לסנכרן ביטוי של גנים בהתאם לצפיפות האוכלוסייה, כולל גנים המעורבים באלימות. מחלת החירכון, נגרמת על ידי החיידק *Erwinia amylovora* המחלה מתפתחת בעיקר בעצי אגס. ההדבקה בחיידקים מתרחשת בדרך כלל בתפרחות או בענפים צעירים. הסימפטומים האופייניים למחלה - הם תפרחות וענפים שחורים. ההתמודדות עם המחלה והצורך להגדיל את התשואה החקלאית הוביל לשימוש בתכשירי הדברה ובאנטיביוטיקה. כיום ישנו צורך בשיטות חדשות אשר לא יגרמו להופעת זנים עמידים ויפחיתו את הסיכון הסביבתי והנזק הבריאותי. החיידק *Erwinia amylovora* מפריש לקטונים ממשפחת ה-AHLs (Acyl H homoserine Lactone), מולקולות סיגנל המתווכות את מערכת ה-QS. הגנים הנמצאים תחת רגולציה ה-QS מקודדים לפקטורי אלימות כגון ייצור של פוליסכרידים חוץ תאיים (אמילורן ולבאן). בעבודה זו, בוצע ביטוי רקומביננטי, וניקוי של אנזים המפרק את מולקולת ה-AHL המופרשת מהפתוגן והוספה של האנזים הנקי לתרבית חיידקים הובילה לירידה ברמות הביטוי של הגן המקודד לאנזים המייצר את מולקולת הסיגנל וגם לגן המקודד ללבאן-סוכרז, אחד האנזימים המעורבים בייצור הפוליסכריד לבאן. במחקר נוסף ביצענו נסיונות הדבקה בחדרי גידול ובשטח, שבהן יישמנו אנזים המפרק את מולקולת הסיגנל של הפתוגן על תפרחות (יישום יחד עם הפתוגן ויישום מקדים). הטיפול המקדים באנזים הצליח לעכב באופן משמעותי, כאשר בשדה נצפתה ירידה של כ-70% בהדבקה בתפרחות לעומת ביקורת לא מטופלת ( $p = 0.0008$ ). לסיכום, תוצאות אלו מראות כי אנזימים מפרקי AHL מעכבים את מנגנון ה-QS בפתוגן הגורם לחירכון, ויישום של אנזימים אלו כטיפול אנטי-בקטריאלי יכול להוות פתרון עתידי להתמודדות עם המחלה.

## ב-21: הנדסה מחדש של מיקרוביום השורש: פרו-ביוטיקה לצמחים?

אלכסנדר יבנקו-גריןאפל<sup>1,2</sup>, דרור מינקי

1מכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני.

2פקולטה לחקלאות, מדון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

[alexe@volcani.agri.gov.il](mailto:alexe@volcani.agri.gov.il)

על מנת להאכיל את אוכלוסיית העולם, הדרישה העולמית למזון צפויה לעלות בכ-70% עד 2050. זאת על רקע מספר אתגרים לפנייהם ניצבת התעשייה החקלאית וביניהם: הידלדלות משאבי הקרקע, ירידה בפוריות הקרקע ואקלים לא יציב. לכן, נוצר צורך עולמי להגדיל את יעילות ניצול המשאבים ולשפר את פרודוקטיביות הייצור ליחידת קרקע. לחיידקים המאכלסים את הריזוספירה (Rhizosphere microbiome) יש תפקיד מפתח בתזונת הצמח ובריאותו. פרט ליכולת שלהם לסייע בהגדלת זמינות חומרי הזנה, חיידקים אלו יכולים, למשל, להשפיע על ארכיטקטורת השורש ועל ידי כך לתרום להזנת הצמח ולמיתון מצבי עקה הנגרמים מיובש או מליחות. בניסיון לתת מענה לאתגרים שהוזכרו, סרקנו כאלף חיידקי ריזוספירה ובודדנו, בשיטות מיקרוביולוגיה קלאסית כ-200 תבדידים משורשי קרובי הבר (*Solanum elaeagnifolium*, *Solanum nigrum*) של העגבנייה התרבותית (*Solanum lycopersicum*) ומשורשי זני עגבנייה מסחריים מקרקעות שונות. אנו סורקים את התבדידים *in planta* בחיפוש אחר השפעה מטיבה. בגישה זו, אנו בוחנים את התבדידים על ידי יישום של כל חיידק שבודד ובחינה של הפנוטיפ הצמחי בתנאי גידול רגילים או על רקע עקה א-ביוטית (מליחות/יובש). בנוסף, אנו עורכים ניסוי ארוך טווח בו אנו מבצעים העשרה לאוכלוסיות השורש של החיידקים לפי תכונות עידוד צמיחה על מנת למצוא אוכלוסייה ותבדידים בעלי פעילות חדשנית על פי ברירה מלאכותית של תכונה בצמח. בתהליך זה אנו מעבירים את חברת חיידקי הריזוספירה של הצמחים המצטיינים בין מחזורי הגידול. כך, אנו מקווים לקבל העשרה של אוכלוסיות מיקרוביאליות על השורש על בסיס אסוציאציה עם התכונה הרצויה. התהליך מכוון ומצמצם את המגוון הפונקציונאלי של אוכלוסיות המיקרואורגניזמים על פי הפנוטיפ הצמחי. בהמשך נבודד את החיידקים ונאשש את פעילותם מעודדת הגדילה כבודדים במערכת השורש.

## ב-22: הדברה ירוקה למחלת הנבילה המאוחרת בתירס

אופיר דגני ושלומית דור

מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל, המכללה האקדמית תל-חי, [ofird@telhai.ac.il](mailto:ofird@telhai.ac.il)

תירס הינו הגידול השלישי בחשיבותו בעולם, אחרי חיטה ואורז. בישראל התירס הוא גידול מרכזי המשתרע על כ- 33,500 דונם והיבול ב- 2019 נאמד בכ- 77,800 טון. ענף חקלאי זה מתמודד מחלת הנבילה המאוחרת הנגרמת על ידי הפטרייה *Magnaporthiopsis maydis*. הפתוגן מופץ בקרקע, בזרעים, ובצמחים פונדקאים משניים דוגמת כותנה, אבטיח, זיפן ירוק ותורמוס. לאורך השנים נעשו ניסיונות להדביר את הפתוגן בשיטות שונות. למרות הפוטנציאל החיובי של חלקן, עד היום, האמצעי היחיד שמיושם בארץ ובארצות נוספות להתמודדות עם המחלה הוא שימוש בזני תירס עמידים. מנגד קיימים קווים אלימים של הפתוגן המאיימים על זנים אלו. ב- 2018 פורסמה שיטת הדברה כימית אפקטיבית וכלכלית המאפשרת למנוע את המחלה. יחד עם זאת בשימוש בחומרי הדברה קיים חשש מתמיד שהפתוגן יפתח עמידות לתכשיר והם נחשבים כגורם סיכון סביבתי ובריאותי. פיתוח שיטות הדברה ידידותית לסביבה ובמרכזן שימוש בחיידקים ובפטטריות מועילות התוקפים את הפתוגן או מנטרלים אותו הוא בחזית המחקר העולמי בנושא. בעבודה זו נסרקה הפעילות של 8 תבדידי טריכודרמה ממינים שונים כנגד פתוגן התירס *M. maydis*. "שניים מהם, *T. longibrachiatum* ו- *T. asperelloides* תקפו את הפתוגן בעימות ישיר בצלחות מצע, הפרישו חומרים מעכבים שמנעו את גדילתו ואף הרגו אותו, שיפרו את העמידות של נבטים כנגדו ולבסוף הוכיחו את עצמם במבחן בתנאי שדה לאורך עונת גידול מלאה. במבחן האחרון תוספת הטריכודרמה ישירות לזרעים עם הזריעה הגנה על צמח רגיש למחלה, שיפרה משמעותית את מדדי הצמיחה והיבולים לרמה של צמחים בריאים והפחיתה את כמות הפתוגן ברקמות הצמחים ב- 98%. המחקר הנוכחי משפר את הבנתנו לגבי מחלה זו וההתמודדות עמה ומציע ממשק הדברה ירוק למחלה בעל יעילות גבוהה.



## ב-23: התרומה של מערך ניהול איזורי על שידרוג ההדברה הידידותית במטעי נשירים בישראל

מרים זילברשטיין<sup>1,2,3</sup>, סמדר אידלין הררי<sup>1</sup>, יהודית ורדי<sup>1</sup>, דוד קלס<sup>1</sup>, ולרי אורלוב<sup>2</sup>, דוד דהן<sup>4</sup>,  
ועפר מנדלסון<sup>5</sup>

<sup>1</sup>החברה לחקלאות גליל עליון

<sup>2</sup>מו"פ צפון

<sup>3</sup>מועצת הצמחים

<sup>4</sup>השירותים להגה"צ ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

<sup>5</sup>הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב

miriams@migal.org.il

השימוש הנרחב בתמרי הדברה משפיע מאד לרעה על הסביבה והאדם, ומזה כמה עשורים נעשים מאמצים לקדם ממשק הדברה משולבת (IPM), לפיתוח אמצעי הדברה ידידותיים לסביבה וספציפיים למזיקי מטרה, וקידום חקלאות ברת-קיימא, ללא פגיעה בתוצרת חקלאית איכותית. חסם משמעותי לאימוץ אמצעים ידידותיים יותר הינו מידת היעילות שלהם, שהינה לעיתים פחותה מזו של חמרי ההדברה המסורתיים (כמו זרחנים אורגניים וקרבתים), ובנוסף עלותם לרוב גבוהה יותר. בהתחשב גם בהתרחבות פלישת מזיקים חדשים בארץ ובעולם, התנאי לניהול הדברה משולבת יעילה הינו ניהול ממשק הוליסטי-איזורי (A.W-I.P.M.נטול "איים" שיהוו מקור להתפרצות מזיקים חוזרת. ניהול ממשק איזורי הוליסטי מאפשר התחשבות בכל מגוון המזיקים והמחלות הקיימים ובפוטנציאל הפולשים (כמו זבוב האפרסק), וחיבור כל המגדלים באיזור להתנהלות אחראית ומשותפת (Collective action). מעבר להיבט המקצועי של הגנת הצומח הממשק צריך לכלול גם בניית אמון בקרב כל החקלאים, תאום פעולות אזורי ופיקוח מרחבי שוטף. המיזם המוצלח להדברה איזורית של זבוב הפירות הים תיכוני (דפי"ת *Ceratitis capitata* -) המקיף כ-85,000 דונם באיזור הגליל, הגולן והדרום, ומיזמים דומים וקטנים יותר, הצביעו על הפוטנציאל הגבוה לשליטה אפקטיבית על המזיק באמצעים ידידותיים באזור נרחב. המיזם הוכיח את היכולת לשיפור התרבות החקלאית של מאות חקלאים באזור שלם, בהתבסס על תשתית מקצועית וניהולית אזורית, תוך ניתוח נתונים, קבלת החלטות והפצת המלצות בזמן אמיתי בכל האזור, כולל מעקב שוטף אחרי רמת ביצוע ההמלצות והסניטציה. על בסיס תשתית זו הורחבה הפעילות לניהול ממשק של כלל מזיקי המפתח. בדיווח יוצגו היתרונות והתרומה של ניהול ממשק איזורי ובניית שת"פ של מגדלים רבים במרחב, ויוצגו תוצאות של שימוש נרחב בבלבול עשים, וואו לכידה המונית, כתחליף לריסוסים כימיים.

## ב-24: פירוק הידרותרמי של פסולת פלסטיק חקלאית

רן דרזי<sup>1,2</sup>, יעל דובובסקי<sup>1</sup>, רועי פוסמניק<sup>2</sup>

<sup>1</sup> הנדסת הסביבה מים וחקלאות - הטכניון

<sup>2</sup> מרכז המחקר נווה יער - מכון וולקני

randarzi.tech@gmail.com

לצד התועלת הרבה שיש לשימוש בפלסטיק בחקלאות, פסולת פלסטיק מהווה מטריד סביבתי בקנה מידה לאומי ועולמי ויוצרת זיהומי קרקע, מים ואטמוספירה. למרות עליה בשיעורי המחזור, הטכנולוגיות הקיימות מתקשות להתמודד עם האתגר. פסולת פלסטיק מפעילות חקלאית אף מערימה קשיים נוספים לתעשיית המחזור כדוגמת יריעות חיפוי רב-שכבתיות, שאריות חומר אורגני, קרקע ואגרו-כימיקלים, ופלסטיק שחשוף לקרינת השמש. כל אלו מורידים את איכות המחזור והמוצר הממוחזר לרוב בעל תכונות נחותות מן הפלסטיק המקורי. כיום, רוב פסולת הפלסטיק מפעילות חקלאית כלל אינה מטופלת, זולגת לסביבה ומהווה מטריד סביבתי ובריאותי. המחקר מציע כיוון חדש לטיפול בפסולת פלסטיק בתהליך הידרותרמי - פירוק הפולימר למרכיבי היסוד שלו בתוך מדיום של מים תת קריטיים בטמפרטורה 300-400 מעלות צלזיוס בלחץ הגבוה מלחץ האדים (סמוך לנקודה הקריטית של מים, 374 מ"צ ו-220 אטמ"). בתהליך זה, ניתן להתמיר פסולת פלסטיק לתרכובות בעלות ערך, מהן ניתן לייצר פלסטיק גולמי חדש. ממצאי המחקר מצביעים על פוטנציאל גבוה של הטכנולוגיה המוצעת לטיפול בפוליאסטר מטיפוס פוליאתילן-טרפטאלאט ופוליאמיד מטיפוס ניילון-6. יכולת השבה גבוהה של אבני הבניין המונומריים נמדדה לאחר תגובת כל אחד מן הפולימרים בנפרד. בנוסף נמצא כי תגובת תערובת הפולימרים אינה פוגעת במידת ההשבה ומצביעה על פוטנציאל לטיפול בפלסטיק רב-שכבתי כדוגמת יריעות חיפוי. העמקת הידע על מנגנוני הפירוק של הפולימרים השונים והפרמטרים המשפיעים על יעילות התהליך נדרשת לשם קידום חלופות לטיפול בפסולת פלסטיק ומעבר לכלכלה מעגלית החיונית לפיתוח חקלאות בת-קיימא.

## ב-25: הפקת תאי גזע מושרים של פרה

גיזל שודי<sup>1</sup>, איבנה ריברסקי-חורב<sup>1</sup>, דנה ניר<sup>1</sup>, ד"ר כרמית שטראוס<sup>1</sup>, ד"ר שרון שלזינגר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

**רקע:** המחקר בתאי גזע נמשך למעלה מ-40 שנה, אך רק באדם ובעכבר תאים אלה אופיינו כראוי, וישנם פרוטוקולים ותהליכי עבודה מוסכמים ואחידים. זה אינו המקרה עבור בעלי חיים אחרים ובכלל זה בקר. תאי גזע מתאפיינים ביכולת לחידוש עצמי בלתי מוגבל ויכולת להתמיין לכל שכבות הנבט ובעצם לכל תאי הגוף. תאים אלו יכולים להילקח ישירות מעובר או שאפשר להשרות את היווצרותם מחדש מתאים ממוינים ולקבל תאי גזע מושרים. המחקר הנוכחי מתמקד בייצור תאי גזע פלורופוטנטים מושרים מעובר פרה. בתהליך הזה, תאים פיברובלסטים, שהינם תאי רקמת חיבור ממוינים, עוברים תכנות מחדש והופכים לתאי גזע מושרים.

**מטרות המחקר:** ייצור תאי גזע פלורופוטנטים מושרים בבקר שימשו לחקר והבנה טובה יותר של תהליכי ההתפתחות עוברית מוקדמת ולהבין את המנגנונים המולקולריים המשפיעים על הפגיעה בפוריות בעקבות מצבי עקה. ראשית, נבסס מערכת מודל חדשנית של תאי גזע עובריים ממקור פרה. שנית, נכייל מערכת למדידת עקה חמצונית בתאים ולהתמודדות איתה.

**חומרים ושיטות:** עוברי פרה התקבלו מבית מטבחיים. רקמה פיברובלסטית עובדה בתנאים סטרילים. תאים אלו פוצלו פעמיים ולאחר מכן הודבקו ב-7 וקטורים ויראליים המכילים פקטורים פלורופוטנטים. הוקטורים הושרו ע"י מתן דוסקיציקלין. לאחר 2-3 שבועות, המושבות בודדו וגודלו בנפרד עם מדיום גדילה מתאים עבור תאי גזע. ממושבות שגדלו לאורך זמן הופק רנ"א ונעשתה בדיקה כמותית של מקטעי הפקטורים הפוליופוטנטים ע"י qRT-PCR על מנת להעריך את מידת הפלורופוטנטיות של המושבות.

למחקר זה הפוטנציאל ליצירת מערכת מחקרית לשלבי ההתפתחות העובריים המוקדמים של עוברי בקר.

## ב-26: השפעה של מזהמים סביבתיים מסוג פטלאטים על איכות תאי זרע וביציות בקר

דורית קלו וצביקה רוט

המחלקה למדעי בע"ח, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, ירושלים

[droit.kalo@mail.huji.ac.il](mailto:droit.kalo@mail.huji.ac.il)

בשנים האחרונות פוריות הפרות נמצאת בירידה. מבין הגורמים הסביבתיים המעורבים נציין חשיפה לעקת חום, לרעלנים המצויים במזון ולמזהמים סביבתיים ובכלל זה פטלאטים. פטלאטים הם כימיקלים שמקורם בתעשיית הפלסטיק, ונמצאים במוצרים רבים ומגוונים. לחומרים אלו זמן מחצית חיים ארוך, הם מצטברים בסביבה ובשל כך החשיפה אליהם ממושכת. עם כניסתם לגוף בעל-החיים הם עוברים פירוק אנזימטי וכתוצאה מתקבלים תוצרים (מטבוליטים). מחקרים קודמים הראו כי למטבוליטים המתקבלים השפעה רבה יותר מזו של תרכובות המקור וזאת על מגוון תהליכים ביולוגיים ובכלל זה על מערכת הרבייה. במסגרת ניסוי מבוקר (in-vivo), בדקנו רמות של פטלאטים בנוזלי גוף של פרה (שתן, דם ונוזל פוליקולרי). נמצאו רמות נמוכות של מספר מטבוליטים של סוגי פטלאטים בנוזל הפוליקולרי: monobutyl phthalate (MBP; 50nM) ו-monoethyl phthalate (MEP; 50nM). הדגרת ביציות בנוזל הפוליקולרי גרמה לפגיעה ביכולת ההתפתחותית שלהן. חשיפה של ביציות ל-MEHP 20nM גרמה לשינויים ברמת ביטוי של גנים וחלבונים המעורבים במסלולים החשובים להתפתחות הביצית. בנוסף, נמצא כי עוברים אשר התפתחו מביציות שנחשפו ל-MEHP הציגו תבנית ביטוי שונה של גנים החשובים להתפתחות עוברית. בסדרה נוספת של ניסויים נבחנה ההשפעה של מטבוליטים אלו על איכות תאי זרע. התקבלה עליה בשיעור התאים עם ממברנת אקרודום פגומה ועליה בשיעור התאים עם רדיקלים חופשיים אך לא התקבלה השפעה על שיעור התאים החיים ועל פוטנציאל ממברנת המיטוכונדריה. לסיכום, חשיפה של גמטות, זכרית או נקבית, לרמה נמוכה של פטלאטים יכולה לבוא לידי ביטוי כפגיעה ישירה בתאים או לאחר הפרייה, בשלבים מתקדמים יותר של ההתפתחות העוברית. ממצאים אלו מעלים לסדר היום המחקרי את השפעת הזיהום הסביבתי על פוריות ובריאות הפרות, עניין שדורש המשך מחקר.

## ב-27: השפעת עקת חום על תאי גזע מזנכימליים בפרות

איבנה ריברסקי חורב<sup>1</sup>, ד"ר כרמית שטראוס<sup>1</sup>, ד"ר שרון שלדינגר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים  
(ivana.ribarski-chorev@mail.huji.ac.il)

**רקע:** תאי גזע מזנכימליים הם תאי אב מולטיפוטנטיים, הידועים ביכולתם להתמייין לסוגי תאים רבים, פעילותם בוויסות תגובות חיסוניות ותפקידם בשמירה על הומאוסטזיס פיזיולוגי. פרות במשק החלב בישראל מתאפיינות בבעיות פיזיולוגיות מגוונות לאחר חשיפה לעקת חום בחודשי הקיץ, ביניהן פגיעה בפוריות, ירידה במדדי יצרנות ועלייה בדלקות חוזרות. ברמה התאית, עקת חום גורמת לנזקים בתאי הגזע המזנכימליים, ביניהם עקה חמצונית, האטה בקצב הפרוליפרציה וכניסה מוקדמת מהצפוי למצב של הזדקנות תאית.

**מטרת המחקר:** חשיפת תאי גזע מזנכימליים לחום תאפשר לחקור ולהבין טוב יותר את השפעות החום העונתי על בקר, ולאפיין את מנגנון הפגיעה התאי והגנטי הנגרם כתוצאה מחשיפה לעקות סביבתיות. הבנה זו תאפשר להציע ולפתח פתרונות יעילים להתמודד עם הבעיה.

**חומרים ושיטות:** תאי גזע מזנכימליים הופקו מחבל טבור של עוברי פרה שהתקבלו מבית מטבחיים מקומי. לאחר מכן הם נחשפו לחום גבוה - קבוצה אחת ל-6 שעות בלבד, קבוצה שניה ל-6 שעות ולאחר מכן 3 ימי התאוששות, וקבוצה שלישית נחשפה ל-3 ימי חום רצופים. בתום הניסוי, הופק רנ"א, שנשלח לריצוף ולבסוף בוצעה אנליזה ביואינפורמטית. בתום הניסוי, קבוצות תאים אלו עברו טיפול המשרה התמינות לרקמות סחוס ושומן. יעילות ההתמיינות נבדקה באמצעות RT-PCR וצביעות ספציפיות המתאימות לכל אחת מההתמיינויות (ע"י Bodipy, Alcian blue בהתאמה).

**תוצאות:** אנליזה ביואינפורמטית מצביעה על השפעות חום בעיקר על תגובה חיסונית ותהליכי התמיינות שונים, כגון שומן ושריר, בתאים אלו. ניסויי התמיינות לשומן תומכים בכך. מתוצאות ראשוניות ניתן גם להסיק כי זמן חשיפה לחום קובע סוג התמיינות מועדף. מחקר נוסף דרוש על מנת לקבוע סופית השפעת עקת חום על סוגי ויעילות ההתמיינות ועל השפעות חום על תגובה חיסונית.

## ב-29: השפעת עומס חום על המורפוקינטיקה והיכולת ההתפתחותית של ביציות בקר

שירה יעקבי-ארצי,<sup>1</sup> דורית קלו,<sup>1</sup> צבי רוט

<sup>1</sup>המחלקה למדעי בע"ח, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, ירושלים

[shira.yaacobi-artzi@mail.huji.ac.il](mailto:shira.yaacobi-artzi@mail.huji.ac.il)

עומס חום הוא גורם מרכזי המוביל לירידה בפוריות פרות חלב ובכלל זה לפגיעה ביכולת הביציות לעבור הבגרה, הפרייה ולהתפתח לעובר. אם כי מנגנון הפגיעה אינו ידוע דיו. מטרת העבודה הנוכחית הייתה לבחון את ההשפעה של עומס חום קיצי (in vivo) על התפתחות ומורפוקינטיקת העובר. נתוני אקלים (2018-2020) נלקחו מהתחנה המטרולוגית בבית דגן. הטמפרטורה המקסימלית היומית הממוצעת בקיץ הייתה  $31.6 \pm 0.1$  C. הבדל מובהק נרשם בין השנים 2018 ו-2020 ( $P=0.02$ ). הלחות היחסית הממוצעת הייתה  $67.6 \pm 0.3\%$ . הבדל מובהק נרשם בין השנים 2018 ל-2020 ובין השנים 2019 ל-2020 ( $P < 0.001$ ). במהלך העבודה נשאבו ביציות ( $n=559$ ) בחורף (דצמבר-מרץ) ובקיץ (יולי-ספטמבר), הביציות עברו הבגרה ( $38.5 \pm 22$  C שעות) ולאחריה, הפרייה (18 שעות) והמשך גידול באינקובטור המצויד במערכת (190 time-lapse שעות), אשר אפשר מעקב אחר ההתפתחות העוברית. בשנת 2018 שיעור החלוקה ( $P=0.001$ ) ושיעור העוברים שהתפתחו לשלב הבלסטוציסט היה נמוך בעונות הקיץ בהשוואה לחורף ( $P > 0.05$ ). ככלל, לא נמצא הבדל בזמני החלוקה הראשונה והשנייה בין העונות. אם כי, בשנת 2019 זמן חלוקה שנייה היה ארוך יותר בקיץ בהשוואה לחורף ( $P > 0.05$ ). שיעור העוברים עם חלוקה לא תקינה, היה גבוה בקיץ לעומת החורף ( $P=0.04$ ). עיקר ההבדלים התקבלו בשיעור העוברים שהתחלקו באופן לא סימטרי ( $P=0.006$ ), עוברים אלו לא הגיעו לשלב הבלסטוציסט. ממצאי העבודה מעידים כי חשיפה לעומס חום גורמת לשינויים במורפוקינטיקה בעוברים, שינויים התלויים בעוצמה ומשך החשיפה כפי שבאו לידי ביטוי בין השנים. בהתייחס לשיעור גבוה של עוברים עם חלוקה לא סימטרית בקיץ, חשוב לציין כי עוברים אלו לא התפתחו לשלב הבלסטוציסט. כלומר הייתה הפרייה אך העובר לא המשיך להתפתח. שינויים אלו יכולים להסביר, ולו באופן חלקי, את פוריות הקיץ הנמוכה בבקר.

**ב-30: הקשר בין תנועה פרוגרסיבית להרכב חומצות שומן,  
עמידות לנדקי הקפאה וכושר ההפריה של תאי זרע בקר**

טניה קוגן<sup>1,2,3</sup>, דנה גרוסמן דהאן<sup>1</sup>, רונית לאור<sup>2</sup>, נורית ארגוב-ארגמן, יואל זרון<sup>23</sup>, אליסה קומסקי-אלבז<sup>1,3</sup>, דורית קאלו<sup>1,3</sup>, צבי רוט<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית

<sup>2</sup> שיאון - החברה להזרעה מלאכותית וטיפוח

<sup>3</sup> המרכז לחקר תאי זרע בבע"ח

המחברת הראשית: טניה קוגן: [taniddo@gmail.com](mailto:taniddo@gmail.com)

ממשק הרבייה במשק החלב בישראל מבוסס על הזרעה מלאכותית עם זרמה קפואה. בהתאם לכך, לעמידות תא הזרע בפני נדקי הקפאה יש חשיבות רבה. בעבודה הנוכחית אפיינו תנועות פרוגרסיביות (דפוס תנועה ליניארית של תא זרע) בזרע טרי ומופשר אשר נאסף "בשיאון" מפרי הולשטיין פרידי ישראלי. באנאליזה של פרופיל חומצות שומן בזרע הטרי התקבל שיעור גבוה יותר של חומצות שומן מסוג אומגה 6 ( $P \geq 0.01$ ) ויחס גבוה יותר של אומגה 6 לאומגה 3 ( $P \leq 0.01$ ) בדוגמאות עם תנועה פרוגרסיבית נמוכה בהשוואה לאלו עם תנועה פרוגרסיבית גבוהה. תהליך ההקפאה גרם לירידה בשיעור תאי זרע בעלי תנועה פרוגרסיבית, עם ירידה בולטת יותר במירוקים שהתאפיינו בתנועה פרוגרסיבית גבוהה לפני ההקפאה ( $P \leq 0.01$ ). באנאליזה נוספת על בסיס הישרדות פרוגרסיבית (היחס בין שיעור תאי זרע בעלי תנועה פרוגרסיבית לאחר ולפני ההקפאה), נמצא שיעור גבוה יותר של חומצות שומן רב בלתי רוויות בדוגמאות זרע טרי עם הישרדות פרוגרסיבית נמוכה, בהשוואה לאלו עם הישרדות פרוגרסיבית גבוהה ( $P \leq 0.05$ ). פוטנציאל ממברנת המיטוכונדריה ושיעור התאים שבטאו תרכובות חמצן פעילות (ROS) היה גבוה יותר ( $P \leq 0.05$ ) בזרע טרי עם הישרדות פרוגרסיבית גבוהה. לאור ממצאים אלו ניתן היה להסיק כי הישרדות פרוגרסיבית היא פרמטר חשוב במהלך הכנת קשיות להזרעה מלאכותית. ואכן, בנסוי פוריות נמצא מתאם חיובי בין מספר תאי זרע בעלי תנועה פרוגרסיבית בקשיות להזרעה ושיעור ההתעברות ( $P \leq 0.05$ ).

## ב-31: זיהוי עקות בעופות בעזרת אותות שמע

תום לב-רון<sup>1,2,3</sup>, פרופ' יצחק יצחקי<sup>2</sup>, פרופ' אילן הלחמי<sup>1</sup>, ד"ר שלי דרוין<sup>3</sup>

1. המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני.

2. היחידה להנדסת אלקטרו-אופטיקה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

3. המכון לחקר בע"ח, מרכז וולקני.

[tomlevro@post.bgu.ac.il](mailto:tomlevro@post.bgu.ac.il)

מערכות התראה לזיהוי מוקדם של מצבי עקה בעופות פטם הינם כלי חשוב בניהול ובקרת שלבי הגדילה ורווחת העופות במשק הלול. באמצעות זיהוי מוקדם וסיווג מצבי העקה בהם שרויים הפטמים, ניתן יהיה למנוע מצב של פגיעה ביצרנות ורווחת החיה ואף לשפרם. זיהוי אותות שמע בשלבים שונים במהלך גידול העוף יאפשר זיהוי העקות השונות, לדוג' עקות אביוטיות כדוגמת: עקת חום, עקת קור ומהירות רוח חזקה בעת התהוותן ומניעתן. מטרת המחקר היא לבחון את השימוש באותות שמע לזיהוי וסיווג מצבי עקה בפטמים הנגרמים בעקבות חשיפה לתנאי סביבה תת-אופטימליים במהלך תקופת הגידול. על מנת לבחון שימוש זה נעשתה חשיפה לתנאי סביבה תת-אופטימליים במהלך תקופת הסביבה הבאים: תנאים סטנדרטים (28 מעלות), תנאים סטנדרטים עם מהירות רוח גבוהה (28 מעלות + מהירות רוח של 2 מטר/שניה), תנאי חום (36 מעלות) ותנאי קור (20 מעלות). החשיפה בוצעה בחדרי גידול מבודדים אקוסטית ותרמית. החשיפות בוצעו במקביל, בכל חדר התבצעה הקלטה נפרדת וההקלטות סוננו כך שלכל חדר בוצע סינון רעש רקע המותאם אליו. העקות סווגו כך שנעשתה הפרדה והבחנה בין העקות השונות (חום, קור, רוח) בפטמים על ידי אותות הקול. סיווג העקות התבצע בעזרת שימוש במודלים ואלגוריתמים מתחום machine learning. כמו כן, בעזרת שימוש בהתמרת פורייה ניתן לקבל מספר תובנות מהמידע ומתאפשרת הוצאת מאפיינים וניתוח במרחב התדר. בתור התחלה נבחנה ההפרדה בין התדרים של כל עקה בעזרת SVM והורדת ממד עם PCA על מנת לבחון היתכנות. נצפתה הפרדה ראשונית בין העקות השונות, בשלב הבא, ייבחן מודל למידה עמוקה המותאם לסיווג אותות שמע על מנת לשפר את רמת הדיוק בסיווג וכן את המהירות.



## ב-32: בקרת ביטוי גנים בעופות על ידי הקרנת אור כחול

מיכאל פפאן<sup>1,2</sup>, ענבל בן-טל כהן<sup>1</sup>, אולגה גנין<sup>1</sup>, דלית סלע דוננפלד<sup>2</sup> ויובל צינמון<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>מינהל מחקר החקלאי - מכון וולקני, המכון לבע"ח

<sup>2</sup>גם מהאוניברסיטה העברית - הפקולטה לחקלאות

\* [yuvalc@volcani.agri.gov.il](mailto:yuvalc@volcani.agri.gov.il)

בקרת ביטוי גנים זה כלי חשוב במחקר ובחקר האמבריוגנזה. כיום יש מספר מערכות בשימוש שמשמשות בגורמי הפעלה כמו אנטיביוטיקה, אסטרוגנים ופרומוטרים תלויי רקמה. לפעמים בעייתי להשתמש בגורמים האלו שכן, יכול להיות להם השפעה שלילית על התפתחות עוברית. ישנן מערכות אופטוגנטיות לבקרת ביטוי גנים בהן מפעילים את הגנים באמצעות אור. הראו את פעילות האופטוגנים בתרביות תאים ובחיות מסוימות, אך אין פרסומים על פעילותן בחרנגולות. עוברי עוף יכולים לשמש אורגניזם מודל מצוין לבדיקת אופטוגנטיקה מכיוון שהעובר נגיש בקלות הן עבור תאי העברה והן עבור אינדוקציה קלה, וניתן לעקוב אחר השפעות האופטוגנים לאורך זמן. מערכת Magnet מגיע מפטריות וניתן להפעיל גנים איתה באמצעות אור כחול. Magnet מורכבת משתי חלבונים מאוחדים לחצאים מתאימים של Cre-recombinase. לאחר הקרנת אור כחול זוג החלבונים עובר דימריזציה ומאפשר את פעילות של Cre-recombinase. זה בתורו יכול להפעיל גנים על ידי הסרת אלמנט Lox-Stop-Lox (LSL) שממוקם בין פרומוטר לגן ההמטרה. מחקרנו עוסק בהכנסת Magnet עם GFP שפעילותו מופסקת על ידי LSL לצינור העצבים של עובר עוף מתפתח. הפעלת המערכת עם אור כחול ולאחר המתנה של יום בדיקת פלורסנציה ירוקה. העוברים אז עוברים פיקסציה והפלורסנציה מכומתת במיקרוסקופ קונפוקלי. ראינו שאכן ניתן להפעיל את Magnet בעוברי עוף ופתחנו שיטה לכמות הפעילות של Magnet בעוברי עוף. עם יכולת הכמות של המערכת נוכל להמשיך לכוונון המערכת (זמן תאורה מינימלית וחוזק תאורה מינימלית). יישומים עתידיים כוללים מעקב אחר שושלת תאים ובקרת ביטוי גנים בעופות בצורה מדויקת מבחינת מרחב וזמן.

## ב-33: יצירת קו יציב לדגי אמנון יאור אדומים (*Oreochromis niloticus*) בעזרת שימוש בשיטת CRISPR/Cas9

עדי שגב ויעקב בירן

המחלקה לחקר עופות ומדגה, המכון לחקר בעלי-חיים, מכון וולקני

[asegev@volcani.agri.gov.il](mailto:asegev@volcani.agri.gov.il)

אמנון היאור (*Oreochromis niloticus*) הינו הדג המוביל בחקלאות המים הישראלית ובין הדגים המגודלים ביותר בחקלאות המים העולמית. כמו כן, דגי אמנון בעלי מופע אדום הינם בעלי ביקוש גבוה וערכם המסחרי גבוה יותר בישראל ובעולם. עד עתה, על מנת ליצור דג אדום, נעשה שימוש בהכלאות בין קווים ספציפיים ממינים שונים של אמנונים. כתוצאה מהכלאות אלה נוצר מופע אדום שאינו יציב, בעל כתמים שחורים או אדומים כהים המורידים את ערך הדג. בעבודה זו, ביצענו עריכה גנומית באמנונים בשיטת CRISPR-Cas9 על מנת ליצור קו גנטי יציב של דגי אמנון אדומים. לשם כך נבחר אחד הגנים החיוניים לסינתזה של מלנין, הצבען האחראי ליצירת צבע חום-שחור. הזרקות של רכיבי CRISPR-Cas9 בוצעו לביצי אמנון בשלב של תא אחד. אנליזה מולקולרית של הדגים המוזרקים הדגימה כי כולם מציגים אחוזים שונים של מוטגנזה הפוגעת בייצור מלנין. מתוכם נבחר דג המציג את הפנוטיפ המובהק ביותר בעל 97-99% לאובדן פיגמנטציה לביסוס הקו הגנטי ולהמשך אנליזות. בהכלאת הדג הנבחר עם נקבות זן הבר, נמצא שכל האללים המוטנטים שנמצאו בזרע, נמצאו גם בדור הצאצאים. לאחר הכלאה נוספת של דור הצאצאים התקבל קו אמנון יאור יציב, בעל מופע אדום-אלבינו אחיד. לאחר ביסוס השיטה וקו האמנונים המוטנטי הראשון בישראל, פעלנו ליצירת אמנוני יאור מוטנטים בעלי מסת שריר מוגברת ועריכות גנומיות נוספות מבוצעות בימים אלו לשיפור היצרנות והאיכות של אמנון היאור הישראלי.

# SCREENING FOR REGULATORS THAT PROMOTE DIAPAUSED EMBRYOS TO RESTORE INTO DEVELOPMENT UNCOVERED A CROSS-TALK BETWEEN NANOG, ID2 AND BMP4

Narayan Pokhrel ,<sup>1,2</sup>Olga Genin ,<sup>1</sup>Dalit-Sela Donenfeld ,<sup>2</sup>and Yuval Cinnamon\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARO, Volcani Center, Bet-Dagan, Israel. <sup>2</sup>Koret School of Veterinary Medicine. The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food & Environment, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel

[yuvalc@volcani.agri.gov.il](mailto:yuvalc@volcani.agri.gov.il)

Avian embryos, at blastulation stage, can halt their development at low temperature in a process called diapause. Incredibly, embryos diapause at 12°C, but not at 18°C, can successfully resume development and survive better following the diapause exit. However, the underlying molecular mechanism that enable embryos to survive better at lower temperature and subsequently, resume normal development post-diapause remain unknown. To address this question, a transcriptome analysis was performed to compare the effect of diapause temperature on gene expression, and to identify pathways involved in the process. Genetic comparison and pathway enrichment analysis of embryos diapause at 18°C vs 12°C revealed sustained activation of pluripotency regulator, BMP4-Id2-Nanog axis, at 12°C, but not at 18°C. BMP4 gain-and-loss of function in diapause embryos revealed the main role of BMP4 in enabling embryos resuming normal development while exiting the diapause. Collectively, these findings uncovered for the first time molecular regulators that facilitate the ability of blastulation staged embryos to diapause and to resume into normal developmental program at different temperatures.

## ב-35: פיתוח מודל גנטי להתמודדות עם עקת חום בעופות

אידל כהן<sup>1,2</sup>, ענבל בן-טל כהן<sup>1</sup>, טטיאנה קושניר<sup>1</sup>, עמית הראון<sup>1</sup>, מיכל מימון<sup>1</sup>, אולגה גנין<sup>1</sup> ויובל צינמון<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>מינהל מחקר החקלאי - מכון וולקני, המכון לבע"ח

<sup>2</sup>האוניברסיטה העברית - הפקולטה לחקלאות

\* [yuvalc@volcani.agri.gov.il](mailto:yuvalc@volcani.agri.gov.il)

משבר האקלים מכה ברחבי העולם, בחקלאות בכלל ובחיות משק בפרט. ענף העופות מייצר למעלה מ-40% מצריכת החלבון העולמית, מבשר פטמים וביצי מאכל. אולם, ההתמודדות עם עקות חום גובה מחיר יקר מהחקלאים הנאלצים לווסת את הטמפרטורות בלולים. בשנת 1953, נמצא ענף המתפתח כמעט ללא נוצות (למעט נוצות שאריתיות) וקשקשים, מה שהקנה לו את השם Scaleless, בעקבות מוטציה טבעית העוברת בהורשה מנדליאנית. בשנת 2012, נמצאה מוטציה בגן FGF20, שצפויה לפגוע בתרגום תקין של החלבון. המוטציה מתפלגת באוכלוסיה כרצסיבית, ולגן המתבטא ברקמת האפידרמיס, הוצע תפקיד קריטי ביצירת זקיך הנוצה. יתכן ומוטציה זו מובילה ליצירת חלבון FGF20 קטוע, ובכך פוגעת ככל הנראה בפעילותו. עד עתה המחקר בנושא דל, ושאלות יסודיות באשר לתפקידו של הגן בהתפתחות נוצות, ומדוע ישנן נוצות שאריתיות בקו העופות נושא המוטציה הטבעית לא באו לידי מענה. בכלים מתקדמים של עריכה גנומית והנדסה גנטית, אנו מפתחים קוי מטילות ופטמים בהם הגן FGF20 מושתק לגמרי, בניגוד לקוי ה-Scaleless, בהם יש חוסר של כ-30 חומצות אמינו בקצה החלבון. דבר זה יתן מענה לשאלת תפקודו של הגן ולשאלת הנוצות השאריתיות. במקביל, ובכדי להשלים את הוכחת חיוניותו של הגן ליצירת נוצות, אנו מתקנים את המוטציה הטבעית בקוי Scaleless. פרויקט מחקר זה, יתן מענה לשאלות הקשורות בהתפתחות ניצן הנוצה, המהווה גם מודל ליצירת מבנים שונים אחרים בעובר. מבחינה חקלאית, במחקרים קודמים נמצא כי תרנגולי Scaleless בעלי יכולת התמודדות טובה עם עקת חום ביחס לעופות מנוצים. לפיכך יתכן כי ימצא לעופות חסרי נוצות מקום בחקלאות, בעיקר במדינות מתפתחות שעיקרן נמצא באיזורי אקלים חמים שאינם מתאימים לגידול עופות מנוצים, ובמדינות נוספות שיצטרפו בעקבות משבר האקלים.

# The differentiation potential of bovine Adipose-derived stem cells to chondrocytes

Mamoun Abed El-Nabi, Roni Rak

\* Bar-Ilan university, abed@hadassah.org.il

\*\*Volcani Institute, ronir@volcani.agri.gov.il

Cultured meat is a promising solution for meat production that will reduce environmental burden and animal suffering. Current challenges in producing cultured meat are the efficiency of the process, which is dictated by the proliferation capacity of the source cells and the differentiation efficiency toward the target cell types. Mesenchymal stem cells (MSCs) are multi-potential cells that can proliferate and differentiate into other cell types and are valuable source cells in the production of cultured meat. The primary purpose of this work is to identify genes and genetic pathways involved in higher proliferation rate and efficient differentiation using bovine whole-genome CRISPR library. In this work, we report a method for isolating and culture Adipose-derived stem cells (ADSCs) from different parts of the bovine body (subcutaneous and visceral adipose tissues), which will be used as the source cells in our library screen. We will measure and compare the proliferation and differentiation characteristics of these cells. In this study, bovine ADSCs were isolated from subcutaneous and Visceral adipose tissues and assessed as potential source cells for a whole-genome CRISPR library screen. The cells were analyzed for pluripotency by phenotypic characterization and reverse-transcription polymerase chain reaction (RT-PCR). We found that ADSCs isolated from subcutaneous fat tissue have the capacity to differentiate into chondrocytes at late passage spontaneously with or without induction medium. In contrast, ADSCs at early passage take a longer time and additional supplements in order to differentiate.

## ב-37: העצמת פעילות של עטלפי חרקים - אויבים טבעיים במטעי תמרים בערבה, באמצעות מקורות מים מלאכותיים

<sup>1</sup> יובל ארדי, <sup>1</sup>כרמי קורין, <sup>2,3</sup>ג'סיקה שקרמן

<sup>1</sup> המחלקה לאקולוגיה מדברית ע"ש מיטרני, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
<sup>2</sup> מכון הערבה ללימודי הסביבה  
<sup>3</sup> מו"פ חקלאי ערבה דרומית  
ckorine@bgu.ac.il

מספר רב של מחקרים מבסס את חשיבותם של עטלפי חרקים כאויבים טבעיים לדיכוי יעיל של מזיקים חקלאיים. בהתאם לכך מפותחות שיטות להעצמת פעילותם בגידולים חקלאיים שונים. עטלפים נוהגים לשתות ממקורות מים פתוחים או לשחרר למזון מעליהם ולכן הנחנו כי הוספת בריכות מים מלאכותיות עשויה להיות יעילה במיוחד באזורים צחיחים בהם מקורות המים מוגבלים, כמו אלו האופייניים לתמרים בעולם ובישראל בפרט. הקמנו 8 בריכות במטעי התמרים של קיבוץ סמר וביצענו ניסוי בן שלושה שלבים רצופים: שלב 1) לפני מילוי הבריכות; שלב 2) כאשר הבריכות מלאות במים; שלב 3) לאחר ריקון הבריכות בקיץ של עונת הגידול 2020. ניטור עטלפים התבצע ליד כל בריכה באמצעות גלאי עטלפים ובמקביל נעשה ניטור של עש התמר הקטן (*Batrachedra amydraula*) באמצעות מלכודת פרומון. 13 מינים של עטלפי חרקים תועדו במהלך הניסוי, בהם מינים הניזונים ממזיקים חקלאיים. בניתוח של מרבית הבריכות, נמצא כי פעילות העטלפים עלתה באופן מובהק לאחר מילוי הבריכות אך לא ירדה באופן מובהק עם ריקונן. הקשר בין פעילות העטלפים לנוכחות העש היה שלילי אך לא מובהק. תוצאות אלו מורות כי ניתן להעצים את פעילות עטלפי החרקים במטעי התמרים ולהיעזר בשיטה זו גם בגידולים חקלאיים אחרים. תוצאות המחקר גם מספקות ראיות התומכות בשימור עטלפי חרקים מדבריים ובתפקידם החשוב בשמירה על מערכות אגרו-אקולוגיות ברות קיימא.

## ב-38: הגדלת שטח הפנים המעכל והסופג במעי הדק של אפרוחי פטמים באמצעות הזנה עוברית בגלוטמין

נעמה רייכר, יונתן דייך, זהבה אוני

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות

[naama.reicher@mail.huji.ac.il](mailto:naama.reicher@mail.huji.ac.il)

ספיגת נוטריינטים מתרחשת בסיסי המעי הדק (ויליי) דרך סיסונים (מיקרוויליי) המעגנים אנדימים ונשאים ומרחיבים משמעותית את שטח הפנים לעיכול וספיגה. מטרת המחקר הייתה להגדיל את שטח הפנים במעי של אפרוחי פטמים באמצעות הזנה עוברית (IOF, in-ovo feeding) בחומצה האמינית גלוטמין, הידועה כמעודדת שגשוג תאי. לצורך כך, הודגרו 50 ביצי פטמים, וביום ה-17 להדגרה (E17) בוצע IOF למחצית מהעוברים על-ידי החדרת 0.6 מ"ל של תמיסת 1% גלוטמין+0.4% NaCl לנזל השפיר של הביצה המופרית. על-מנת לבחון את השפעת הטיפול על התפתחות המעי, נאספו דגימות ג'ינום מ-6 פרטים מכל קבוצה בימים E17, E19, יום הבקיעה (DOH) ויום 3 לאחר הבקיעה (D3). הדגימות נבחנו באמצעות מיקרוסקופ אור, מיקרוסקופ אלקטרוני סורק, ואנליזת qPCR לבחינת רמות ביטוי גנים הקשורים למבנה ותפקוד המיקרוויליי: Villin (חלבון המאגד את סיבי ליבת המיקרוויליי), Ezrin (חלבון המייצב את ליבת המיקרוויליי למברנה) ו-PepT1 (נשא לפפטידים במברנת המיקרוויליי). התוצאות הראו כי המיקרוויליי מקדימים את התפתחות הויליי לפני הבקיעה, ושני המבנים מתארכים באופן משמעותי לאחר הבקיעה. בהתאם לכך, רמות הביטוי של Villin, Ezrin ו-PepT1 עולות באופן מובהק בין E17, E19 ו-DOH ( $P > 0.05$ ). IOF-גלוטמין גרם ב-DOH להתארכות הויליי ב-15% לעומת קבוצת הביקורת, ולהגדלת היחס בין אורך הויליי לעומק ה-crypts (מדד להתפתחות המבנית והתפקודית של המעי) ב-20%. כמו-כן, המיקרוויליי ב-DOH היו ארוכים ב-50% בעקבות IOF-גלוטמין, ורמות הביטוי של Villin, Ezrin ו-PepT1 היו גבוהות באופן מובהק לעומת קבוצת הביקורת ( $P > 0.05$ ). לסיכום, המעי הדק של אפרוחי פטמים עובר שינויים מבניים ומולקולריים לפני ואחרי הבקיעה. הזנה עוברית בגלוטמין האיצה תהליכים אלו לכדי הגדלה משמעותית של שטח הפנים המעכל והסופג במעי הדק, ובכך תרמה לשיפור יכולת העיכול של אפרוחים בוקעים.

## ב-39: רקמת שק החלמון בעופות: שינויים בהתפתחות מבנית בזמן ההדגרה

יונתן דיינ, נעמה רייכר, זהבה אוני

המחלקה למדעי בעלי החיים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

[Jonathan.dayan@mail.huji.ac.il](mailto:Jonathan.dayan@mail.huji.ac.il)

רקמת שק החלמון היא רקמה חוץ עוברית העוטפת את החלמון בזמן ההדגרה. מחקרים ממעבדתנו מראים כי במהלך 21 ימי ההתפתחות העוברית במדגרה רקמה זו מתפקדת כ"כבד" וכ"מערכת עיכול" ובה מתרחשים תהליכי עיכול, ספיגה והעברת הנוטריינטים מהחלמון לעובר. בשונה מיונקים, בהם מעבר הנוטריינטים אל העובר מתבצע באופן ישיר ממחזור הדם של האם דרך השליה, בעופות כל הנוטריינטים הדרושים להתפתחות עוברית תקינה מושקעים על ידי האם בביצה בתהליך יצירת הביצה ומהווים את המקור התזונתי היחידי לעובר העוף עד לבקיעה. מטרת המחקר היא לאפיין את השינויים המורפולוגיים המתרחשים ברקמת שק החלמון במהלך ההדגרה. לצורך כך הודגרו ביצים מופרות של פטמים (Cobb500) ונלקחו דוגמאות מהרקמה בימים 10,13,15,17,19 ויום בקיעה. דוגמאות אלו נבחנו במיקרוסקופ אלקטרוני סורק ובצביעה פלורסנטית של חתכים היסטולוגיים. התוצאות מראות מבנים דמויי סיסים (Villi), עם כלי דם במרכזם, החודרים אל תוכן החלמון ומורכבים מתאים אפיתליאליים אנדודרמלים. בחינת גודל ושטח הפנים של תאי הרקמה מראה שינוי מבני: חלה ירידה במוצע היקפי התאים מיום 15 להדגרה עד לבקיעה, מ- $116.82\ \mu\text{m}$  ל- $95.43\ \mu\text{m}$  בהתאמה. עוד נמצא כי מופיעים סיסונים רבים (Microvilli) על פני הממברנה האפיקלית של התאים. עליה גבוהה במספרם ובאחידותם ויצירת כיסוי מלא על שטח פני התאים המרכיבים את הרקמה נצפית החל מיום 19 להדגרה. ניתן לשער כי עלייה זו לקראת סוף ההדגרה קשורה בעליה בדרישות התזונתיות של העובר לקראת הבקיעה ובקצב הגובר של צריכת תוכן החלמון על ידי עובר העוף. לאור העובדה כי התפתחות עובר העוף תלויה בקצב העברת הנוטריינטים מהחלמון דרך רקמת שק החלמון קיימת חשיבות להעמקת הידע אודות קצב התפתחות ותפקוד הרקמה.



## Evaluating the effects of genetic selection for fast growth on the development of wooden breast muscle myopathy in broilers

Melanie Emambu<sup>1,2</sup>, Lokshatanov Dmitriy<sup>1</sup>, Dmitriy Shinder<sup>1</sup>, Amit Haron<sup>1</sup>, Shelly Druyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Science ARO, The Volcani Center, Israel.

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture the Hebrew University

[melanie.emambufoke@mail.huji.ac.il](mailto:melanie.emambufoke@mail.huji.ac.il)

Genetic selection for enhanced breast muscle is vital in sustaining the economic efficiency of broiler production. However, lately, the incidence of breast myopathies like wooden breast (WB) are rising. WB impairs muscle appearance, reduces meat quality, and functional properties. Although the etiology is unclear, research have shown that heavier birds with larger breast muscles are more susceptible, probably because these muscles have outgrown their life support systems. The objective of this study was to investigate physiological and molecular mechanisms leading to WB by comparing fast and slow-growing broiler lines, (Cobb500 and L1986). All birds were raised together under the breeder protocol. Bodyweight was recorded weekly and ten birds per line were randomly sampled for blood parameters and sacrificed. Breast muscle was scored for WB-level, weighed, and sampled for histology and RNA extraction. WB was first diagnosed on day-21 only in Cobb500, those birds had significantly higher bodyweight, meat yield and drip-loss and a lower relative heart-weight, relative liver weight and thyroid hormones concentrations ( $P < 0.05$ ). Gene expression analysis, found PLOD2, FABP3, FABP4, ANKRD1, and CSRP3 to be upregulated in Cobb500 breast tissue compared to L1986. When comparing genes expression between WB and unaffected Cobb 500 broilers, PLOD2, and ANKRD1 were overexpressed in WB while FABP4 was downregulated. Histopathology, of affected muscle showed giant fibers with thickened endomysium and perimysium, lipidosis, degenerative fibers, fibrosis, and infiltration of immune cells. Our results suggest that WB is caused by fibrosis from high breast muscle gain with inadequate metabolic support.

# ג-1: זיהוי הגורמים הגנטיים המבקרים את תכונת הגבעול הפוטוסינטטי של שקד הבר הערבי *Prunus Arabica* (Olivier) Meikle

הלל ברוקנטל<sup>1,3</sup>, טלי טריינין<sup>1</sup>, עירית בר יעקב<sup>1</sup>, רותם הראל-בזה<sup>1</sup>, עדי פיינגבום<sup>2</sup>, סמדר הרפז-סעד<sup>3</sup>, תמר אזולאי-שמר<sup>1</sup> ודורון הולנד<sup>1</sup>.

1. מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי
2. מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי
3. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית  
([Hillel.brukental@mail.huji.ac.il](mailto:Hillel.brukental@mail.huji.ac.il))

השקד הערבי (*Prunus arabica*) הינו מין בר שונה ממין השקד התרבותי (*Prunus dulcis* (Mill.) D. Webb), גדל באזורים יובשניים ונפוץ על פני חצי הסהר הפורה. בישראל נותר בטבע פרט אחרון הגדל בנחל מכמש בצפון מדבר יהודה. לשקד הערבי, בשונה משאר זני השקד, גבעולים הנשארים ירוקים ואינם משתעמים לכל אורך השנה, כולל בתקופת התרדמה. מצאנו כי גבעולים ירוקים אלו מקבעים פחמן דו חמצני בתהליך הפוטוסינתזה ברמות משמעותיות. היפותזת העבודה היא שתכונה זו חשובה לצמח על מנת להתמודד עם עקות סביבתיות ולפיכך נוכחותה בזנים מסחריים עשויה להוות יתרון. מטרת מחקר זה, לאפיין את ההיבטים הפיזיולוגיים של התכונה, ולמפות את הגורמים הגנטיים המבקרים תכונה זו. הקמנו אוכלוסיית F1 של 92 פרטים מהכלאה בין השקד הערבי לזן מסחרי המרכזי בארץ- אם אל פאחם (א.א.פ). האוכלוסייה אופיינה, ונמצא שהיא מתפצלת לתכונת הגבעול הפוטוסינטטי. בוצע ג'נוטיפינג של כ-5000 סניפים (SNPs) לאוכלוסייה, ונבנו שתי מפות תאחיזה של כ-1500 סמנים בסה"כ. ניתוחי תאחיזה (linkage analysis) ומבחני אסוציאציה (GWAS) העלו לוקוס מרכזי ברוחב של כ-700 kb בתאחיזה גבוהה לתכונה (LOD=21) המסביר 67% מהשונות. מתוך כלל הגנים ב-QTL (כ-270), צומצמה הרשימה רק לגנים עם פולימורפיזם המשנה חומצה אמינית ברצף המקודד, ונכון להיום עומדת הרשימה על כ-50 גנים מועמדים החשודים כמעורבים בבקרה על תכונת הגבעול הפוטוסינטטי. המשך המחקר יאופיין בהבנת השפעת התכונה על מדדי יבול, יצירת דורות מתקדמים בדרך לזן מסחרי, ומחקר גנטי ממוקד להבנת הגן/ים והמנגנון העומד בבסיס התכונה. מחקר זה מדגיש את חשיבות זני הבר כמקור לשונות לחוקר ולמטפח, ואת האוכלוסייה המתפצלת כתשתית יעילה מאוד למיפוי גנטי של תכונות החשובות לחקלאות.

## ג-2: חטטי חום (נדקי חום) בפירות פלפל: מנגנונים ותהליכים

מרים סילבה רואיז, דן חמוס-כהן, מוחמד אלחואסה וחגי יסעור

מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני,

[hagai@agri.gov.il](mailto:hagai@agri.gov.il)

פלפל (*Capsicum annuum*) הוא גידול חשוב בישראל. שיטת הגידול השכיחה ביותר בארץ היא תחת מבנים (חממות ובתי רשת). הטמפרטורות גבוהות השוררות בתנאי גידול אלו עלולות לגרום לנדקי חום בפרות במהלך התפתחותם. במחקר שלנו, אנו מתמקדים בתופעה פיזיולוגית המתבטאת כנקודות צהובות בציפת פרי הפלפל כשהגידול נחשף לטמפרטורות גבוהות, את התופעה אנו מכנים כתמי חום (HPS). מטרת המחקר הן: א) לפתח פלטפורמה לאינדוקציה של HPS ואספקה של פירות עם נדקי חום, ב) להבין את התהליכים הפיזיולוגיים והביוכימיים האחראים על תמותת התאים HPS. על מנת לענות של מטרת המחקר נערכו ניסויים בתנאים מבוקרים ותחת בתי רשת וחממות במזנים בעלי רגישות שונה ל HPS. פירות עם נדקי חום וללא נדקים מפאנל הזנים שימשו לאנליזות פיזיולוגיות, וביוכימיות. בנוסף השתמשנו במיקרוסקופיית אור ואלקטרונית לקביעת שינויים תוך תאיים במהלך התפתחות ה HPS בציפת הפרי. התוצאות העיקריות של מחקר זה הן: א) תופעת ה HPS היא לא תופעה רק של פירות אדומים, אלא קורת כבר בשלב הירוק של הבשלת הפרי, ב) זנים שונים מראים רגישות שונה לתופעת ה HPS, ו ג) HPS הינה תופעה שגורמת לאינדוקציה של **תמותת תאים איטית** אך מבוקרת. בנוסף, מצאנו שמנגן מפחית את נדקי החום, אך תגובה זו תלויה ברגישות הזן ובתנאי הסביבה. בניגוד לזה עליה בריכוז הסיידן גרמה להגברת הרגישות לתופעת ה HPS. לסיכום, תופעת ה-HPS הינה תהליך מוות תאי אטי שתלוי בקצב ייצור ודיפוזיית חמצן פעיל, וזרימת הסיידן. מחקר נוסף דרוש על מנת להשלים ולהעמיק את הידע לגבי הבקרה הגנטית של תופעת ה HPS ועלמנת לברר את המנגנונים בהם מנגן וסיידן ואולי חומרי הזנה אחרים משפיעים על הפיזיולוגיה של ה HPS.

### ג-3: השפעת בראסינוסטרואידים על פוריות פרחי עגבנייה בתנאי עקת חום

רון קגנטון<sup>1,2</sup> וחגי יסעור<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מרכז המחקר גילת, מנהל המחקרי החקלאי, <sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון ומדעי הסביבה, [ron.kaganton@mail.huji.ac.il](mailto:ron.kaganton@mail.huji.ac.il)

כ-80% מגידול העגבנייה בישראל מתרכז בנגב ומפרנס עשרות אלפי משפחות, אך כמות היבוא עולה התמדה משנה לשנה ואתגרי הגנת הצומח, בפרט מחלות קרקע ונגיפים, נעשים קשים יותר ופוגעים ביבול במהלך העשורים האחרונים. לכל קשוי הגידול והשיווק הללו מתווספות בעיות הפוריות של העגבנייה בתנאי עקת חום. עגבנייה רגישה לתנאים שנפוצים בנגב בהם מתפתח מחסור בפירות בגלל פגיעה בחנטה. הלחץ הכלכלי ואתגרי הגידול מקשים על מגדלי העגבנייה ומספרם יורד בהתמדה. בעיית פוריות העגבנייה בתנאי חום מחריפה משנה לשנה עקב שינויי האקלים, שבירת שיאי החום ומשך הזמן שלהם. על כן סוגיה זו היא מהותית לחקלאות המדברית בישראל ובעולם כולו. מחקר זה עוסק בשיפור פוריות העגבנייה בעקת חום ע"י בחינת השפעת ריסוס הורמון ממשפחת הברסינוסטרואידים, לעגבנייה השרויה בעקת חום ולהסביר את המנגנונים הפיזיולוגיים והביוכימיים בהם משפיע הברסינוסטרואיד על עמידות עגבנייה לעקת חום. האבקן הינו האיבר הרגיש ביותר לחום בפרחי העגבנייה והוא האחראי העיקרי לעקרות תחת עקת חום. המחקר מתמקד בבחינת מדדים בניצן הפרח ובאבקן בפרט, בהיבטים של המאזן הסוכרי, כמות רדיקאליים חופשיים ונדקיהם ופרופיל מטבולי בעקבות עקת חום וטיפול הורמון. זאת על מנת לשפר את פוריות העגבנייה בעומס חום. נושא זה הגיע על סמך מחקרים קודמים שקושרים בין ברסינוסטרואידים והתמודדות צמחים עם עקות מגוונות. בשלב זה תוצאות מראות שלאחר טיפול בבראסינוסטרואיד חלו: שיפור בחיוניות האבקה, ירידה בהצטברות רדיקלים תחת עקת חום, שינוי בפרופיל המטבולי, ושינוי בעוצמת הביטוי הגנטי של אוקסין וציטוקינים. מחקר זה עשוי לקדם את הבנת מנגנוני הבקרה של בראסינוסטרואידים וכן לסייע לחקלאים לקבל פדיון גבוה יותר מחלקה באותן תשומות ובכך לאפשר לחקלאות הישראלית והעולמית להתמודד עם שינוי האקלים המקצינים.

## ג-4: פרופיל מטבולי וניתוח ביוכימי של נדקי זינה בפלפל (*Capsicum Annuum*)

טוביה סטרייקר<sup>1,2,3</sup>, ארנאוד בובי<sup>3</sup>, דן כהן המוס<sup>1</sup>, שמעון פיבניה<sup>2</sup>, יונתן אלקינד<sup>4</sup>, חגי יסעור<sup>1</sup>

1. מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, גילת

2. מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר, חצבה

3. אוניברסיטת ווגנינגן, הולנד

4. הפקולטה לחקלאות, רחובות

[tovia@arava.co.il](mailto:tovia@arava.co.il)

פלפל מתוק הינו גידול הירקות העיקרי בערבה, שבדרום ישראל והיקפו כ-10,000 דונם 60% מהתוצרת מיועדת לייצוא. נדק צינה (CI) הינו הפרעה פיזיולוגית המתרחשת בתחילת החורף כשהטמפרטורה יורדת מתחת ל-4 מעלות צלזיוס. לעיתים קרובות הפלפל הניזוק אינו ניתן לשיווק. עקב השונות הגנטית שלהם העמידות ל-CI שונה בין זנים שונים. באופן כללי מרבית הזנים הגדלים בערבה רגישים ל-CI. לכן יש צורך בפיתוח זנים איכותיים חדשים עם תכונה של עמידות ל-CI. מטרת המחקר שלנו היתה לזהות סמנים ביוכימיים על ידי שימוש בכלים מטאבוליים ובאנליזות ביוכימיות שיכולים לסייע למטפחים באיתור גנוטיפים עמידים ל-CI. לשם כך, ביצענו סימולציה של נידקי צינה לפירות בשלים-ירוקים מ 16 זנים מסחריים היברידיים ודירגנו אותם לעמידות ל-CI. לאחר מכן מדדנו את פעילות נוגדי החמצון הכללית שלהם ומצאנו שהיא תואמת לעמידות ל-CI. צביעה ספציפית של מי חמצן והסתכלות במיקרוסקופ פלואורסצנטי הראו עלייה בייצור מיני חמצן פעיל (ROS). ניתוח פרופיל מטבולי באמצעות GC-MS גילה שינוי מטבולי התלוי בזן לאחר סימולציה של CI. הביטוי של כמה מטבוליטים, למשל: גלקטינול, אתנולמין, חומצה L-אספרטית, סוכר, גליצריל-גליקודיד, אספרגין, L-תראונין וחומצה אסקורבית שונים באופן משמעותי בין הזנים לאחר צינון. במחקרים עתידיים נבדוק את תקפותם של המטבוליטים באוכלוסיה מתפצלת (segregating population) בדור F<sub>2</sub> ובקווי ההורים (F<sub>1</sub>). נשתמש בידע הזה על מנת לגלות את הגנטיקה הקשורה ל-CI, על ידי שיוך המיקום והביטוי של מידע לוקוס תכונה כמותית.

## ג-6: עידוד צמיחה בדלועיים ע"י חיידקי קרקע מעודדי צמיחה

עדי גלס-לבנה, וינוג' גופלאקרישנן, אדוארד יורקביץ, שאול בורדמן, יעל הלמן

המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית  
בירושלים

[adiglass@gmail.com](mailto:adiglass@gmail.com)

המחקר עוסק בבחינת הפוטנציאל של שילוב שני מיני חיידקים שונים בעלי פוטנציאל עידוד צמיחה: חיידקי *Azospirillum brasilense* המאכלסים את הריזוספרה של צמחים, ובעלי תכונות עידוד צימוח כגון הפרשת הורמונים צמחיים; וחיידקי *dendritiformis Paenibacillus*, אשר נבחרו לאחר אנליזה גנומית, שבה זוהו מספר רב של גנים היכולים לתרום לשרידות ריזוספרית גבוהה, בנוסף לתכונות התורמות לעידוד צימוח והדברה. חיידקי *A. brasilense* הנם בין הנחקרים ביותר מבין חיידקים מעודדי צמיחה ויכולת עידוד הצמיחה שלהם הוכחה על מגוון גידולים, בעיקר ממשפחת הדגניים וקטניות. המחקר על ניצול חיידקי *P. dendritiformis* לתועלת בחקלאות נמצא בראשיתו אך תוצאות ראשוניות מצביעות על הפוטנציאל הטמון בחיידקים אלה. מטרת העל של המחקר הוא לבחון את הפוטנציאל של שילוב שני החיידקים לעידוד צמיחה של גידולי דלועיים, בעיקר בתנאים של השקיה במים מליחים המאפיינת את החקלאות בדרום הארץ, תוך שימוש בגישה ירוקה המתחשבת בסביבה. בעבודה זו מצאנו כי שני מיני החיידקים, ביחד ולחוד, מאכלסים ביעילות את פני השורשים של צמחי מלון. כמו כן, מצאנו שלשילוב של שני החיידקים יכולת למתן את ההשפעה של עקת מליחות על צמחי מלון הן בשלב המשתלה והן בניסויי חממה ושדה, בהשוואה לצמחי הביקורת. אחת המגבלות ביישום של חיידקים מעודדי צמיחה היא התחרות עם המיקרואורגניזמים המקומיים בקרקע. על מנת לעקוב אחר נוכחות החיידקים בשורשים בזמנים שונים לאחר האילוח, פותחו פריימרים ספציפיים לכל אחד מהחיידקים אשר שימשו בניסויי quantitative-real time PCR. בנוסף אנו עוסקים בחקר מנגנוני עידוד צמיחה על ידי שני החיידקים. אנו סבורים שלשילוב של שני החיידקים הפוטנציאל לעודד צמיחה ויבולים של גידולים רבים, במיוחד תחת תנאי עקה.

## ג-7: גבעולי השקד הערבי *P.arabica* מתפקדים כרקמה פוטוסינתטית מרכזית בשקד הבר

הילל ברוקנטל<sup>1</sup>, טלי טרנין<sup>1</sup>, דיו עטיה<sup>1</sup>, ויויק טוארי<sup>2</sup>, דנה חרובי<sup>2</sup>, דורון הולנד<sup>1</sup>,

תמר אדולאי-שמר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, המחלקה למדעי עצי פרי, נווה יער, המנהל החקלאי

<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח, המחלקה למדעי עצי פרי, בית דגן, המנהל החקלאי

[shemer.tamar@volcani.agri.gov.il](mailto:shemer.tamar@volcani.agri.gov.il)

העלים הינם רקמת הצמח העיקרית לחילוף גדים וקיבוע פחמן בעצים נשירים. גבעולים פוטוסינתטיים מזוהים בעיקר בתנאי גידול קיצוניים, כצמחי מדבר, ומשמשים כמקור קיבוע פחמן נוסף להתמודדות עם סביבת הגידול הקשה. במחקר זה נבדקו שני מיני שקד, השקד המסחרי "אום-אל-פחם" (*P.dulcis*) ומין הבר הנדיר, "שקד-ערבי" (*P.arabica*). אנליזות פיזיולוגיות, אנטומיות ואנליזות מבוססות פלורסנציה של כלורופיל חשפו אסטרטגיות נבדלות בניהול קיבוע הפחמן בשני המינים. הבדלים משמעותיים התגלו בשטח פני העלים, הגבעולים המשועמים והגבעולים הירוקים ב"אום-אל-פחם" (94%, 6%, 0.1%) ו"השקד-הערבי" (32%, 7%, 60%). רמות הכלורופיל בעלי "אום-אל-פחם" ו"השקד-הערבי" נמצאו דומות, אך רמות הטרנספירציה וקצב קיבוע הפחמן היו גבוהים יותר בעלי "אום-אל-פחם". פיוניות עלי "השקד-הערבי" הגיבו לסף נמוך יותר של טמפרטורות גבוהות בהשוואה ל"אום-אל-פחם". תוצאה המצביעה על הבדלים בהתאמה לבתי גידול קשים. גבעולי "השקד-הערבי" היו שונים באופן מובהק מ"אום-אל-פחם". אמנם נמצאו פיוניות שקועות ופונקציונליות בגבעולים הירוקים (בני פחות משנה) של שני המינים, אך מספרם היה גדול פי ארבע יותר ב"שקד-ערבי" וכן רמות הטרנספירציה וקיבוע הפחמן (פי-6.7 ופי-8 ב-40C<sup>0</sup>). לעומת זאת, בבחינת גבעולים בוגרים (בני שנתיים) גבעולי "השקד-הערבי" נותרו ירוקים, בעלי פיוניות פונקציונליות ורמות טרנספירציה וקיבוע פחמן גבוהים, ולעומתם גבעולי "אום-אל-פחם" פיתחו שכבת שעם ואיבדו את יכולת קיבוע הפחמן. בבחינה היסטולוגית נמצא מבנה היסטולוגי ייחודי לגבעולי "השקד-הערבי" הניכר ברמות גבוהות של כלורופיל המתרכזות בשכבת הפרנכימה. תוצאות התומכות בפונקציונליות הפוטוסינתטית הגבוהה של גבעולי "השקד-הערבי" בהשוואה ל"אום-אל-פחם". עוד נמצא, כי קיים שוני בהולכת האנרגיה במערך הפוטוסינתטי וברמות גבוהות של photochemical quenching-non ב"שקד-הערבי". הנתונים מצביעים על אסטרטגיה ייחודית ב"שקד-הערבי" בקיבוע פחמן והתמודדות עם תנאי סביבה קשים, אשר יאפשרו פיתוח זני שקד בעלי תכונות חקלאיות חשובות.

## ג-8: השפעת ספיקות טפטוף ומנת המים על פירוס מים, שורשים ומינרלים במטע אבוקדו בוגר

גל צוויק<sup>1,2</sup>, ד"ר רן אראל<sup>1</sup>, ד"ר אלון בן-גל<sup>1</sup>, פרופ' נפתלי לזרוביץ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> מרכז מחקר גילת לחקלאות על המדבר - מכון וולקני

<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

<sup>3</sup> המכון לחקר המדבר, קמפוס שדה בוקר, אוניברסיטת בן גוריון

[galtzvik@gmail.com](mailto:galtzvik@gmail.com)

השקיה בטפטוף מאופיינת בדיוק ויעילות גבוהים ולכן מומלצת בתנאים של מחסור במים. לאחרונה פותחו טפטפות עם ספיקות נמוכות מאוד, עד 0.4 ליטר/שעה, אך דינמיקת תנועת המים והמומסים בפרופיל הקרקע של מערכות אלה אינם מובנים במלואם. ההנחה שלנו היא שמשך השקיה ארוך ע"י ספיקה נמוכה יגדיל את התנועה האופקית של המים ואת תכולת הרטיבות באזור בית השורשים ובכך ישפר זמינות מים ומינרלים לעצי האבוקדו. לשם כך בחנו את ההשפעות הספיקה על התפלגות המים והמומסים, צפיפות השורשים ותגובות עץ האבוקדו במטע בוגר בשפלה המושקה בקולחין על קרקע כבדה. הניסוי החל ב- 2018 וכלל שלוש ספיקות - 0.4, 1.0 ו-2.0 ליטר/שעה, בשתי רמות: 75% ו-100% ממנת ההשקיה המקובלת. ניטרנו את זמינות המים ומצב העץ על ידי חיישני רטיבות קרקע, דיגומי קרקע ושורשים, תא לחץ, דנדרומטרים ובדיקות עלים. התוצאות ההקדמיות מאששות את השערת המחקר שלנו שספיקות נמוכות מגבירות את זרימת המים האופקית ותכולת הרטיבות הממוצעת בשכבות הקרקע העליונות. בהתאם, מערכת השורשים בטיפול זה התרחבה אופקית. עם זאת, מתקבלת עליה ברמת הכלורידים בעלים. כרגע לא מסתמנות השפעות של הספיקות השונות על היבול. ניתן לראות באופן מובהק כי רמת ההשקיה משפיעה על גודל הפרי, פרי קטן יותר משויך להשקיה הגירעונית, אך אין השפעה מובהקת על היבול. נוסף על כך, השקיה ב-100% מתבטאת בעקה נמוכה יותר לפי ממצאים שלנו. לפי התוצאות, ניתן להניח כי השקיה בספיקות נמוכות מביאות להתאמה גבוהה יותר במרחב בין השורשים לתמיסת הקרקע ויתכן שיוביל לשיפור ביעילות ניצול המים והנוטריינטים. הסיכון בכך הוא המלחת בית השורשים. אנו שואפים להמשיך מחקר זה עוד מספר עונות על מנת לבסס ממצאים אלו.



## ג-9: פיתוח תכשיר לחיטוי קרקע ממקור פטרייתי

אורנה ליארדי<sup>1</sup>, מעין גולני<sup>2</sup>, אמנון מגנוס<sup>2</sup>, גנית לוי רוסי<sup>2</sup>, אריאל אבנסון<sup>2</sup> ודוד עזרא<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה למחלות צמחים, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי.

[ornal@volcani.agri.gov.il](mailto:ornal@volcani.agri.gov.il)

<sup>2</sup> לוכסמבורג תעשיות בע"מ

"מרוץ החימוש" בין האדם לבין פיטופתוגנים טומן בחובו שני אתגרים עיקריים: התפתחות זנים פתוגנים עמידים מחד והוצאה משימוש של חומרי הדברה רבים, עקב רעילותם ופגיעתם בסביבה, מאידך. כתוצאה מכך, יש למצוא חלופות חדשות על מנת להגן על בריאות הגידולים החקלאיים ולהבטיח המשך ביטחון תזונתי. אחד המועמדים האפשריים למטרה זו הינם אנדופיטים - מיקרואורגניזמים אשר רוב מחזור חייהם נמצאים בתוך רקמות צמחיות ללא גרימת נזק הנראה לעין. אנדופיטים רבים מפרישים מטבוליטים שניוניים, אשר מסייעים להישרדותם בצמח, וחלקם הינם בעלי פעילות ביולוגית. בעבודות קודמות הראנו כי הפטרייה האנדופיטית *Daldinia cf. concentrica*, שבודדה מענף של עץ זית, מייצרת ומנדפת חומרים בעלי פעילות ביולוגית. מבין 28 החומרים הפטרייתיים הנדיפים, חומר אחד, trans-2-octenal, התגלה כפעיל מאוד הן כפונגיצידי והן כנמטוציד. בשיתוף פעולה עם חברת לוכסמבורג תעשיות בע"מ וקופיה אגרו, אנו מפתחים פורמולציה של trans-2-octenal שתשמש כמוצר לחיטוי קרקע. בניסויי שטח מצאנו כי בכדי להשיג הדברה יעילה של הפטרייה הפיטופתוגנית שוכנת הקרקע *Fusarium oxysporum f.sp. radicis-lycopersici*, המהווה את פטריית המודל שלנו בניסויים, יש להשתמש בפורמולציה המכילה נוגד חמצון. כמו כן, ביישום בהזלפה של הפורמולציה על פני הקרקע, יש לתחח את הקרקע לפני ואחרי היישום. לחילופין, ניתן לתחח את הקרקע פעם אחת ואז ליישם את הפורמולציה דרך מערכת הטפטוף. בניסויי דליים מצאנו כי יש הבדל ביעילות הקטילה בין קרקעות שונות: קרקע חולית אפשרה את הקטילה הטובה ביותר, אחריה חמרה ואילו קרקע כבדה פגעה ביעילות ההדברה. בימים אלו אנו פועלים למציאת התנאים האופטימליים להדברה של פיטופתוגנים שוכני קרקע נוספים ע"י פורמולציות שונות של trans-2-octenal.

## ג-10: אפיון גנטי-פיזיולוגי של קווי טיפוח של חיטת לחם המכילים גנים חליפיים לננסות

פואד חיר<sup>1,2</sup>, רואי בן-דוד<sup>2</sup>, רועי שדה<sup>1</sup> צבי פלג<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>מנינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

[foad.khier@mail.huji.ac.il](mailto:foad.khier@mail.huji.ac.il)

החיטה (*sp. Triticum*) היא הגידול החשוב בעולם, עם ייצור העולמי המוערך בכ-770 מיליון טון בשנה. שינויי אקלים ותנודתיות אקלימית צפויים להביא לפגיעה משמעותית ביבולי החיטה בארץ ובעולם. באמצע המאה הקודמת, כחלק מהמהפכה הירוקה הוחדרו שני גנים מננסים *Rht-1* ו-*Rht-B1* *D1* אדישים לג'יברלין (GAI) לחיטה והביאו להגדלת היבולים ע"י שיפור מקדם הקציר ושיפור התגובה לדישון חנקתי. מאידך, צמחי החיטה המנונסים נפגעו מבחינת כושר הצימוח. בעבודות קודמות הודגם הפוטנציאל של החלפת גנים אלו בגנים חליפיים המגיבים לג'יברלין (GAR), במטרה לשפר את התבססות הגידול בתנאי זריעה עמוקה ולצמצם השפעות שליליות של תנאי הסביבה על התבססות הגידול. בעבודה זו אופיינו 72 קווי חיטה אביבית שטופחו ב-CIMMYT ומכילים צירופים שונים של גנים חליפיים *Rht4, Rht5, Rht13* ברקע טיפוחי מתקדם. מטרת המחקר הייתה לבחון השפעת הגנים החליפיים על אורך החותל בתנאים מבוקרים ועל און הצימוח בשדה. בשלב ראשון אופיין האוסף בעזרת סמנים מיקרוסטליטיים האחוזים לגנים החליפיים במטרה להגדיר קווים בעלי רקע גנטי משותף. בניסוי מבוקר נמצא שטמפרטורה גבוהה (27°C) מביאה לפחיתה של 15%-33% באורך החותל של זני GAR וזני GAI, בהתאמה. בניסוי שדה נבחנו הקווים ואותרו מספר קווים עם פוטנציאל אגרוטכני גבוה בהשוואה לזני עילית ישראלים ששמשו כביקורת. המשך המחקר יתמקד באפיון פנוטיפי בשדה ובתנאים מבוקרים ובחינת השפעת האללים החליפיים על און הצימוח ויצרנות. לסיכום, הבנת השפעת השילוב של הגנים על המדדים השונים יוכל לעזור בהבנת השפעתם על מדדי הצמח, ויכולים לשמש כתחליף לגנים של המהפכה הירוקה ולהעלאת היבול בתנאי המזרע בישראל.

# ג-11: מעורבות הורמון האתילן בבקרת מפתח הפיוניות בתגובה לשינויים בריכוז ה-CO<sub>2</sub>

דיקלה ניסן רודה<sup>1</sup>, אור שפירא<sup>1</sup>, סבסטיאן שולץ<sup>2</sup>, ג'וליאן שרודר<sup>2</sup>, תמר אזולאי-שמר<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה למטעים, מכון המחקר החקלאי, מכון וולקני, מרכז מחקר נווה-יער  
<sup>2</sup> החטיבה למדעים ביולוגיים, המדור לביולוגיה של תאים והתפתחות, אוניברסיטת קליפורניה בסן

דייגו, לה ג'ולה, קליפורניה, ארה"ב

[dikla.sela@mail.huji.ac.il](mailto:dikla.sela@mail.huji.ac.il)

צמחים קולטים CO<sub>2</sub> מהאטמוספירה עבור תהליך הפוטוסינתזה ובאותו זמן מאבדים מים בטרנספירציה דרך הפיוניות. על מנת לבקר את איבוד המים מהעלים לאטמוספירה, התפתחו בצמח מנגנונים שונים המבקרים את תנועת הפיוניות. אחד הגורמים המרכזיים המבקר את מפתח הפיוניות בצמח הוא רמת ה-CO<sub>2</sub> בחללים הפנימיים בעלה. רמת ה-CO<sub>2</sub> בצמח תלויה ברמות הפוטוסינתזה, הנשימה ורמת ה-CO<sub>2</sub> באטמוספירה שעולה בהדרגה. עליה בריכוז [CO<sub>2</sub>] בעלים גורמת לסגירת פיוניות וירידה גורמת לפתיחתן. במחקר מקדים במעבדתנו זיהינו כי עליה בריכוז ה-CO<sub>2</sub> גורמת לעלייה בייצור הורמון האתילן בעלים של צמחי ארבידופסיס. לבחינת מעורבותו של הורמון האתילן בבקרת מפתח הפיוניות בתגובה לריכוז [CO<sub>2</sub>] בוצעו אנליזות חילוף גזים בצמחי ארבידופסיס הפגועים ביכולת הביוסינתזה, קליטה או מסלול התגובה של אתילן. התוצאות מצביעות כי המוטנט *acs octuple*, הפגוע ביכולת הביוסינתזה של אתילן, אינו מגיב בסגירת פיוניות בתגובה לעליה בריכוז אתילן ברמות גבוהות, מגיב בפתיחה וסגירת פיוניות תקינים. תוצאות אלו מצביעות כי רמה מסוימת של אתילן דרושה בצמח לבקרה תקינה של מפתח הפיוניות בתגובה לריכוזי [CO<sub>2</sub>] משתנים. קליטת אתילן בארבידופסיס מבוקרת על ידי 5 קולטנים שונים לאתילן ETR1, ETR2, ERS1, ERS2, EIN4. אנליזות חילוף גזים במוטנט *etr1-1* *etr2-1* מסוג gain of function, הראתה תגובת פתיחה וסגירת פיוניות תקינה לריכוזי [CO<sub>2</sub>] משתנים, לעומתם, המוטנט הכפול *etr1-6;etr2-3* והמוטנט המשולש *etr2;ein4;ers2* מסוג loss of function הראו פתיחת פיוניות מוגברת בתגובה לריכוז [CO<sub>2</sub>] נמוך. טיפול במעכב חישת אתילן, MCP-1, הוביל לירידה במוליכות הפיוניות. תוצאות אלו מצביעות על מעורבות תהליך הביוסינתזה והחישה של אתילן בבקרת מפתח הפיוניות בתגובה לריכוזי [CO<sub>2</sub>] משתנים.

## ג-12: השפעת השקייה חקלאית במי כנרת על בריאות הקרקות במעלה אגן היקוות הכנרת

נעמה בדיחי, מיכאל איגי ליטאור

מיגל מכון למחקר מדעי בגליל והמכללה האקדמית תל חי. [naamabadihi@gmail.com](mailto:naamabadihi@gmail.com)

שטחי החקלאות של מעלה אגן הכנרת בהם עמק החולה, דרום הגולן וגליל עליון מזרחי, מושקים כיום במי דן המאופיינים בריכוז של 10 מגכ"ל. סימולציה של שינויי אקלים טוענת שעד שנת 2050 ספיקת המעיינות תרד לכדי 20% מהספיקה הנוכחית, ממצא המהווה איום משמעותי על עתיד החקלאות במעלה אגן הכנרת. רשות המים הציעה חלופה אזורית שמשמעותה השקייה במי כנרת מהולים. הוצע למהול את מי הכנרת, מים עם 300 מגכ"ל, במי שיטפונות כדי לצמצם את ההבדל ברמות הכלור והנתרן בין מי הכנרת למי ההשקיה הנהוגים כיום. השינוי הצפוי עשוי לגרום לשינויים בלתי הפיכים בקרקעות שהושקו במשך עשרות שנים במי הדן. המחקר בוחן את השפעות ההשקיה במי כנרת על קרקעות עמק החולה שהתפתחו על כבול, חוואר וסחף אלוביאלי, קרקעות חומות בדלתיות מהגולן וקרקעות חומות-אדומות בגליל העליון המזרחי. הניסוי בוחן השפעת השקיה במי כנרת, 300 מגכ"ל, מי כנרת מהולים 130 מגכ"ל ומי הדן המייצגים את איכות המים הנוכחית הזמינים להשקיה עם 10 מגכ"ל, על בריאות הקרקע. הניסוי מתבצע במבנה רב-גורמי (5 קרקעות 3 x טיפולים 6 x חזרות) בעציצים ללא גידולים. בשנת הניסוי הראשונה נדגמו כ- 450 דגימות ונבדקו ריכוזי כלור ואלקאלים, ערך הגבה ומוליכות חשמלית בתשטיפים מ- 90 עציצים. תוצאות הניסוי שהתקבלו עד כה, מראות הבדלים משמעותיים בין טיפולי ההשקיה השונים במוליכות החשמלית (263-466 דן, 1470-546 מיהול, 1063-2600 כנרת, ביחידות של  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) בריכוז הכלורידים (20-10 דן, 130-350 מיהול, 290-700 כנרת, ביחידות של מגכ"ל), ובערכי ה-SAR (0.1-0.4 דן, 1.2-3.1 מיהול, 3.1-6.7 כנרת) אך לא נצפה הבדל משמעותי בין סוגי הקרקעות השונות. תוצאות המחקר יאפשרו בחירה מושכלת לחלופה אופטימלית לאבטחת מים לחקלאות באזור.

## ג-13: הצגת מערכת פתוחה להעשרת פחמן דו-חמצני בניסוי השפעת אקלים על חיטה בישראל (WheatDryFACE (free air CO<sub>2</sub> enrichment)

עזרא קאופמן<sup>1</sup>, אופיר צור<sup>1</sup>, פנחס דורון<sup>1</sup>, גיל לרנר<sup>2</sup>, דוד הלמן<sup>2</sup>

1. המחלקה להנדסת מכונות, עזריאלי מכללה אקדמית להנדסה ירושלים.
2. המכון למדעי הסביבה (מדעי הקרקע והמים), הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים.

ezrakaufman1.618@gmail.com

בעוד שהשפעות של שינויי טמפרטורה וזמינות מים על יבול החיטה נחקרות בהרחבה, ההשפעה המשולבת עם העלייה המשמעותית הצפויה בריכוז הפחמן דו-חמצני (פד"ח) באטמוספירה ידועה הרבה פחות. כיום, מחקרים על השפעות אקלים וסביבה עשירת פד"ח על יבול ואיכות חיטה נעשים בעזרת ניסויים מבוקרים בחממה, בתאים חצי סגורים (Open top chamber), או בניסויי העשרה בשטח פתוח (Free air carbon dioxide enrichment - FACE), כאשר ניסויי ה-FACE נחשבים לאמינים ביותר, מכיון שהם מייצגים תנאי אקלים עתידיים בסביבה הטבעית. בגלל העלות והמורכבות של המערכת, ישנן כיום רק 7 מערכות FACE בגידולים חקלאיים בעולם, כאשר אף לא אחת מהן נמצאת באזור צחיח כשלנו (מערכת ה-AGFACE האוסטרלית פורקה ב-2018). הייצוג הקטן של אזורים צחיחים מהווה מכשול להבנת ההשפעה המשולבת של שינויי אקלים וסביבה על גידולים באזורינו. מטרת המחקר הנוכחי היא לבנות מערכת FACE מותאמת לתנאים בישראל, שתהווה בסיס לניסויי העשרת פד"ח בשדה חיטה. לצורך כך, הקמנו מערכת פתוחה המסוגלת לדמות תנאי סביבה החזויים לשנת 2050, בהם ריכוז הפד"ח יהיה כ-550 ppm (כ-25% יותר מהיום). המערכת תוכננה על סמך משוואת הרצף של שימור מסה, בהנחת תחלופת אויר קבועה והתחשבות בתכונות הפד"ח. קצב העשרת החלקה תלוי בריכוז הנמדד במרכז ובקצה הרוח. ההעשרה נעשית על ידי מערכת בקרה, מערכת חישה הנמצאת במרכז החלקה, וברזים פרופורציונליים המבקרים את יציאת הגז מצינורות במערך אוקטגוני. מערכת הבקרה מקבלת מידע ממערכת החישה, ובהתאם לריכוז הפד"ח, עוצמת הרוח וכיוונה, נשלח אות לברזים המכוונים לשחרר את הגז באחוזים מסוימים. תוצאות ראשוניות מראות כי המערכת מסוגלת להגיב בצורה מהירה לכיוון ולעוצמת הרוח, וכן לריכוז הפד"ח הנמדד במרכז החלקה.

**ג-14: יתושים, פסולת בתי בד ומה שביניהם:  
שימוש בשיירי תעשיית שמן הזית כחומר הדברה**

**מראם חלבי, אייל קורצבאום ואלון זילברבוש**

[maram.ha65@gmail.com](mailto:maram.ha65@gmail.com)

אחד מחומרי הלוואי המתקבלים מתעשיית שמן הזית הוא פסולת נוזלית כהה של שפכי בית בד הנקראת עקר. העקר עשיר בתרכובות אורגניות רעילות, כגון פוליפנולים, אשר גורמים לזיהומים אקולוגיים וסביבתיים. אחת מהשפעותיו היא חלחול למי התהום ופגיעה באיכותם. יתרה מזאת העקר בעייתי לטיפול, ועקר שאינו מטופל אחראי גם למפגעי ריח חמורים. על פי המשרד להגנת הסביבה, עומדת כמות השפכים השנתית מבתי הבד בישראל על כ-100 אלף מ"ק. מחקרים קודמים הראו כי לעקר יש תכונות טוקסיות הניתנות ליישום כנגד חיידקים, פטריות רכיכות וחרקים פיטופאגיים, אך ככל הידוע לנו אין מידע על השפעת העקר על חרקים אקוטיים. במחקר זה בדקתי את פוטנציאל העקר המרוכז, אשר עבר מיצוי והופרד מתערובת הנוזלים הגולמית, כחומר הדברה נגד זחלי יתושים. הניסויים נעשו על המין *Culex laticinctus* הנפוץ מאוד בצפון הארץ. תחילה חישבתי את ריכוז ה- $50LC$  עבור זחלים בשתי דרגות התפתחותיות. לאחר מכן, בדקתי השפעות ריכוזים תת-לטליים על התפתחות הזחלים וכשירותם. מהממצאים עולה כי העקר המרוכז קטלני יותר לדרגות הראשונות של הזחל וכי תגובות זחלים שנחשפו לריכוזים תת-לטליים היו תלויות בזוויג הפרטים. זכרים הראו עיכוב התפתחותי ומאידך גודל גוף גדול יותר של הבוגר. הנקבות לעומתם לא הראו שינוי בזמן ההתפתחות אך הגיחו כפרטים קטנים יותר. ממצאים אלו מאשרים את ההשערה שלפיה התכונות הטוקסיות של עקר יכולות להיות שימושיות להדברת זחלי יתושים. מידע זה יכול להיות שימושי בתעשיית הייצור של חומרי הדברה צמחיים ובמקביל להוות גורם ממחזר לפסולת העקר מבתי הבד.

## ג-15: בחינת ההשפעה המשולבת של רמות שונות של חנקן אמוניקלי בשילוב מעכב ניטריפיקציה ואחוז הגיר על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות ההזנה

אייל דין<sup>1,2</sup>, גיא תמיר<sup>1</sup>, אשר בר-טל<sup>3</sup>, ניר דאי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, מכון וולקני; <sup>2</sup>החוג למדעי הצמח; הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים; <sup>3</sup>המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני. [eyalziv10@gmail.com](mailto:eyalziv10@gmail.com)

התרחבות שטחי גידול האוכמניות כתוצאה מצריכה גדלה והולכת של הפרי, תחייב ניצול של קרקעות שאינן מיטביות ( $pH < 5.5$ ). מטרת המחקר הייתה לבחון את ההשפעה המשולבת של רמות חנקן ומעכב ניטריפיקציה על התפתחות צמחי אוכמניות וקליטת יסודות ההזנה בקרקע גירנית. שתילי אוכמניות (*Vaccinium corymbosum*, cv. *Spring high*) נשתלו בכלים בנפח 25 ליטר ממולאים בקרקע חולית בתוספת 5% גיר (משקלי) או ללא תוספת גיר. מערך הטיפולים כלל 3 רמות שונות של חנקן-אמוניקלי (20, 40 ו-80 מ"ג לליטר) בתוספת מעכב ניטריפיקציה (DMPP), בריכוז 1% מכלל החנקן וללא תוספת מעכב. ריכוז כל יתר יסודות ההזנה היה אחיד בכל הטיפולים ויושם באמצעות מערכת ההשקיה (בדומה לטיפולי החנקן) בשיטת התמיסות הסופיות. תוספת מעכב הניטריפיקציה הובילה לירידה בריכוזי החנקן ולעליה בריכוזי האמון והזרחן בתמיסת הנקז והייתה מלווה בעליה של 11% באחוז הכיסוי הצמחי ובריכוז הכלורופיל מ-32 ל-37 בערכי הספאד, העלייה הגבוהה ביותר (40.1) נצפתה בטיפול שכלל 40 מ"ג לליטר חנקן בשילוב עם מעכב ניטריפיקציה. ה-pH של תמיסת הנקז בקרקע בתוספת גיר היה גבוה (7.9) בטיפול שכלל 20 מ"ג לליטר חנקן, בהשוואה לקרקע נטולת הגיר (5.86) בטיפול שכלל 80 מ"ג לליטר חנקן והיה מלווה בירידה של 14% באחוז הכיסוי הצמחי ובריכוז הכלורופיל מ-38 ל-29.5 בערכי הספאד. תוצאות אלו תואמות את השערות המחקר. בימים אלה, אנו בוחנים את השפעת הטיפולים על הצטברות הביומסה וריכוז יסודות ההזנה בנוף.

## ג-16: מיצוי של חלבון רוביסקו איכותי בצורה יעילה וחסכונית - מפסולת חקלאית של גידולים נפוצים

תומר שוורץ<sup>1</sup>, עודד שוסיוב<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המכון למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

Tomer.schwartz@mail.huji.ac.il

חלבון הרוביסקו (Rubisco) הוא האנזים המרכזי בתהליך הפוטוסינתזה בצמחים, ועל כן, הוא החלבון הנפוץ ביותר בעולם. לאחרונה, חלבון הרוביסקו החל לעורר עניין רב בתחום החלבון האלטרנטיבי, לאחר שנמצא שבתכונותיו השונות הוא משתווה ולעיתים עולה על חלבונים אחרים מהצומח הקיימים בשוק, כולל על חלבון ביצה. תכונות כגון ערכים תזונתיים חיוביים, יתרונות בריאותיים שונים, ותכונות פונקציונליות הרלוונטיות לתעשיית המזון, ולתעשיית החלבון האלטרנטיבי בפרט. במסגרת מחקר זה, נבחן את היכולת למצות חלבון רוביסקו איכותי ופונקציונלי בצורה חסכונית וזולה, מפסולת חקלאית של הגידולים הנפוצים ביותר בעולם. פסולת זו בדרך-כלל נותרת על האדמה להרקב לאחר הקציר, או נאספת ומושלכת לפח בסוף תהליך המיון. בשיטה שאנו מציגים, פסולת זו תנוצל כמעט לחלוטין לצורך הפקת חלבון אכיל ואיכותי. מיחזור פסולת חקלאית להפקת חלבון הינה חסכונית יותר וברת-קיימא בהשוואה לגידול צמחים יעודיים במיוחד לטובת מיצוי הרוביסקו (כפי שמבוצע כיום במספר חברות בעולם). תהליך המיצוי שנפתח יהיה מספיק יעיל וחסכוני, כך שבהמשך, ניתן יהיה להרחיבו לנפחים גדולים יותר, בקלות ובזול, כדי שיוכל לשמש חומר גלם מרכזי לתעשיית החלבון האלטרנטיבי.



## ג-17: אפיון פונקציונלי של חלבוני מורינגה מכונפת ממיצוי עלים וכוספה והשפעתם על מערכת מודל של תחליב (אמולסיה)

יערה קטן<sup>1,2</sup>, יפתח ואקנין<sup>2</sup>, אופיר בנימין<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. הפקולטה למדעים, המכללה האקדמית תל חי

<sup>2</sup>. המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

[yaaracattan@hotmail.com](mailto:yaaracattan@hotmail.com)

מגוון רחב של חלבונים צמחיים מיוצרים באופן מסחרי על מנת לענות על דרישת החלבון העולמית. באופן כללי, רוב החלבונים הצמחיים מאתגרים לעיבוד או שאינם מסיסים. כתוצאה מכך, קיים חיפוש מתמשך אחר מקורות חלופיים לחלבון צמחי. מחקר זה מספק השוואה פונקציונלית של אבקות חלבון מרוכזות של עלי וכוספת זרעי צמח המורינגה המכונפת במערכת מודל של תחליב (אמולסיה). ניתוח ביוכימי הראה כי אבקת כוספת הזרעים הגולמית הכילה יותר חלבון (45.8%) לעומת אבקת העלים הגולמית (27.4%). תכולת הפוליפנולים והפלבנואידים הכללית של עלי המורינגה הייתה גבוהה משמעותית מזו של גוג'י ברי, תפוחי גרני סמית', וכוספת זרעי המורינגה. הן לעלים ולכוספה נמצאו תכולת חומצות אמינו חיוניות ותכולת מינרלים מספקת. בין תהליכי האופטימיזציה הרבים, שיקוע חומצי ב-pH 4.5 הניב את מיצוי החלבון הגבוה ביותר מעלי המורינגה, בעוד שדיאליזה הייתה היעילה ביותר עבור כוספת הזרעים. ניתוח הפונקציונליות של החלבונים גילו שלעלי המורינגה יש מסיסות גבוהה יותר בטווח pH שנע בין 8.0-11.0 (65-98%) מאשר כוספת הזרעים (0-0.5%). ניתוח תכונות החלבון באמולסיה הראה כי גודל החלקיקים של אמולסיות חלבון העלים ירד ב-pH 7.0 ועלה ב-pH 3.5. אמולסיות כוספת הזרעים הכילו גודל חלקיקים גדול בשני תנאי ה-pH. סביב pH 8.0 עד 11.0, אמולסיית העלים הציגה מטען שלילי (נטו) גבוה ויציבות טובה מאוד עם שקיעה מינימלית ב-pH 7.0. באמולסיית הכוספה ב-pH 7.0 נראה תהליך של הקרמה ושיקוע בקצב מהיר. ממצאי המחקר מצביעים על כך שלאבקות חלבון מרוכזות של עלי מורינגה קיים פוטנציאל גדול במערכות מודל של אמולסיות.

## ג-18: השפעות ראשוניות של שילוב גידולי שירות בגד"ש על תכונות הקרקע,

### שפע ומגוון אקריות קרקע בגידול תירס למספוא

רונן כפיר<sup>1</sup>, גיל אשל<sup>2</sup>, שירה גל<sup>1</sup> ואריק פלבסקי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר נווה יער, מכון וולקני

<sup>2</sup>התחנה לחקר הסחף, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

[ronenk@volcani.agri.gov.il](mailto:ronenk@volcani.agri.gov.il)

למארג המזון בקרקע (מיקרוביוטה ומזופאונה) חשיבות בהקניית שירותי מערכת אקולוגית ובריאות קרקע. חיידקים ופטטריות תורמים לפירוק חומר צמחי מת, המהווה מקור מזון לנמטודות חופשיות, מהן ניזונות האקריות הטורפות ופרוקי רגליים נוספים. כל אילו משגשים בקרקע לחה ומאווררת, השופעת חומר אורגני. עקב גודלן, לאקריות יש קושי לנוע במערכת נקבובים צרה וחסרת קישוריות. קרקע בחקלאות אינטנסיבית צפויה להיות משופעת פחות בנמטודות חופשיות ואקריות, בשל חוסר מבנה ודלילות רקבובית צמחית. גידול שרות (ג"ש) הוא גידול צמחי עשבוני, הנדרע עם תחילת עונת הגשמים, שלא למטרה מסחרית, ומספק שירותי מערכת כגון: הזנת הקרקע בחומר אורגני, הגנה מסחף קרקע, שיפור חידור מי גשם ודחיקת עשביה. גידול מסחרי נזרע באביב לאחר מערכת הג"ש, כך שנשאר "מזרון" צמחי יבש על פני הקרקע. שורשי ג"ש המתים מפורקים, ומהווים בסיס הזנה ליתר מארג המזון. כמו כן, שורשי ג"ש משאירים נתיבים המאפשרים תנועת אקריות בקרקע. אנו משערים כי העשרת הקרקע בחומר אורגני שמקורו בג"ש, תבסס את מארג המזון בקרקע ברמת החיידקים והפטטריות כמפיקי חומר צמחי, ברמת הנמטודות ואוכלי כל וכן ברמת האקריות. השערה נוספת: מידת הלחות והאוורור תשפיע על שפע ומגוון האקריות. בדגימות קרקע מחלקות הבסיס במשק המודל בנווה יער, על חציין גדלו ג"ש וחציין נותרו חשופות (ביקורת), הושוו המדדים הבאים: מספר ומגוון אקריות (כמדד ביולוגי), לחות קרקע, תכולת חומר אורגני ויסודות הזנה עיקריים, והידוק קרקע בעזרת פנטרומטר. תוצאות ראשוניות, מראות כי לאחר שנת הרצה אחת של פרקטיקת ג"ש, ההתנגדות לחדירה לקרקע נמוכה יותר באופן מובהק בחלקות עם ג"ש יחסית לחלקות הביקורת, ונראה כי שפע האקריות גבוה יותר (אנליזה לא סופית). לא נמצאו הבדלים מובהקים בתכולת החומר האורגני ויסודות ההזנה.

## ג-19: רובוט נייד לניטור אקולוגי של אוכלוסיית מזיקים

עדי יהושע, יעל אידן.

אוניברסיטת בן גוריון בנגב, [adiyeho@post.bgu.ac.il](mailto:adiyeho@post.bgu.ac.il)

הביקוש למזון בעולם עולה בכל שנה בקצב גבוה מאוד. על ידי לענות על הביקוש יש להכפיל את הייצור החקלאי עד שנת 2050. קיומם של חרקים מזיקים פוגע באיכותם של הגידולים, ומוריד את הייצור החקלאי בהיקפים עצומים. כיום, הנוהג המקובל הוא ריסוס כל השדות החקלאיים הקיימים, דבר אשר פוגע בצמחים, בגידולים ובעל השפעה סביבתית ובריאותית לטווח הארוך והקצר. מטרתו של פרויקט זה היא לפתח פלטפורמה רובוטית לניטור המזיקים, באמצעות דגימה אוטומטית ואדפטיבית של אוכלוסיות החרקים על עצים ושיחים, על מנת לספק איתור מקומי כתלות בזמן. רובוט אוטונומי נייד הוא סוכן אינטליגנטי, המסוגל לתכנן את הדרך בשדה בסביבות ידועות ולא ידועות מראש, בהתאם לסיטואציה אליה נקלע. הרובוט מזהה את הסביבה ומתקדם בשדה כדי לדגום יעדים וכדי לעקוב אחר חרקים. במחקר זה, אני מציג גישה חדשה לקביעת נתיב דגימה אופטימלי בשדה חקלאי, על מנת למזער את מספר החרקים בשדה בסוף יום העבודה של הרובוט (/רובוטים). יתר על כן, נבנה מודל חקר ביצועים, בעל פונקציית מטרה אשר ממזערת את תשלומי החקלאי, על ידי חישוב שעות העבודה של הרובוט ביום לפי הקלטים הרלוונטיים של כל חקלאי. שבעה מודלים לדגימה פותחו כדי לקבוע את נתיב הדגימה האופטימלי של הרובוט- שלוש אסטרטגיות (אסטרטגיית השכן, אסטרטגיית הנחש, אסטרטגיית אקראית), ולכל אסטרטגיה, מס' שיטות. המודלים נבדקו במספר תרחישים והשוו בעזרת שישה מדדי ביצוע. התוצאות גילו כי עבור שדות בעלי גודל משתנה, עם רובוט אחד בלבד, אין צורך לבקר בכמות גדולה של צמחים מדי יום, אך כן יש לבצע את הדגימה בצורה יסודית (כלומר, יש לדגום כל צמח) ולצמח- אין לדלג על הצמחים או לפחות לדלג על כמה שפחות.

## ג-20: שיפור תהליך יצור שתילי אבוקדו מורכבים על כנות וגטטיביות

גל הדס ברנדווין<sup>1,2,4</sup>, צבי דומן<sup>1,2</sup>, סלע יחזקאל<sup>1</sup>, פן צאלה<sup>1,2</sup>, ויקאס דויד<sup>1</sup>, עדי פייגנבוים<sup>1</sup>, רועי ויינשטיין<sup>3</sup>, ועינת שדות<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לצמחי נוי וביוטכנולוגיה, המכון למדעי הצמח, מכון וולקני, ראשון לציון.

<sup>2</sup> המכון למדעי הצמח ע"ש רוברט סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות

<sup>3</sup> המחלקה למדעי הצמח ואבטחת מזון אוניברסיטת תל אביב

<sup>4</sup> משתלת חסקלברג, כפר ויתקין.

[Gal.hadas@hadasbros.com](mailto:Gal.hadas@hadasbros.com)

אבוקדו (*Persea Americana*) נחלק לשלושה גזעים המשמשים בחקלאות, מערב הודי, גואטמאלי ומקסיקני ונחשב היום לזהב הירוק בשל הביקוש הרב בשוק. בארץ בודדו כנות בעלות תכונות של עמידות לקרקעות שונות ומחלות קרקע, וכדי לשמר את תכונותיהן יש לרבות אותן וגטטיבית. על מנת להשריש את הכנה הוגטטיבית יש להרכיבה על זרע אומנת וליצור ענפים אטיולנטים, שיטה זו ארוכה ויקרה. במטרה ליעל את השיטה למדנו כיצד להשריש את קודקודי הענפים האטיולנטים ובכך לייצר שתיל נוסף. מצאנו שחשיפה קצרה לאור שיפרה את כושר ההשתרשות של הענפים האטיולנטים. בנוסף, מצאנו ששימוש בחומרי השרשה חדשים שפותחו במעבדה העלה את אחוזי ההשתרשות, ושקיימים הבדלים גדולים בין קווי הכנות בכושר ההשתרשות ובהצלחת ההרכבה. על מנת לשפוך אור על המנגנון העומד בבסיס הקושי בהרכבה עקבנו אחר הקינטיקה של איחוי ההרכבה באמצעות חתכים היסטולוגיים. בחרנו את כנה VC801, מערב הודית, שהיא קשה במיוחד להשרשה אך נמצאה מצטיינת במבחן כנות בגילת. מצאנו שבהרכבה ראשונה על זרע האומנת ניתן לראות חלוקות תאים שמקורם ברקמות שונות בכיוון החתך כבר ביום השישי לאחר ההרכבה. בהמשך, לאחר 30-40 יום התבצע איחוי מלא של שכבת הקמביום וצורות ההובלה. כשהשווינו את יעילות ההרכבה השניה על ענפים אטיולנטים וירוקים מצאנו שבעוד שבכנה VC51 ממוצא גאוטמלי חל איחוי ופריצת פקעים בשני סוגי ההרכבות, ב VC801 ההרכבה על ענפים ירוקים מושרשים לא הצליחה למרות שעל הענפים האטיולנטים היתה הצלחה של 90%. ניתוח ביטוי גנים השוואתי העלה שתגובת הצמח להרכבה על ענפים ירוקים דומה לתגובה הידועה מהספרות לאי התאם הנובע מהרכבה בין מינית. מכך אנו מסיקים שתגובת הצמח לאי התאם פיזיולוגי בין כנה לרוכב דומה לתגובתו לאי התאם גנטי.

## ג-32: הבנת המנגנונים הפיזיולוגיים המשפיעים על התפתחות העובר והזרע בהכלאה (*Solanum Habrochaites* X *Solanum Lycopersicum*) בין-מינית בעגבנייה

צבי ברנר, חגי יסעור

מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני,

[hagai@agri.gov.il](mailto:hagai@agri.gov.il)

היכולת להחדיר תכונות בעלות חשיבות מסחרית לעגבנייה, *Solanum Lycopersicum*, תלויה בין השאר בהכלאה של מיני בר עם עגבניית התרבות. במקרים רבים, הכלאה בין מיני הבר עם עגבניית התרבות- נכשלת או מופרעת בצורה דרמטית. הפרעות אלו, עלולות להתרחש בשלבי התפתחות שונים בהתאם לשילוב הספציפי בין המינים המוכלאים. להפרעות אלו נהוג לקרוא "מחסומי רבייה". מטרת המחקר הייתה לבחון ולאפיין את מחסומי הרבייה במכלואים בין מינים. לשם כך ביצענו הכלאות בין שני קווי הורים הומוזיגוטים שהוגדרו כנקבה *S. Lycopersicum* וזכר *S. Habrochaites*. אפיינו את התפתחות הזרע החל משלב ההפריה ועד הבשלת זרעים מלאה באמצעות התבוננות מורפולוגית, צביעות כימיות, מדידת תכולת חלבון ועמילן, יצירת פרופיל מטבולי, בדיקות נביטה וקצב נביטה. התוצאות מלמדות כי לא קיים מחסום רבייתי בהפריה בין מינית. גרגירי אבקת הזכר נובטים היטב אל תוך השחלה, ומספר הזרעים והתפתחות הפרי תקינים. לעומת זאת במספר פרמטרים ניכרו הבדלים מובהקים בין סוגי הכלאות. בהכלאה הבין-מינית: הזרעים קטנים וקלים יותר ורקמות האנדוספרם וקליפת הזרע אינן מתפתחות כראוי. החל מהחצי השני של התפתחות הזרע, כ- 30 יום לאחר הפריה, חלה הסטה הפרעה מטבולית של משק הסוכר והחלבון. כתוצאה מהפרעות אלו, שיעור וקצב הנביטה של הזרעים- נמוכים ביותר. חשוב לציין כי העובר בהכלאה הבין מינית היה חיוני ומבחינה מורפולוגית לא ניכרו בו בעיות או הבדלים ביחס לעובר של הכלאה התוך מינית. לסיכום, במחקר זה מצאנו כי קיימים מחסומים רבייתיים "רכים" ומגוונים שמורידים משמעותית את היכולת להכלאה בין מינית מוצלחת אך אינם מונעים אותה כליל. הדרך להבנה עמוקה יותר של מחסומים אלו ומציאת דרכים להתגבר עליהם עוד ארוכה ומחקרי המשך יידרשו בעתיד.

## ג-22: מערכת ראיית ממוחשבת לספירת סרטנים

חן רוטשילד

אוניברסיטת בן גוריון בנגב הפקולטה להנדסה במחלקה להנדסת תעשייה וניהול  
[chenroth@post.bgu.ac.il](mailto:chenroth@post.bgu.ac.il)

במחקר זה תוכננה ויושמה מערכת ראייה ממוחשבת אשר מטרתה לספור באופן אוטומטי סרטנים למאכל בשלב התפתחותי ראשוני הנקרא 'לרווה', בבריכות תעשייתיות סגורות. המערכת כוללת מצלמת טלפון חכם- iPhone11 ודלי בצבע לבן שנפחו 16 ליטר, אשר הוצב במיוחד לשם צילום התמונות בתוך בריכות הגידול בכדי להוות רקע לצילום. מאתיים תמונות ברזולוציה X40323024 נרכשו בשלבי גדילה 9-10 של לרוות הסרטנים. התמונות שימשו כבסיס נתונים לפיתוח אלגוריתם הסופר אוטומטית את מספר לרוות הסרטנים בבריכות הגידול. פותח מודל CNN (רשת נוירונים מבוססת קונבולוציה) לביצוע פעולת הספירה של לרוות הסרטנים בכל תמונה. המודל שפותח במהלך מחקר זה נכתב בהשראת 'EfficientDet', מודל לגילוי אובייקטים שפותח על ידי גוגל, העושה שימוש בשיטות אופטימיזציה מתקדמות. האתגר המרכזי במחקר זה היה גודל העצמים. גודל לרוות הסרטנים קטן מאוד, אורך גופם הוא כ- 7 מ"מ. בכדי להתגבר על גודל האובייקטים הקטן במיוחד, התמונות נחתכו לרזולוציה של  $2100 \times 2100$ , והתיבות התוחמות את האובייקטים (bounding-boxes) הקטנות ביותר, הוגדלו. תוצאות האלגוריתם על סט הבדיקה הראו תוצאת זיהוי של  $mAP=0.6$ . מחקרים עתידיים יעסקו בהשפעה של שלב הגדילה של לרוות הסרטנים על היכולת לספור אותם ובשיפור יכולות ותוצאות האלגוריתם ואוטומציה של כל התהליך.

## What is Agrivoltaics?

רוזנוולד יחיאל

מכון פראונהופר למערכות אנרגיה סולארית. [larose@012.net.il](mailto:larose@012.net.il)

הרעיון לייצר אנרגיה סולארית וגידול יבולים על אותה אדמה קיים כבר זמן מה. אולם בשנים האחרונות הרעיון נעשה אטרקטיבי יותר, ככל שמחיר הלוחות הפוטו-וולטאים צנח, העניין באנרגיה מתחדשת עלה והלחצים הכספיים על החקלאים הקטנים גדלו. כך ש agrivoltaics נתפס כ win-win situation. ההשקעות בתחום האנרגיה המתחדשת הגיעו לשיא של 350 מיליארד דולר בשנת 2020 מתוכן כ-290 מיליארד הושקעו בתחומים של אנרגיה סולארית ורוח. אנו צופים עשור של השקעות רבות בתחום לצד כדאיות עסקית הולכת וגדלה. טכנולוגיית Agrivoltaics התפתחה דינמית מאוד בשנים האחרונות וניתן למצוא אותה כמעט בכל אזורי העולם - במיוחד בגרמניה, אוסטריה ושווייץ. לאור ההצלחה הגדולה בקונגרס העולמי הראשון למערכות אגרו-וולטאיות, AgriVoltaics2020, של מכון פראונהופר למערכות אנרגיה סולארית עם יותר מ-350 משתתפים מ-38 מדינות הוכיחו את הרלוונטיות הנושא.

## ג-24: תיאור תגובות הפיזיו על אובדן סורפקטין ופליפאסטטין בבצילוס סבטיליס

שי זייד

אוניברסיטת חיפה

חיידקים הם מקור עשיר ורב של חומרי טבע ייחודיים. חלק מהתרכובות שחיידקים מייצרים משתתפים במספר תהליכים חשובים בתא, כמו יכולת החיידקים לחוש, להגיב ולתקשר עם סביבתם. בצילוס סבטיליס (*Bacillus subtilis*) מייצר ליפופפטידים, כגון סורפקטין (Surfactin), איטורין (Iturin) ופליפאסטטין (Plipastatin) אשר נחקרו בשל יכולות אנרגיית פני השטח שלהם, הפעילות האנטימיקרוביאלית שלהם, ותפקידם ביצירת ביופילם וגם יכולת תנועת הנחיל של מושבת חיידקים (Swarming). התכונות המושבתיות הללו, אשר מתווכות על ידי ליפופפטידים, הכרחיים לגדילה, שרידות וכשרם של מושבות הבצילוס. שימוש במערכת חיידקים מוטנטים עבור יצירה של ליפופפטידים, אנו מציגים את הפגיעה הכללית עבור מושבת בצילוס, אשר מגיעה כתוצאה ממחסור בחומרים הייחודיים הללו ומשפיעה על מגוון תכונות של בצילוס. המידע שאספנו מראה שינויים בביטוי הגנטי, בקרת מחזור התא ושכפול חיידקי, ייצור ביופילם ובשינוי יכולות הייצור של מושבת החיידק.



## ג-25: תנועת רובוט מבוססת על אלגוריתם עיבוד תמונה לשם איסוף חרקים

טוהר ברנר, פרופ' יעל אידן

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, [toharb@post.bgu.ac.il](mailto:toharb@post.bgu.ac.il)

חרקים מהווים בעיה מרכזית בחקלאות אשר גורמת לאובדן של 10% עד ל-16% מההפסד השנתי בייצור גידולים חקלאיים. עקב ההתחממות הגלובלית, מספר זה עלול לגדול ל-19% עד ל-31%. ניטור סביבתי מאפשר גילוי מוקדם של חרקים ומסייע בהבנת השפעתם של משתנים שונים על המערכת האקולוגית. פרויקט זה הינו חלק ממחקר רחב יותר אשר מטרתו לפתח פלטפורמה רובוטית אוטונומית לניטור סביבתי המגלה חרקים על גבי עצי נקטרינה בפרדס. מחקר זה מתמקד בניווט זרוע רובוטית אל ענפי הגידול וניעורם, כדי לאסוף את החרקים ולמנותם. לשם כך, פותח אלגוריתם לומד מבוסס עיבוד תמונה לזיהוי שלד העץ. האלגוריתם בוחן את מרקם הענף והמבנה שלו ביחס לסביבה. הלמידה מתבצעת על פי מאפיינים נקודתיים ואזוריים, ו-Random Forest מיושם כמסווג. נאסף מערך נתונים המורכב מ-120 תמונות של עצי נקטרינה צעירים בתנאי שדה בעזרת מצלמת D-RGB. התמונות נדגמו בשלושה פרקי זמן שונים במהלך היום, כדי ליצור מגוון בתנאי התאורה (צולמו 4 תמונות מזוויות שונות עבור כל צמח בכל דגימה). נבחרו 15 תמונות אקראיות (5 עבור כל שעה ביום), וכל תמונה תויגה באופן ידני עם 6 מופעים של שלדי עץ בממוצע. סט הנתונים חולק ל-80% אימון ול-20% בחינה. לאחר שיפור האלגוריתם, הושגו תוצאות ראשוניות של 0.68 במדד ה-TPR ואילו 0.8 במדד ה-Geometric mean. בנוסף, תוכננה תנועה עבור רובוט בעל 6 דרגות חופש לנקודות מוגדרות מראש על גבי העץ, כאשר בעתיד הניווט יתבסס על הזיהוי ענפים בזמן אמת. במקביל, פותח מודל סימולציה של הרובוט ונותח זמן התנועה בכדי לאתר את הפרמטרים התפעוליים הטובים ביותר.

## ג-26: גידול אינטנסיבי של פטל אדום בישראל

גלעד פרוינד<sup>1</sup>, ד"ר מיכאל רובינזון<sup>1</sup>, ד"ר מיכל שרון כהן<sup>1</sup>, ד"ר ניר דאי<sup>2</sup>

1. מחקר ופיתוח ההר המרכזי. [Giladfreund@gmail.com](mailto:Giladfreund@gmail.com).

2. מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי.

פטל אדום (*Rubus ideaus*), שייך לקבוצת "פירות היער" ומבוקש מאוד כפרי יוקרתי באירופה וצפון אמריקה. בשנים האחרונות בוצע טיפוח של זנים מסוג ה"פרימוקן" (primocane), המניבים פרי כבר בשנה הראשונה לאחר השתילה, אינם דורשים מנות קור להנבה ולכן מתאימים לארצות חמות כדוגמת ישראל, ובכך פתחו את הדלת לגידול מסחרי של פטל אדום גם בארץ. כדי לפתח את ענף הפטל בישראל חברנו לחברת הטיפוח "ברייפלטנט" (Berryplant) באיטליה לייבא שלושה זנים הרשומים כפטנט של פטל פרימוקן: אמירה (Amira), ארוס (Eros) וקלריטה (Clarita). זנים אלו בעלי פרי גדול (5-7 גרם לפרי), יפה וטעים. צמח פטל מזנים אלו יכול להניב 1-1.2 ק"ג בשנה הראשונה לאחר השתילה, לאורך עונת קטיף של מספר חודשים. הגידול מתבצע במנהרות עבירות המכוסות ברשת צל ו/או רשת בצפיפות 25 מש כנגד חרקים, במצע גידול מנותק, במיכלים בנפח 10 ליטר והצמחים מקבלים הדשייה עם תמיסה מותאמת לצרכיהם. הפטל דורש הדליה פשוטה של חוטים, כדי לאפשר צימוח כלפי מעלה וחשיפה מירבית של הצמח לאור. בתנאי גידול טובים, כ-70 יום לאחר השתילה הצמח מתחיל לפרוח, וכ-100 יום לאחר השתילה מתחילה עונת הקטיף. בגידול אינטנסיבי העומד הוא 2,000 שתילים לדונם. בעונה הפרי נקטף מדי יום בצורה סלקטיבית, נארז ומוכנס מיד לקירור ב 4 מ"צ. הפטל הטרי הינו מוצר רגיש בעל חיי מדף קצרים יחסית, זהו גם מוצר יוקרתי בעל סגולות בריאותיות מצוינות, כולל שפע נוגדי חמצון. נכון ל 2021 יש בישראל כ 60 מגדלי פטל מסחריים בפריסה ארצית, רובם במשקים משפחתיים. כמעט כולם מגדלים את הזנים הרשומים שייבאנו מאיטליה. במחקר ופיתוח ההר המרכזי ממשיכים בפיתוח פרוטוקול גידול המותאם לתנאי הארץ.

## ג-27: פיתוח והתאמת גידול האוכמניות לתנאי ישראל

מיכאל רובינזון<sup>1</sup>, גלעד פרוינד<sup>1</sup>, מיכל שרון כהן<sup>1</sup>, גדעון לוריא<sup>1</sup>

1. מחקר ופיתוח ההר המרכזי. [mikitiki@gmail.com](mailto:mikitiki@gmail.com)

גידול מסחרי של אוכמניות מתפתח בכל העולם בקצב מואץ, הפרי טעים, בריא ונחשב ל"מזון-על" מבחינת סגולות בריאותיות. מקור צמח האוכמנית (*Vaccinium spp.*) באקלים הממוזג של צפון אמריקה, בקרקעות החומציות בתת-היער. בשנת 2016 חברנו לתוכנית טיפוח האוכמניות באוניברסיטת ג'ורג'יה בארה"ב. ייבאנו לישראל ארבעה זנים הרשומים כפטנט ופיתחנו פרוטוקול לריבוי הצמחים בתנאי הארץ בשיטת ההשרשה. היום זנים אלו נמצאים אצל 60 מגדלים בישראל, מצפון הגולן ועד רמת הנגב. האתגר העיקרי שלנו הינו להתאים את גידול האוכמנית לתנאי הארץ-אקלים חם וקרקעות בסיסיות, מכיוון שרק בצפון הגולן האדמות על בסיס טוף בהם ניתן לגדל אוכמניות בקרקע בהצלחה. בחמש השנים האחרונות פיתחנו פרוטוקול גידול, השקיה ודישון התואם לישראל. הפרוטוקול מבוסס על גידול במצע מנותק, המבוסס על טוף, כבול וקוקוס. גידול אינטנסיבי במנהרות עבירות מכוסות רשת צל בצפיפות של עד 800 צמחים לדונם, בדליים בנפח 45-50 ליטר. מכיוון שהאוכמניות צריכות סביבה חומצית לגידול, בעולם מקובל להחמיץ את המצע או מי ההשקיה כדי לאפשר לצמחים תנאים מתאימים לקליטת חומרי הזנה. לרוב ההחמצה נעשית על ידי חומצות מרוכזות המסוכנות לשימוש למגדלים. במסגרת המחקר שלנו הצלחנו לפתח שיטת החמצה ע"י דישון בלבד-ללא תוספת חומצות. נמצא ששימוש בדשן המבוסס על לפחות 70% אמון מחמיץ את סביבת השורשים במצע ונותן תוצאות גידול טובות מאוד לאורך השנים. פיתוח ענף האוכמניות בישראל הוא סיפור הצלחה- הן של המחקר החקלאי היישומי והן של חקלאי ישראל. במספר קטן של שנים בוצע ייבוא זנים- כולל בדיקות תחנת הסגר, פיתוח פרוטוקול ריבוי, אקלום הגידול לתנאי הארץ, לימוד שיטות השקיה ודישון והנגשת הידע לעשרות חקלאים ישראלים. התוצאות נראות בשטחים החקלאיים ואצל הצרכנים הישראלים הנהנים מהפירות.

## ג-29: תהליכי יובש מהיר בנמטודות אנטומופתוגניות

ג'אשרי רמקרישנאן<sup>1,2</sup>; דנה מנט<sup>2</sup>; איתמר גלדר<sup>2</sup>

<sup>1</sup> אגרואקולוגיה ובריאות הצמח, האוניברסיטה העברית בירושלים; <sup>2</sup> המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.. [danam@volcani.agri.gov.il](mailto:danam@volcani.agri.gov.il)

הצלחת גורמי הדברה מיקרוביאליים תלויה בשלושה גורמים מרכזיים: השרדות המדביר המיקרוביאלי, האינפקטיביות למזיק המטרה ותנאי הסביבה השוררים בבית הגידול. נמטודות אנטומופתוגניות משמשות בחקלאות כגורמי הדברה ביולוגיים, ברי-קיימא נגד מזיקים רבים. בתנאים המאפיינים עלוות צמחים, נמטודות אנטומופתוגניות חשופות לתנאי יובש כמעט באופן מיידי מרגע היישום שלהן. דבר זה מוביל לתהליכי התייבשות מהירים בנמטודות ולפגיעה בפעילותן והשרדותן. תהליך היובש המהיר המתקיים בנמטודות והמנגנונים המעורבים בו אינם ידועים כלל. מטרת מחקר זה הינה לאפיין את ההשפעה של יובש מהיר על נמטודות אנטומופתוגניות הן בהיבט פעילותן כמדבירות והן בהבנת המנגנונים המעורבים. בכלל זה, אפיון השרדות נמטודות ופעילותן כמדבירות ביולוגיות בעקבות חשיפה ליובש מהיר. בהשוואת כושר העמידות ליובש מהיר בשלושה קווים מסחריים של נמטודות אנטומופתוגניות, זיהינו כי הנמטודה מהמין *Steinernema carpocapsae* בעלת כושר עמידות טוב יותר ליובש מהיר בהשוואה לנמטודות מהמינים *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis* ו-*bacteriophora*. בנוסף, השרדותה של הנמטודה העמידה יותר אופיינה בתנאי יובש שונים (RH43%-RH85%). כך נמצא כי קיימת "נקודת-שבר" בתנאי היובש בה אוכלוסיית הנמטודות קורסות לחלוטין. באמצעות מדידה גרוימטרית נמצא כי בתנאי יובש מהיר קיים אובדן מים מגוף הנמטודות בקורלציה עם תנאי היובש השונים. אנליזה ספקטרוסקופית Attenuated total reflectance- Fourier transform infrared spectroscopy, שמשה לזיהוי השינויים המתרחשים בתכולת מים בנמטודות המצויות בתהליך יובש מהיר, ואפשרה לזהות שינויים ביוכימיים נוספים המתרחשים ביובש מהיר כגון הצטברות טרהלוז, מבני שומנים. ממצאי מחקר זה יאפשרו לאפיין את התהליכים המתרחשים בנמטודות אנטומופתוגניות הנחשפות לתנאי האקלים על פני עלוות צמחים. כך תתאפשר הגברה של השרדותן ויעילותן של הנמטודות בקטילת מזיקי נוף שונים, דרך פיתוח פורמולציות מתקדמות המשמרות תנאי מיקרו-אקלים מיטבי לנמטודות.

## ג-30: התפקיד ההגנתי של רקמת פרידרם בקליפת פירות ממשפחת הדלועיים כנגד פטריית העובש האפור

גל נומברג<sup>1,2</sup>, עודד ירדן<sup>2</sup>, חגי כהן<sup>1</sup>

המחלקה לגד"ש וירקות - המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני  
<sup>2</sup> המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,

האוניברסיטה העברית

[Gal.nomberg@mail.huji.ac.il](mailto:Gal.nomberg@mail.huji.ac.il)

קליפת הפרי משמשת כקו ההגנה הראשון כנגד חדירת פתוגנים. במהלך התפתחות הפרי עלולים להיווצר קרעים בקליפה ובשכבת הקוטיקולה. מיני דלועיים כגון מלון ומלפפון מייצרים רקמת פרידרם, המורכבת מהפולימרים סוברין וליגנין, שמטרתה לאטום קרעים אלו. יחד עם זאת, אין מידע רב אודות ההיבט ההגנתי של הפרידרם במניעת פגיעה על ידי פטריות פתוגניות. במסגרת המחקר אפיינו את התפקיד ההגנתי של הפרידרם בקליפת פירות דלועיים כנגד התקפה של הפטרייה הנקרותרופית *Botrytis cinerea* הגורמת למחלת העובש האפור. לפטרייה זו אנזימים הידרוליטיים המשתתפים בפירוק שכבת הקוטיקולה ודפנות התאים ומאפשרים לפטרייה לחדור דרך הקליפה. בחנו את ההבדלים המורפולוגיים והכימיים בפירות מלון (*Cucumis melo*) ומלפפון (*Cucumber sativus*) בעלי קליפה חלקה (*Tamdeu*-ו-*sativus*, בהתאמה) ופירות בעלי קליפה המכילה פרידרם (*Dulce*-ו-*sikkimensis*, בהתאמה). מבחני הדבקה הצביעו כי פטריית העובש האפור הצליחה לחדור את קליפת המלפפון בעל הקליפה החלקה ולהתפתח ברקמות הפנימיות, אך כשלה לעשות זאת במלפפון בעל הקליפה המכילה פרידרם. להפתעתנו, בזני המלון קיבלנו תמונה הפוכה כשלא נצפתה כל חדירה במלון בעל הקליפה החלקה, אולם זן המלון השני היה מאולח לחלוטין. תצפיות אלו מרמזות כי אופי הקליפה משפיע על יכולת החדירה של הפטרייה, אך לא די בנוכחות או היעדר פרידרם בכדי לקבוע את תוצאות ההדבקה. בכדי לפענח את המנגנונים המולקולריים החלים בעת האילוח, נבצע אנליזת ביטוי גנים של הפטרייה בשלבים שונים של ההדבקה על פירות עם מבנה קליפה שונה. לממצאי עבודה זאת יכולה להיות תרומה להבנת המנגנונים המשתתפים בעת האינטראקציה שבין פטריית העובש האפור לפני שטח שונים בקליפת הפרי. הבנת התהליכים יכולה לסייע במאמצי הטיפול ופיתוח אמצעים להקטנת הנזקים של פטריות פתוגניות על פירות דלועיים במהלך הגידול ולאחר הקטיף.

## ג-31: יצרנות מספוא גס בתנאי יובש קשים בנגב: בחינה השוואתית של זנים מסורתיים של שעורה וחיטה

ראיד אלמחדי<sup>1</sup>, עוזי מועלם<sup>2</sup>, רואי בן דוד<sup>2</sup>

1. משרד החקלאות, 2. מנהל המחקר החקלאי, [raedall@shaham.moag.gov.il.com](mailto:raedall@shaham.moag.gov.il.com)

בישראל מגדלים כמיליון דונם חיטה (50% משטחי הגד"ש), רובם בפלחה, המהווים כאחד מן המקורות העיקריים למספוא גס להזנת מעלי-גרה. מעל כשליש מראשי הצאן בישראל גדל בסביבה היובשנית של הנגב. בשנים האחרונות חלים שינויים ביעוד הקרקעות החקלאיות וגידולי המספוא הגס נדחקים לקרקעות שוליות ולאזורי גידול יובשניים, מה שמקשה מאד על אספקת מספוא איכותי ויציב. שעורה הוצעה כבר כדגן חליפי עם ייצרנות גבוהה. פתרון נוסף עשוי להיות טמון בבחינה של זני דגן מסורתיים כחלופת מספוא לזני דגן מודרניים וחצי-מנונסים. זני חיטה ושעורה מסורתיים גבוהי-קמה גודלו ע"י הפלחים המקומיים למספוא בסביבות יובשניות לאורך מאות שנים ולכן עשויה להיות להם התאמה ליצרנות במספוא בתנאי יובש (>200 מ"מ). מטרת מחקר זה הנה לבחון את ההתאמה האגרוטכנית וכושר הייצור של זני חיטה ושעורה מסורתיים בסביבת גידול יובשנית ואיכותם כגידולי מספוא להזנת מעלי גירה (הרכב כימי, נעכלות ועוד- כולל מבחן הזנה בכבשים). תוצאות ראשוניות של הניסוי בגילת (220 מ"מ גשם) הראו יתרון לשעורה באון הצימוח מול חיטה. בנוסף התאפיינו זני השעורה בקמה נמוכה בייחוד בהשוואה לזני החיטה המסורתיים. מאידך הסתעפות היתר בשעורה פיצתה על כך ורמת יבול ח"י בשלב חלב-דונג של זני השעורה היו דומים לחיטה. על סמך יבול הח"י נבחרו שני זנים מצטיינים בהשוואה לזני הביקורת המודרניים: בשעורה נבחר הזן אל-עריש (628 ג' למ"ר) ובחיטה נבחר הזן הבכיר גאזה 0.5 (500 ג' למ"ר). בשנה הבאה נאפיין אגרוטכנית את הזנים המצטיינים משנה זאת בניסוי חצי מסחרי תחת יובש. בשנה השלישית ייזרעו הזנים המצטיינים בשדה והחומר הצמחי ישמש לניסוי הזנה בצאן.

# The Use of Date Seeds in Neuroprotection

Nduta Peter Kibui<sup>1</sup>, Ilana Gotez<sup>1</sup>, Haim hazan<sup>2</sup> and Yael Bar Lavan<sup>2,3</sup>

1. Tel Aviv University
2. Central & Northern Arava R&D
3. Dead Sea & Arava Science Center

[barlavan@adssc.org](mailto:barlavan@adssc.org)

Damage to the neurons resulting to progressive loss of function or alteration of its structure often leads to a neurodegenerative disorder with variety of clinical symptoms depending on the affected neurons. The most common disorders include Alzheimer's disease (AD), Parkinson's disease (PD) and amyotrophic lateral sclerosis (ALS) presenting a major burden in the health care systems worldwide. Previous studies on date seeds from date palm trees (*Phoenix dactylifera*) on rat models have reported promising results pointing to cerebral-protective effects and neurological disorder(s) therapeutic agent potential. To this end, to assess the neuroprotective role of date seeds, we are utilizing *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) AD model organisms which can expedite identification of molecular targets and signaling pathways affected by plant extract. We have prepared and screened 60 different date seed extracts and generated two hits that we are using to assess their role in neuroprotection. The fractionation and purification of compounds in these two extracts have been carried out using reverse phase-HPLC. Consequently, lifespan, paralysis, and oxidative assays using; Bristol (N2), CL2006, CF1934 (daf-16: GFP) worm strains will be carried out using the purified fractions. RNAi interference will be employed to investigate the potential pathway involved in neuroprotection.

## ג-34: חשיבות משפחת הגנים גליקוזיד הידרולאז 13 במטאבוליזם של סוכרים ויכולת ניצול של פונדקאים על ידי כנימת עש-הטבק

דור וינטראוב<sup>1</sup>, יונתן שדה<sup>1</sup>, שי מורין<sup>1</sup>, אסנת מלכה<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים

[dor.wintraube@mail.huji.ac.il](mailto:dor.wintraube@mail.huji.ac.il)

חרקים מוצצי שיפה נחשפים לריכוזי סוכר (בעיקר סוכרוז) גבוהים אשר גורמים לפוטנציאל אוסמוטי חיובי בין מוהל השיפה במעי החרק וההמולימפה. במחקר זה התמקדנו בחרק הרב-פונדקאי ומוצץ השיפה כנימת עש-הטבק (כע"ט), *Bemisia tabaci*, מזיק מפתח בגידולים חקלאיים רבים. מחקרים גנומיים וטרנסקריפטומיים קודמים שנערכו במעבדתנו מצאו כי בגנום של כע"ט ישנם כ-70 חברים ממשפחת הגנים גליקוזיד הידרולאז 13 (Glycoside hydrolase 13; GH-13), כאשר רמות הביטוי של חלקם גבוהות במיוחד. גנים ממשפחה זו מעורבים במטאבוליזם של סוכרים ובעלי תפקיד בהתמודדות כע"ט עם ויסות רמות הסוכר בגופן על ידי הידרוליזה, איזומריזציה, וטראנסגלוקוזילציה של סוכרוז. בנוסף, מצאנו כי אנזימים ממשפחת ה-GH-13 מעורבים ביכולתה של כע"ט לנטרל רעלנים צמחיים מסוג גלוקוזינולאטים וציאנו-גלוקוזידאזים. בכדי להוסיף וללמוד על התפקידים של משפחת GH-13 בכע"ט, בחרנו חמישה גנים מהמשפחה ה"חשודים" כבעלי תפקידים שונים בהתבסס על פרופיל הביטוי ורצף חומצות האמינו שלהם באתרים הפעילים. כל אחד מהגנים הושתק בנפרד על ידי האכלת פרטים בוגרים של כע"ט בדיאטה מלאכותית של סוכרוז ו-RNA דו-גדילי. בחנו את תוצאות ההשתקה על שרידותן והרכב הסוכרים בטל-הדבש של הכנימות המושתקות, ועל קצב ההתפתחות של צאצאיהן. מצאנו כי השתקה של ארבעה מהגנים גורמת לירידה מובהקת בשרידות של כע"ט (בהשוואה לפרטים שהואכלו ב-RNA דו-גדילי המשמש כביקורת), ואף משפיעה על התפתחות צאצאיהן. בנוסף, בחינה מטאבולומית הראתה הבדלים בדפוסי המטאבוליטיים הסוכריים בטל-הדבש בעקבות ההשתקה, דבר המרמז כי לגנים שהושתקו תפקידים שונים. בהתבסס על ממצאים אלה, אנו משערים כי משפחת הגנים GH-13 בכע"ט חשובה עבור ניצול מוצלח של הצמחים הפונדקאים, דבר אותו אפשר לנצל על מנת לפתח גישות מתקדמות להתמודדות עם הנזקים החקלאיים אותם הכנימה גורמת.



## ג-35: פיתוח פטל אדום כענף מסחרי בישראל

גיא תמיר<sup>1</sup>, אולג גורביץ<sup>1</sup>, עדנה בן אריה<sup>1</sup>, קארן סילברמן<sup>1</sup>, אגמון נאמן<sup>1</sup> רוני נוימן<sup>2</sup> גלעד פרוינד<sup>3</sup>, שבתאי כהן<sup>4</sup>, רעות דגן<sup>5</sup>, עומר קריין<sup>5</sup>, סמדר הרפז סעד<sup>6</sup> איתי מעוד<sup>7</sup> וניר דאי<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח, וולקני; <sup>2</sup>משתלת מי עמי; <sup>3</sup>מו"פ ההר המרכזי; <sup>4</sup>מו"פ ערבה תיכונה; <sup>5</sup>מו"פ צפון; <sup>6</sup>הפקולטה לחקלאות, <sup>7</sup>המכון לאחסון, וולקני. [nirdai@agri.gov.il](mailto:nirdai@agri.gov.il)

פטל אדום הוא ענף גידול חדש בישראל וההתעניינות בו הולכת וגוברת הודות לערך הבריאותי הגבוה של הפרי. בשנים האחרונות נעשה בעולם טיפוח מואץ של זני פטל מקבוצת הפרימוקן (primocane), שיכולים לשאת פרי על השריג החד-שנתי ללא תלות בטמפרטורה ואורך יום. כיום, קיים מחסור בידע חקלאי וכלכלי אודות פוטנציאל הגידול של ענף הפטל בישראל, ידע עליו אנו מנסים לגשר. בשנים האחרונות אנו, במכון וולקני, פועלים בשיתוף עם מו"פ ההר המרכזי, מו"פ צפון, מו"פ ערבה תיכונה ומגדלים רבים לפיתוח ענף הפטל והפיכתו למסחרי לשיווק בשוק המקומי. בשנים האחרונות, פותח על-ידינו פרוטוקול לגידול פטל במנותק מהקרע, שכולל: סוגי מצעים, נפחי ותדירויות השקיה, הרכב וריכוזי יסודות הזנה, צורות הדלייה, רמות הצללה וטיפולי הגנת הצומח. בנוסף, פותח הידע בנושא השתלנות ויצירת שתילים. במקביל ליבוא זני פטל מאיטליה ואקלומם, הוקמה, במכון וולקני, תוכנית טיפוח לפטל, שמטרתה לברר קווי פטל איכותיים המתאימים יותר לתנאי האקלים ולעונות הגידול, הקיימים בישראל. כל זאת במטרה לשווק פטל לאורך רוב חודשי השנה. במהלך 2021, קווי פטל נבחרים מתוכנית הטיפוח, נשתלו אצל מספר מגדלים, לבחינה של: התפתחות ופוריות הצמחים, איכות הפרי ומידת התאמתם לעונות גידול והנבה שונות. לאחרונה, אנו לומדים את מרכיבי הטעם והארומה הייחודיים של הפטל, שבשילוב עם מבחני טעימה, משמשים ככלי בטיפוח. בעתיד הקרוב נמשיך ונלמד את נושא יצירת שתילים למועדי הגידול והקטיף החורפים והאביביים ונתאים קווי טיפוח ייעודיים למועדים אלו. ענף הפטל נמצא בישראל בתחילת הדרך, שיתוף פעולה של מחקר, טיפוח, הדרכה וחקלאים המחפשים גידולים חדשים, יאפשר ביסוס הענף ואספקת פטל טרי ברוב עונות השנה לשוק המקומי.

## ג-36: השפעת הרכב חומצות השומן משומן חלב על התפתחות טרשת עורקים ומחלקת כבד שומני לא אלכוהולי בעכברי ApoE<sup>-/-</sup> ואורגנולפטיקה של גבינות חצי קשות

יונתן רצאבי<sup>1,2</sup>, אופיר בנימין<sup>1</sup>, רואי גוטמן<sup>2</sup>

<sup>1</sup>המכללה האקדמית תל - חי.

<sup>2</sup>מייגל - מכון למחקר מדעי בגליל

מייל מחבר ראשי: [Jonathan.rassabi@gmail.com](mailto:Jonathan.rassabi@gmail.com)

מחלות קרדיווסקולריות הן גורם התמותה מספר אחד בעולם ושכיחותם עולה בצורה מדאיגה. צריכה מרובה של חומצות שומן רוויות (saturated fatty acid, SFA) נחשב לגורם סיכון להתפתחות טרשת עורקים ומחלות נוספות, על כן ישנה חשיבות בריאות - תעשייתית - כלכלית למציאת דרכים להפחתת אחוז ה-SFA במזון. ברפת החלב ישנו שוני טבעי בין הפרות באחוז SFA בחלב (58-74%). מטרת המחקר הייתה חקירת השפעת הפרדה על בסיס אחוז SFA על תוכנות אורגנולפטיות של גבינות חצי קשות, ובחינה האם חלב בעל אחוז SFA נמוך מהנורמה מפחית את קצב התפתחות טרשת עורקים ומחלת כבד שומני לא אלכוהולי. הרכב חומצות השומן בחלב מחליבת בוקר נבדק ב- FTIR ודוגמאות החלב חולקו לפי הרכב חומצות השומן בהם לשני סוגי חלב: אחוז SFA נמוך (61-65%) וגבוה (71-73%), וחלב ביקורת - חלב סטנדרטי (68-69%). תחילה נבדקה השפעת אחוז SFA על התפתחות טרשת עורקים וכבד שומני בעכברי ApoE<sup>-/-</sup>, ע"י בדיקת מדדים מטבוליים, היווצרות פלאקים בעורקים, והתפתחות כבד שומני ע"י התפתחות פיברוזיס ותאים דלקתיים. השינוי באחוז השומן הרווי לא השפיעה על צריכת המזון, משקל הגוף והרכבו. אולם, נצפתה מגמת עלייה בכמות הפלאקים באבי העורקים ובהתפתחות דלקת בכבד עם העלייה באחוז SFA בדיאטה דלת שומן, אך לא בדיאטה עתירת שומן. בהמשך נבדקה ההשפעה על גבינות חצי-קשות ע"י בדיקת מרכיבים, ותכונות אורגנולפטיות, הפרדת החלב הובילה לעלייה במרקם קשיות הגבינות עם העלייה באחוז SFA, לא נצפה הבדל אורגנולפטי בין הגבינות זאת מתוך מבחני הבדלה וניתוח חומרים נדיפים. לסיכום, להפרדת חלב על פי השוני הטבעי באחוז SFA יתרונות בריאותיים ללא השפעה על טעמים וריחם של מוצריה ועל כן יש פוטנציאל לפיתוח עתידי של שיטות הפרדת החלב בעת החליבה.

## גידול מזון על-טף על-טף בחצרות בעיר

צבי הלברכט<sup>1</sup>, אור בן-חיים<sup>2</sup>, לימור אמסלם<sup>3</sup>, אנדבט פנטה<sup>3</sup>, אילן שמעוני<sup>4</sup>, שלום קוולר<sup>5</sup>

1-חקלאות עירונית, 2-קהילה גבעת אולגה, 3-שכונת החלוץ, 4-חקלאות רוח שתות, 5-אקדמיה בצלאל. [zvihalbrecht@gmail.com](mailto:zvihalbrecht@gmail.com)

חקלאים אתיופים גרים בערים בבתים משותפים, ורבים מהם מנצלים את השטח ויזמים מקימים בפינות חקלאות קטנות. מספר חוות קהילה אתיופית קיימות בארץ, צמודות לערים, בשיתוף עם מנחים וחוקרים בשטחים המשתרעים על דונמים בודדים, רובם צריך פתרון נגישות באוטובוסים. המטרה שלנו היא לעודד ולעזור ולפתח גינות אישיות קטנות צמודות בחצרות, במרחק הליכה מהקהילה המעורבת. הפרויקט מתמקד במזון העל טף, שהינו נפוץ מאוד בקרב הקהילה האתיופית ומשמש כמזון מרכזי אצלם. כמודל לפרויקטים כאלו ניתן למצוא בשכונת גבעת אולגה את הגינה של אילן אברהם חקלאי שמגדל: דורה - סורגום, פול, תירס, תפוחי אדמה, אלוורה וכמובן טף. בשנים האחרונות אנחנו חברי קהילה בגבעת אולגה מתגבשים לחזק את החקלאות עירונית, ולגבש פינות לא ממוסדות, וסיוע בעזרה ויעוץ: מערכות בשיטת מים נמוכה, העשרת איכות אדמה, דשן, יעוץ אגרונומים, הדברה אורגנית וכדומה, במקבילה המטרה לקיים אירועים עסקי כלכלים: , אוכל, בגדים, כלים, זרעים. במקביל תרומה כספית או כל תרומה אפשרית. החקלאים ומשתמשים בזרעים מיובאים בחנויות, מתייעצים עם חוקרים אקדמיים בארץ לגבי זרעים איכותיים, ובמקביל לומדים מהם ומניסיונם בשטח.

הייטק חקלאות בעיר - חדשנות לצעירים. לאור השנים הקמנו חממות קטנות בחקלאות בחצר וגגות, התוכנית לשיתוף פעולה מקצועי - כלכלי עם חקלאי (רוח שתות) התוכנית להקים מרכזי חקלאות לצעירים אתיופים, לדוגמא: גידול תותים, וירקות מגוונים.

# ד-1: חיזוי רב-ממדי של התפתחות מדדי איכות פרי העגבנייה באמצעות מודל מבוסס חישה

איתן פאס, דוד הלמן

המכון למדעי הסביבה (מדעי הקרקע והמים), הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה  
העברית. (eitan.fass@mail.huji.ac.il)

העגבנייה הינה הפרי השני הכי נצרך בעולם אחרי התירס. עגבניות נצרכות בצורתן הטרייה ובצורות מעובדות שונות, והן המקור העשיר ביותר בליקופן אשר מהווה אנטי אוקסידנט מרכזי בתזונת האדם. עגבניות מכילות כמות ניכרת של ויטמין C, ו-β קרוטן. לאור החשיבות הבריאותית של תכולת האנטי אוקסידנטים והוויטמינים בעגבנייה והשינוי לאחרונה בדגש על איכות ולא רק על כמות התוצר, ישנה חשיבות לניטור התפתחות מדדי איכות בפרי תוך-כדי הבשלתו. בוצעו מספר מחקרים העוסקים בהשפעת התנאים הסביבתיים על איכויות פרי שונות כגון תכולת סוכרים (SST), קשיחות פרי, ויטמין C וליקופן, אך מאחר והיום אין דרך לבדוק תכולה כימית של פרי העגבנייה מבלי לשלוח את הפרי לאנליזה במעבדה (בדיקה יקרה המשמידה את הפרי בתהליך), לחוקרים קשה לבחון את השינוי במדדי האיכות של העגבנייה תוך כדי גידולה על הצמח וביחס לשלב הבשלת הפרי ותנאי הסביבה. במחקר הנוכחי נבנה מודל אשר ימדוד ע"י נתוני חישה ממצלמה היפר ספקטראלית (הקולטת החדרי אור גם מחוץ לתחום הנראה ב-204 ערוצים) בשילוב עם מצלמה תרמית את איכות פרי העגבנייה במודל יחיד. המטרה היא שחקלאים וחוקרים יוכלו לעקוב אחר מדדי הפרי תוך-כדי הבשלתו על הצמח בכדי לאפשר בחירת זמן קטיף אופטימלי לאיכות פרי מקסימלית. השערת המחקר היא שע"י ניתוח נתוני החישה ובעזרת כלים סטטיסטיים מתקדמים (כגון למידת מכונה) נוכל להעריך בקירוב את מדדי איכות הפרי כגון ליקופן, ויטמין C, ריכוז סוכרים בפרי, ו-pH וכן את אורך חיי המדף שלו לפי מדד של קשיחות הפרי וכל זאת תוך-כדי הבשלתו על הצמח. בהרצאה הנוכחית נציג תוצאות ראשוניות של חיזוי SST, קשיחות פרי, וויטמין C בשלבי הבשלה שונים של העגבנייה בעזרת אמצעי חישה.

## ד-2: תפקיד ההורמון הצמחי ABA בבקרת הבשלת פרי בתמר 'מג'הול'

סער אלבר<sup>1</sup>, אמנון בוסתן<sup>2</sup>, סמדר הרפז סעד<sup>1</sup>

<sup>1</sup>האוניברסיטה העברית בירושלים, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית  
<sup>2</sup>המרכז לחקר חקלאות מדברית ברמת נגב, מפעלי רמת נגב בע"מ

[saar.elbar@mail.huji.ac.il](mailto:saar.elbar@mail.huji.ac.il)

התמר (*L. Phoenix dactylifera*) הוא עץ חד-פסיגי הגדל בתנאי אקלים חם ויבש. לפרי התמר חשיבות רבה מבחינה תזונתית בקרב אוכלוסיות רבות ומגוונות ברחבי העולם. למרות זאת, קיים מעט מאד מידע לגבי המנגנון המבקר את תהליך הבשלת הפרי בתמר. ממצאים חדשים שהצטברו בשנים האחרונות, מייחסים תפקיד מרכזי להורמון הצמחי חומצה אבציסית (ABA) בבקרת הבשלה. לפיכך, שיערנו כי ההורמון ABA עשוי לשחק תפקיד מרכזי גם בבקרת תהליך הבשלת הפרי בתמר כימות ה-ABA המיוצר באופן טבעי במהלך התפתחות הפרי בתמר מג'הול, הראה כי ריכוז ה-ABA בפריקרב מתחיל לעלות החל מ-18 שבועות לאחר ההאבקה (שא"א), מיד לאחר שהפרי מגיע לשיא גודלו ובמקביל לשינוי הצבע מירוק לצהוב. מנקודה זו ואילך, ריכוז ה-ABA עולה בהדרגה עד לערכי שיא בשלב הסופי של ההבשלה, כשהפרי הצהוב הופך לחום ומוכן לגידול. טיפול חיצוני ב-ABA כשבוע לפני הגעת הפרי לשיא גודלו (16 שא"א), האיץ את קצב פירוק הכלורופיל ואת החלפת הצבע מירוק לצהוב, בהשוואה לפרי ביקורת. בנוסף, גרם טיפול ה-ABA להקדמת העלייה ברמות הסוכר המסיס (בריקס) בפרי, בהשוואה לפרי ביקורת. מעניין לציין, כי בנוסף להקדמה מסוימת בהבשלת הפרי, טיפול חוזר ונשנה (4 יישומים) ב-ABA באשכולות שלמים גרם לאחידות רבה יותר במצב ההבשלה באשכול, בהשוואה לאשכולות הביקורת. ניסיונות נוספים, הדגימו כי טיפול בהורמונים אוקסין וג'יברלין, 18 שא"א, הביא לעיכוב תהליך ההבשלה, בהתאמה למחקרים קודמים, ואילו טיפול במעכב ייצור ג'יברלין הביא לזירוז תהליך ההבשלה. תוצאות מחקר זה, מניחות את התשתית לפענוח המנגנון באמצעותו משפיעות אינטראקציות בין הורמונים שונים על התקדמות תהליך הבשלת הפרי בתמר.

### ד-3: דבורי בומבוס משפרות האבקה בזן האבוקדו האס ומעלות יבולים

רפי שטרן<sup>1</sup>, גל ספיר<sup>1</sup>, ורד יריחימוביק<sup>2</sup>, עמיר שרמן<sup>2</sup>

<sup>1</sup>מיג"ל/מו"פ צפון

<sup>2</sup>המחלקה לעצי פרי, מכון וולקני

[raffi@migal.org.il](mailto:raffi@migal.org.il)

דבורת הדבש היא המאביק המסחרי העיקרי באבוקדו, אולם חוסר יעילותה בביצוע ההאבקה הוא אחד הגורמים המגבילים את הפוריות. לאחרונה נבדק הרעיון של הכנסת כוורות דבורי בומבוס בנוסף לכוורות דבורי דבש באגס ובתפוח. נמצא כי תוספת דבורי הבומבוס הובילה במינים אלו לעלייה בשיעורי ההאבקה הזרה, להגדלת מספר הזרעים בפרי ולשיפור משמעותי במדדי היבול. בעבודה הנוכחית נבחנה האפשרות לשיפור יבולי האבוקדו מהזן 'האס', ע"י תוספת של דבורי בומבוס למטעים. בניסויים שבוצעו במהלך ארבע שנות המחקר (2018-2021) נבדקו: היבול (ק"ג/עץ), מספר פירות לעץ וגודל הפרי במרחקים שונים מכוורות הבומבוס במספר אתרים ברחבי הארץ - בגליל העליון, בגליל המערבי, במרכז הארץ ובדרומה. מתוצאות הניסויים בשטח נמצא שאכן קיימת מגבלת האבקה, ותוספת דבורי הבומבוס משפרת אותה משמעותית. כתוצאה מכך עלה מספר הפירות לעץ באופן מובהק. חידוק לשיפור ההאבקה התקבל ממעקב אחר שיעורי האבקת הפרחים ומספר גרגרי האבקה לצלקת במרחקים שונים מכוורות הבומבוס. נמצא מתאם שלילי מובהק בין מרחק העצים מהכוורות לבין שיעורי ההאבקה של הפרחים ומספר גרגרי האבקה לצלקת. האפקטיביות הגבוהה של ההאבקה הושגה עד למרחק של 50-80 מטר מהכוורות. בנוסף בוצע דיגום פירות במרחקים שונים מכוורות הבומבוס לאפיון גנטי של ההורה הזכרי, תוך שימוש ב-10 SNPs אינפורמטיביים. נמצא כי רק כ-2% מפירות ה'האס' היו תוצרי האבקה עצמית, ללא תלות במרחק מהכוורות. מכאן, שתוספת היבול במטעים היתה בעיקרה תוצאה משיפור ההאבקה, וככל הנראה האבקה זרה ע"י הזן אטינגר. לסיכום - תוספת של כוורות בומבוס בצפיפות של כוורת אחת לדונם משפרת את ההאבקה, מעלה את סיכויי ההפריה הזרה ומגדילה את יבולי ההאס באופן ניכר ומשמעותי.

## ד-4: מנות סוכר ולא מנות קור קובעות את משך התרדמה האנדוגנית בפקעת תפוח אדמה

רח דניאלי<sup>1,2</sup>, שמואל אסולין<sup>3</sup>, דוד גרנות<sup>4</sup> ודני אשל<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון וולקני.

<sup>2</sup> התוכנית הבין-פקולטאית לביוטכנולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.

<sup>3</sup> המחלקה למדעי הקרקע המים והסביבה, מכון וולקני.

<sup>4</sup> המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, מכון וולקני.

[raz.danieli@mail.huji.ac.il](mailto:raz.danieli@mail.huji.ac.il)

תרדמה אנדוגנית היא מרכיב חשוב במחזור החיים של צמחים רב שנתיים רבים, תהליך פיסיולוגי המבוקר בעיקר גנטית ומושפע בחלקו על ידי תנאי הסביבה. פקעת תפוח אדמה משמשת כמערכת מודל ללימוד מנגנון התרדמה האנדוגנית ולמעקב אחר תהליכים מטבולים הקשורים בו. בסיפור המדעית מבוססת היטב תופעת המתקת הפקעת, המתבטאת בעליה בתכולת הסוכרים המחזרים, בתגובה לחשיפה לקור. כדי לעקוב אחר תהליך זה ולקשרו לקצב ההתעוררות מתרדמה פיתחנו פונקציה לוגיסטית המבוססת על מדידת מנות סוכר מצטברות בכל זמן נתון. נמצאה קורלציה גבוהה בין המתקת הפקעת וקיצור התרדמה האנדוגנית בעקבות חשיפה לקור. גם חשיפה לחום גרמה לעליה במנות הסוכר ובהתאם לקיצור משך התרדמה האנדוגנית. השתקת הגן (*StVlnv*) vacuolar invertase באמצעות CRISPR/Cas9 האריכה את התרדמה האנדוגנית, רק בדנים בהם המוטציה שינתה את צבירת מנות הסוכר. ביטוי ביתר של *StVlnv*, גרם לקיצור התרדמה האנדוגנית רק בתנאי אחסון בהם הקו הטרנסגני חווה עליה בצבירת מנות סוכר. מצאנו שעליה במנות הסוכר בפרנכימת הפקעת, בזמן שמעברי הפלסמודדמטה לניצן סגורים, אינה משרה מיידית התעוררות של ניצנים רדומים. תוצאות מחקר זה מצביעות על מנות סוכר כאמצעי חיזוי טוב יותר למשך התרדמה האנדוגנית בתפוח אדמה ויתכן בצמחים בכלל, בהשוואה למנות הקור.

## ד-5: אפיון מורפולוגי ומולקולרי של הסיביות בפירות מנגו

מדל איש שלום<sup>1</sup>, עדי דורון-פייגנבוים<sup>2</sup>, שי צעיד<sup>1</sup>, חניטה צמח<sup>1</sup>, עמיר שרמן<sup>1</sup>, יובל כהן<sup>1</sup>

1. המחלקה למדעי עצי פרי, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.
2. חקר ירקות וגידולי שדה, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.

[mazali@volcani.agri.gov.il](mailto:mazali@volcani.agri.gov.il)

המנגו ( *Mangifera indica* ) הינו אחד מעצי הפרי הטרופיים החשובים בעולם. הפרי הינו בית גלעין בעל זרע בודד. קליפת הזרע סיבית וקשה מאוד. בציפת הפרי יש סיבים העלולים לפגוע באיכותו. עם זאת, במנגו לא ידוע על התהליכים המעורבים ביצירת הסיבים. מחקר זה מתמקד באפיון מורפולוגי ומולקולרי של תופעת הסיביות במנגו, תוך השוואה בין זנים איכותיים לקווים סיביים. מצאנו כי הסיבים מאפיינים את כל זני המנגו. חלק מהסיבים יוצאים מעוקץ הפרי ומצויים צמוד ומתחת לקליפה, אבל מרבית הסיבים חודרים מקליפת הזרע אל תוך הציפה. בזנים איכותיים, הסיבים אינם מפריעים באכילה אבל בקווים סיביים - הסיבים עבים יותר וקשים ומפוזרים בכל נפח ציפת הפרי. בצביעת פירות שלמים בפלאורוגלוצינול (צביעה ספציפית לליגנין) נצבעו הסיבים בציפת הפרי בקווים הסיביים במידה ניכרת בהשוואה לזנים הלא סיביים. בקווים סיביים שטחי החתך של הסיבים הינם עבים יותר. אנליזה מיקרוסקופית הדגימה שמבנה הסיבים ומיקומם בציפה נקבעים כבר בשלב מוקדם בהתפתחות הפרי, טרם התקשות הגלעין. הם יוצאים ישירות מתוך קליפת הזרע ומהווים המשך רציף לסיבים המרכיבים אותה. הסיבים בציפה צוברים ליגנין במקביל לצבירת הליגנין בקליפת הזרע והתקשותה. אנליזה טרנסקריפטומית של רקמות הציפה וקליפת הזרע במהלך התפתחות הפירות מצביעה על שינויים בדפוסי הביטוי של גנים מהמסלולים המטבוליים והביוסינתטיים של פניל פרופנואידים, הקשורים ליצירת ליגנין וגנים הקשורים להתעבות המשנית של דופן התא. הבדלים אלה היו בולטים בציפת הזנים הסיביים. הבנת התהליכים להיווצרות הסיבים והתקשותם תאפשר לפתח סמנים מולקולאריים לזיהוי מוקדם של רמת הסיביות, אשר ישמשו לבחירת הורים ולזיהוי מוקדם של קווים סיביים בהשבה. בעתיד, בגישות של עריכה גנומית, המידע יאפשר לפתח זנים של פירות מנגו נטולי סיבים.



## ד-5: שימור אתרוגים לתקופה ממושכת

מעוז אידיקוביץ, יהושע קליין

מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני - מדעי הצמח  
[maoz251@gmail.com](mailto:maoz251@gmail.com) [Vcjosh2000@yahoo.com](mailto:Vcjosh2000@yahoo.com)

אתרוגים משמשים בחג הסוכות כחלק מארבעת המינים. מדי שבע שנים נהוגה "שנת השמיטה" אצל החקלאים היהודים כאשר בשנה זו אין לעבד את השדה (למעט טיפול הכרחי להישרדות הגידולים והשדה) או לקצור פירות. יש אנשים הנמנעים מלהשתמש בפירות שנוצרו בשנת השמיטה, כיוון שיש לפירות אלו "קדושת שביעית". לכן, קיים אפיק מסחרי אפשרי בשימור אתרוגים שחנטו בשנה השישית (לפני השמיטה) עד צאת השמיטה בשנה השמינית. כבר קיימים טיפולים (חימום ביניים או טיפולי ג'יברלין) שהוכחו כיעילים בהארכת תקופת שימור פירות הדריים כגון לימונים, תפוזים ומנדרינות. היות ובדרך כלל דרישת השוק לאתרוגים מוגבלת לתקופה של חודש-חודשיים, שיטות אלו טרם נוסו באתרוגים. שיערנו שטבילת אתרוגים בג'יברלין (50 או 100 ח"מ) בשילוב אחסון בטמפרטורות שונות עשויה לעזור בעיכוב הבשלת האתרוגים לאורך שנה שלמה, כלומר מתחילת שנת השמיטה ועד אחריה. טיב פירות אתרוגים נמדד רק מבחוקן. צבע הקליפה ופגמים בקליפה (השחמה מנזק צינה או קיפולים מאיבוד מים) הם הסמנים העיקריים לאיכות באתרוג מאוחסן שבדקנו במשך כמעט שנה. האתרוגים מזן "חזון איש" נעטפו בשקיות ניילון ואוחסנו ב-7 או 12 מ"צ, כאשר אלה שאוחסנו ב-7 מ"צ הועברו ל-20 מ"צ כל חודש ל-4 ימים. חלק מהפירות נטבלו 1, 2 או 3 פעמים ב-50 ח"מ ג'יברלין במשך האחסון. כמעט ולא היו ריקבונות בתקופת האחסון. הפירות איבדו סה"כ 6% ממשקלם משך 9 חודשי אחסון, ולא אובחנו קימוטים או התרככות בפירות מכל הטיפולים. עד 4 חודשי אחסון, טיפולי חימום ביניים שמרו על צבע קליפה צהוב (עד תחום  $H=90^{\circ}$ ). אמנם, עד החודש ה-9, ולמרות הטבלות חוזרות בג'יברלין וטיפולי טמפרטורה שונים, צבע הקליפה הממוצע נהיה כתום ( $H=78^{\circ}$ ), שאינו מקובל על רוב שוק קוני האתרוגים.

# Characterization of two ethephon-induced *IDA-like* genes from mango, and elucidation of their involvement in regulating fruitlet abscission

Avinash Chandra Rai<sup>1</sup>, Eyal Halon<sup>1</sup>, Hanita Zemach<sup>1</sup>, Tali Zviran<sup>1</sup>, Isaac Sisai<sup>1</sup>, Sonia Philosoph-Hadas<sup>2</sup>, Shimon Meir<sup>2</sup>, Yuval Cohen<sup>1</sup> and Vered Irihimovitch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Plant Sciences, Agricultural Research Organization (ARO), Israel. <sup>2</sup>

Department of Postharvest Science, Agricultural Research Organization (ARO), Israel.

[avinashchandraraigene29@gmail.com](mailto:avinashchandraraigene29@gmail.com)

In mango (*Mangifera indica* L.), fruitlet abscission, aggravating under heat stress conditions, limits productivity. The INFLORESCENCE DEFICIENT IN ABSCISSION (IDA) peptide acts as key component controlling abscission events in *Arabidopsis*. IDA-like peptides may assume similar roles in fruit trees. Here, we isolated two mango *IDA-like* encoding-genes, *MiIDA1* and *MiIDA2*. We used mango fruitlet-bearing explants and fruitlet-bearing trees, in which fruitlet drop was induced by ethephon, and monitored the expression profiles of the two *MiIDA-like* genes in control and treated fruitlet abscission zones (AZs). In both systems, qRT-PCR showed that within 24 h, both *MiIDA-like* genes were induced by ethephon, and that changes in their expression profiles were associated with upregulation of different ethylene signaling-related and cell-wall modifying genes. Furthermore, ectopic expression of both genes in *Arabidopsis* promoted floral-organ abscission, and was accompanied by an early increase in the cytosolic pH of floral AZ cells, a phenomenon known to be linked with abscission, and by activation of cell separation in vestigial AZs. Finally, overexpression of both genes in an *Atida* mutant restored its abscission ability. Our data provide different evidences supporting the conserved functions of both *MiIDA1* and *MiIDA2* in regulating mango fruitlet abscission. Furthermore, our results indicate that both *MiIDA1&2* might function in a similar mode as *AtIDA*, to promote organ abscission. We propose that upon ectopic expression in *Arabidopsis*, *MiIDA1* and *MiIDA2* might be involved in regulating flower organ abscission by affecting aquaporin-encoding genes expression and/or by imposing early cytosolic pH changes in AZ cells.

## ד-8: השפעת משטרי השקיה על שיעור ההיסדקות בפרי הדר והערכת עקת מים באמצעות חישה מרחוק תרמית

סטפאן רזון<sup>1,2</sup>, אבי צדקה<sup>1</sup>, טרין פז-כגן<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

<sup>2</sup>. המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני

stephane.razzon@maill.huji.ac.il

היסדקות הפרי הנה כשל פיסיקאלי של הקליפה המופיע בפירות רבים, לרבות פירות מטע ופירות ירק. בהדרים, התופעה עלולה לגרום לאובדן של בין 10% ל-50% ומעלה מהיבול. למשטר ההשקיה בפרדס יש השפעה על שיעור ההיסדקות באותה העונה. הפחתת השקיה מוקצבת בזמן ובשלב מסוימים של התפתחות הפרי עשויה להפחית את שיעור ההיסדקות. מטרת המחקר היא פיתוח פרוטוקול השקיה להפחתת שיעור ההיסדקות במנדרינות 'אורי' ו'נובה', עם השפעה שולית על גודל הפרי ובחינת מצב עקת מים בעזרת חישה מרחוק תרמית. הוגדרו הפרמטרים הבאים לבחינת ההשפעה של משטרי ההשקיה השונים על התגובות הפיזיולוגיות של העץ והפרי ועל נתוני היסדקות: כיווץ הגזע היומי, קצב גידול הגזע והתנודה היומית בגודל הפרי. בנוסף, נבדקה טמפרטורת החופה של העצים בעזרת צילום תרמי מבוסס רחפן על מנת להעריך את השפעת משטרי ההשקיה על מצב עקת המים בעץ. הערכת עקת המים נעשתה ע"י חישוב של אינדקס עקת המים בצמח (CWSI) בארבעה תאריכים לאורך העונה וכיילה אל מול פוטנציאל לחץ מים שנמדד ע"י תא לחץ. מניסוי אחד בזן אורי התברר כי הפחתת השקיה מאוחר בעונה בשיעור של 60% מההשקיה המשקית הפחיתה היסדקות. בניסוי נוסף, התברר כי הפחתת השקיה משמעותית יותר של 20-25% מהשקיה משקית בתחילת העונה הפחיתה את שיעור ההיסדקות. ממדידות חיישנים של קוטר הפרי והגזע ישנה מגמה המצביעה על קשר חיובי בין טווח התנודה היומית בגודל הפרי לבין שיעור ההיסדקות. כמו כן, נמצא קשר הפוך בין כיווץ הגזע היומי לבין שיעור ההיסדקות. תוצאות נתוני החישה מראות שונות מרחבית גדולה בטמפרטורת החופות. המסקנות העולות מתוצאות המחקר מעידות כי הפחתת השקיה בשלב מאוחר או מוקדם של התפתחות הפרי (ולא תדירות ההשקיה) מפחיתה את שיעור ההיסדקות באופן מובהק ביחס להשקיה משקית.

**ד-9: איתור ואפיון כנות עגבנייה המונעות התמוטטות על רקע נגיעות פוזריום סולני (*Fusarium solani*) בשילוב עם הנגיף tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) בתנאי שדה ברמת הנגב**

יובל קיי<sup>1</sup>, שמעון פיבוניה<sup>2</sup>, אביב דומברובסקי<sup>3</sup>, שלי גנץ<sup>4</sup>, איתי קרן<sup>3</sup>, דניאל רוקנשטיין<sup>3</sup>, ועומר פרנקל<sup>3</sup>

1. מו"פ רמת הנגב [yuval@mop-rng.org.il](mailto:yuval@mop-rng.org.il)

2. מו"פ ערבה תיכונה

3. מנהל המחקר החקלאי- מכון וולקני

4. שה"ם

בעשור האחרון ובייחוד לאחר הפסקת השימוש במתיל ברומיד לחיטוי קרקע, חלה עלייה בשכיחות וברמת הנזקים הנצפים ממחלות הנובעות מפתוגנים שוכני קרקע, פטריות, חיידקים ונגיפים חדשים. בשנת 2014 זוהה נגיף חדש, tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) שהתפשט במהירות בישראל ובמדינות רבות באזור ובעולם כולו. נמצא כי העמידות מסוג TM2 לנגיפים נשברה, עמידות שסיפקה הגנה לצמחי העגבנייה בישראל ובעולם כולו למשך יותר מ-30 שנה, ואפשרה לחקלאים לגדל עגבניות ללא חשש מפתוגנים אלו. במקביל לזיהוי הנגיף החדש החלה תופעה של התמוטטות צמחי עגבניות וצמחי עגבניות צ'רי רבים כתוצאה ממחלה הנגרמת ע"י הפטרייה פוזריום סולני (*Fusarium solani*), שהפכה ממזיק חלש יחסית למזיק אלים במיוחד. השילוב של הנגיף ToBRFV והפטרייה מהווה אתגר משמעותי בהגנת הצומח של צמחי עגבנייה בישראל ובעולם. במסגרת ניסויים אלו ביקשנו לאתר ולאפיין כנות עמידות/סבילות לפטרייה *F. solani* על רקע הנגיף ToBRFV, בתנאי שדה אמיתיים בחלקות חקלאיות ברמת הנגב. הבחירה של הכנות לניסוי השדה התבצעה על פי ניסויים מבוקרים קודמים שהתבצעו במכון וולקני ובתחנת הניסיונות במו"פ רמת הנגב. בניסויים שהתבצעו בקיץ 2019 ו-2020 נבחנו מספר מיני כנות, עליהם הורכב זן רוכב מסחרי, בחלקה חקלאית מסחרית הסובלת מפגיעה של הפטרייה *F. solani* והנגיף ToBRFV. בניסויים אלו מצאנו כנות שהעניקו סבילות לשילוב הפתוגנים והביאו להפחתה של עשרות אחוזים בהתמוטטות הצמחים. בנוסף לכך בכנות סבילות אלו לא נמצאו כמעט החמות באזור צוואר השורש. תוצאות הניסויים הביאו לשינוי משמעותי בענף העגבנייה בנגב בכך שגרמו לשינוי בבחירת זני כנות העגבנייה ע"י החקלאים, שהחליפו את הזנים המסורתיים בזני כנה סבילים שאותרו בניסוי (איתן ואמפרדור).

## ד-10: מלפפון טרנסגני בעל גנים מדווחים ללימוד ההפריה והחנטה

סיון נאמן<sup>1</sup> דבלינה מיטרה<sup>1</sup>, בן רימון<sup>2</sup>, קלאודיה קוהלר<sup>3</sup> ורפאל פרל-טרבס<sup>1</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה למדעי החיים על שם מינה ואבררד גודמן, אוניברסיטת בר אילן;

<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן;

<sup>3</sup>המחלקה למדעי הצמח, האוניברסיטה השוודית למדעי החקלאות

[sivaneeman@gmail.com](mailto:sivaneeman@gmail.com)

אחת התופעות המשפיעות על החנטה בצמח המלפפון (*Cucumis sativus*) הינה FFI - First fruit inhibition, עיכוב חנטת פירות צעירים על-ידי פרי בוגר שחנט תחילה. כאשר אספקת המוטמעים מוגבלת, או במצבי עקה שונים, העיכוב מועיל לכושר העמידות של הצמח, אולם בחקלאות הדבר מגביל את חנטת הפירות והיבול בצורה משמעותית. מגוון מחקרים בוצעו עד כה אודות תופעה זו והעלו מספר הסברים אפשריים לעיכוב, ביניהם אספקת מוטמעים מועדפת לפרי הראשון ורמות משתנות של פיטוהורמונים. עם זאת מעט ידוע על התהליכים הפיזיולוגיים בבסיס העיכוב, לדוגמא האם מתבצעת הפריה של השחלה המעוכבת? באיזה שלב העיכוב מתרחש? האם מתחיל להתפתח עובר בפרי המעוכב? לשם בירור התופעה יצרנו צמחי מלפפון טרנסגניים המבטאים גנים מדווחים עבור שני שלבים של תהליך ההפריה והחנטה - האחד בנחשון של גרגר האבקה, באמצעות הפרומוטור LAT52 המבטא חלבון פלואורסנטי mCherry בגרגרי אבקה, והשני בעובר והאנדוספרם המתפתחים, באמצעות הפרומוטור PHERES1 המבקר ביטוי של GFP. קיבלנו צמחי מלפפון אחדים מכל סוג ובעזרת הגנים המדווחים הצלחנו להבחין בבניית גרגרי אבקה טרנסגנים בצלקת הפרח הנקבי, ובעובר המתפתח. בניסויים הבאים נרצה להשוות את התנהגות הנחשון, ההפריה והופעת העובר בשחלות המעוכבות על ידי פרי בכיר לעומת שחלות שאינן מעוכבות.

## ד-11: מודל מבוסס חישה מולטי-ספקטראלית מוטסת להערכת השפעת דיכון חנקתי על מדדים פיזיולוגיים בעצי שקד

<sup>1,3</sup> נתן לוי, <sup>2</sup> אור שפרלינג, <sup>3</sup> טרין פד-כגן

1. המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון
2. מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני
3. המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני

דיכון חנקתי (N) מדויק דורש מדדים חדשים להערכת המצב התזונתי של הצמחים. פחמימות לא מבניות (NSC) הן המטבע האנרגטי של הצמחים היכולים לשמש כאינדיקטור פיזיולוגי למצבם התזונתי של צמחים. עם זאת, קיימים מחקרים מעטים הבחונים את הרכב NSC בגידולים והקשר שלהם לקליטת חנקן בצמח וכיצד אלו משפיעים על פעילות פיזיולוגית של הצמח ברמת העץ הבודד. העבודה הנוכחית נועדה להעריך את מצבם התזונתי והפיזיולוגי של עצי השקד ברמות שונות של דיכון חנקתי, ולפתח מודל מבוסס חישה מולטי-ספקטראלית מוטסת על גבי רחפן להערכת מדדים אלו ברמת העץ הבודד. בניסוי הזנה עקבנו אחר השפעת רמות דיכון שונות, על פעילות פיזיולוגית של עצי שקד. הניסוי, שנערך במהלך 2020 התקיים במכלים ועקב אחרי התפתחות עצי שקד במערך ניסוי מבוקר, שאפשר לאפיין ולבודד את המשתנים כגון קליטת מינרלים, פחמימות לא מבניות, פוטוסינתזה, טרנספירציה, קצב צימוח ופוריות כתגובה לדיכון, ולבסס מסד נתונים שמתרגם את ממצאי הניסוי למערכת זיהוי מבוססת רחפן. נערכו כארבע טיסות ממאי עד יולי שסרקו את חלקות המכלים ע"י רחפן עם חיישן מולטי-ספקטראלי הכולל עשרה ארוכי גל בתחום של 400-900 ננומטר. במדידת החנקן מצאנו שריכוז חנקן גבוה במי השקיה, או מנה עונתית מופרזת, פוגעים בהתפתחות ופוריות של עצי שקד. השונות החודשית בפוטנציאל קליטת המינרלים של עצי שקד נמדדה והוערכה מידת השינוי בקצבי הצימוח. פותח מודל חיזוי מבוסס חישה מולטי-ספקטראלית לדיוק כלל המדדים הפיזיולוגיים ברמת העץ הבודד שאפשרו חיזוי של תכולת חנקן, כלורופיל, שטח עלים, וטרנספירציה. כמו כן, נבחן אינדקס חדש המתייחס ליחס בין תכולת חנקן ל-NSC. מערך מחקר זה אפשר להגיע ליכולת חיזוי וזיהוי גבוהים של מדדים פיזיולוגיים לקביעת רמות ההזנה של עצי שקד.

## ד-12: לימוד דרישות הזנה של קנאביס רפואי למגנזיום.

דלית מורד<sup>1,2</sup>, נירית ברנשטיין<sup>1</sup>

1. המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.
2. החוג לגידולי שדה וירקות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית

[dalit.morad@mail.huji.ac.il](mailto:dalit.morad@mail.huji.ac.il)

מגנזיום (Mg) הוא הקטיון השני בשכיחותו בצמחים, הוא מעורב בתהליכים פיזיולוגיים וביוכימיים רבים, כולל פוטוסינתזה, הפעלת אנזימים וסינתזה של חומצות גרעין וחלבונים. מחקרים רבים מראים כי יסודות הזנה השפיעו על צימוח ויבול במגוון צמחים, אך אין מידע על השפעת מגנזיום על גידול צמח הקנאביס הכולל תכונות מורפו-פיזיולוגיות ויצור מטבוליטיים משניים, המטבוליטיים המשניים הפעילים ביולוגית בקנאביס משויכים בעיקר לשלוש קבוצות כימיות: קנבינואידיים הספציפיים בעיקר לצמח קנאביס, וטרפנים ופלבנואידיים המצויים גם בצמחים רבים אחרים. לכן המטרה הכללית של הפרויקט היא הנחת היסודות לפיתוח ממשק דישון אופטימלי של מגנזיום לקנאביס רפואי. לשם כך, צמחים שגודלו במצע מנותק (פרלייט) נחשפו ל 5 רמות שונות של מגנזיום בשלב הגידול הווגטיבי והרפרודקטיבי (2,20,35,70,140 ח"מ) בחדר גידול מבוקר. נבדקו פרמטרים מורפולוגיים, פיזיולוגיים, צבירת מינרלים ברקמות שונות בצמח וצבירת מטבוליטיים משניים. תוצאות מראות כי בריכוזים של 20-35 ח"מ מבחינת הפרמטרים שנבדקו ביניהם, ריכוז פיגמנטים (כלורופיל וקרטנואידיים) וקצב פוטוסינתזה תגובות הצמח היו הטובות ביותר, כאשר בריכוזים גבוהים יותר נצפתה רעילות ובריכוזים נמוכים יותר נראו מחסורים, הן מבחינה ויזואלית והן מבחינת מדדים מורפו-פיזיולוגיים. מבחינת ביומסה כללית נראה כי ככל שריכוז המגנזיום עלה בתמיסת ההשקיה כך גם משקל הצמח עלה בהתאמה. טווח האופטימום בשלב הווגטיבי מבחינה מורפולוגית ומופע חזותי היו דומים לשלב ההפרחה. בשלב ההפרחה המטבוליזם השניוני (קנבינואידיים) היה רגיש לריכוזי מגנזיום אולם התגובה הייתה שונה מהתפקוד המורפו-פיזיולוגי של הצמח.

## ד-13: נגד הזרם: העדפת כיוון תעופה ביחס לרוח של חרקים זעירים

אמיר שריג, ספיר קמפה, סוזאן סויטאת, גל ריבק

בי"ס לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב

[amirsarig@mail.tau.ac.il](mailto:amirsarig@mail.tau.ac.il)

לחרקים זעירים (אורך גוף  $> 2$  מ"מ) מהירות תעופה נמוכה ולכן גם יכולת מופחתת להתמודד עם מהירויות רוח גבוהות הקיימות בסביבתם הטבעית. מאידך, קיימות עדויות המדווחות על הופעת חרקים זעירים במעלה הרוח ממקום שחרורם. היות ולחרקים זעירים רבים חשיבות חקלאית והתפשטות בשדה מצמח לצמח נעשית בתעופה, ביקשנו לבחון את יכולת החרקים להתמודד עם רוח בתעופה. מדדנו במנהרת רוח את מהירות התעופה וכיוונה לאחר ההמראה של שלושה מיני חרקים זעירים משלוש סדרות טקסונומיות שונות: *כנימת עש הטבק* *Bemisia tabaci* (פשפשאים), *משוטן נאה* *Eretmocerus mundus* (דבוראים), *תריפס הפיקוס* *Gynaikothrips ficorum* (תריפסאים). החרקים צולמו באמצעות שתי מצלמות וידאו-מהיר, במהלך תעופה חופשית במנהרת רוח. מתוך הסרטים חישבנו את המיקום התלת-ממדי של החרק בכל רגע נתון ואת מהירות התעופה האווירית הרגעית של החרק. בחנו את תעופת החרקים בשלושה תנאי רוח: אוויר עומד, רוח חלשה, ורוח חזקה, כאשר המושגים "חלשה" ו"חזקה" יחסיים למהירות התעופה המקסימלית של כל מין. כל פרט צולם רק פעם אחת. מצאנו שבתנאי רוח כל המינים מתאימים את כיוון התעופה ויש להם העדפה ברורה לתעופה במעלה הרוח. ברוח החרקים גם נטו להגביר את מהירות התעופה בהשוואה לתעופה באוויר עומד. באופן מעניין, מצאנו שהנטייה לעוף כנגד הרוח נשארה גם כאשר מהירות האוויר הייתה גבוהה יותר ממהירות התעופה האווירית, וגרמה לחרקים להיסחף לאחור ביחס לקרקע. אנו מסיקים שההעדפה לתעופה נגד הרוח היא התנהגות טבועה אצל חרקים זעירים. יתכן כי התנהגות זו תורמת לשליטה על תנועת החרק ביחס לקרקע, אפילו תוך כדי היסחפות עם הרוח.



## ד-14: השפעת כוורות דבורי בומבוס (*Bombus terrestris*) מסחריות על המגוון הביולוגי בשולי מטעים בגולן ותרומת הצומח הטבעי בשוליים להתפתחות הכוורות

ניצן נחתום<sup>1,3</sup>, פרופ' תמר קיסר<sup>2</sup>, ד"ר משה נגרי<sup>3</sup>

1. החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה. [Nitsan.nachtom@gmail.com](mailto:Nitsan.nachtom@gmail.com), 2.
- החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה - אורנים, 3. מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין

הדבורים הן קבוצת המאביקים החשובה ביותר במערכות טבעיות וחקלאיות. ההאבקה של גידולים חקלאיים נסמכת בעיקר על כוורות מסחריות של דבורת הדבש (*Apis mellifera*) ודבורת בומבוס האדמה (*Bombus terrestris*), שהשימוש בה התרחב בשנים האחרונות למטעים בשטחים פתוחים. גם דבורי בר מקומיות תורמות להאבקה בחקלאות ובשטחים טבעיים ולכן חשוב לשמרן. אולם, המאביקים המסחריים עשויים לשחרר אחר מזון מגוון מחוץ למטע, מה שעלול לגרום לדחיקת המינים המקומיים ולפגיעה באיכות ההאבקה. במחקרנו בדקנו האם הצבת כוורות בומבוס במטעי ורדיים (Rosaceae) משפיעה על פעילות דבורי-בר ועל הפריית צמחי-בר מחוץ למטעים. בנוסף, בדקנו את תרומת השטחים הטבעיים בשולי המטעים להתפתחות הכוורות. הצבנו כוורות בומבוס בחלקות דובדבן לפני הפריחה, במרחקים שונים משוליהן. דגמנו דבורי-בר בשטחים טבעיים במרחקים שונים משולי החלקות, בזמן הצבת הכוורות ולאחר הוצאתן מהמטע. תעדנו את השינוי במשקל, הרכב האוכלוסייה וויסות הטמפרטורה בכוורות. בדקנו את ההפריה של צמחי טוריים באדניות שהוצבו בשטחי-הבר במרחקים שונים מהמטעים. מספר דבורי הבר שנלכדו עלה עם המרחק מגבול המטע, בנוכחות כוורות הבומבוס וגם לאחר הוצאתן מהמטע, בעוד שבשטח הטבעי נצפו מעט דבורי בומבוס. זהות החלקה, אך לא המרחק מגבולה, השפיעה על צבירת המשקל של הכוורות. עם זאת כמות הפעילות וסך הצאצאים היו הנמוכים ביותר בסמוך לשולי המטעים, כנראה כתוצאה מתנאי גידול נחותים. לא מצאנו קשר בין מרחק הכוורות משולי המטעים לבין ויסות הטמפרטורה שלהן. השפעת המרחק משולי המטעים על חנטת צמחי הטוריים עדיין נבחנת. התוצאות תומכות בהשערה כי התפתחות כוורות הבומבוס מושפעת מהקרבה לשטח הטבעי, אך הכוורות אינן משפיעות על פעילות דבורי הבר בצפיפות שנבדקה. תוצאות אלו תורמות להבנת השפעות הגומלין בין שטחי הבר לבין כוורות הבומבוס המסחריות.

## ד-15: התנהגות היגינית בדבורת הדבש, המערכת החיסונית ונגיפים

טל ארז, נור צ'חנובסקי וויקי סרוקר

מחלקת אנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני .

[Tal.erez2@mail.huji.ac.il](mailto:Tal.erez2@mail.huji.ac.il)

דבורי הדבש (*Apis mellifera*) נחשבות למאביק העיקרי בחקלאות. פתוגניים וטפילים רבים תוקפים את דבורי הדבש, כאשר העיקרי שבהם היא אקרית הוורואה (*Varroa destructor*) אקטופרזיתית אובליגטורית. האקרית פוגעת בדבורי דבש בדרכים שונות, ביניהם העברת נגיפים פתוגניים. השילוב בין השניים קטלני במיוחד. לדבורי הדבש שתי אסטרטגיות להתמודדות עם טפילים ופתוגניים, הראשונה היא מערכת חיסונית אישית המבוססת על מספר מסלולים שתוצרם פוגעים בהצלחת הפתוגן/טפיל, והשנייה מערכת חיסונית חברתית המתבטאת במגוון התנהגויות חברתיות אשר מפחיתות את התפשטות הפתוגן/טפיל בכוורת. אנחנו מתמקדים בהתנהגות היגינית. התנהגות זו ידועה כמפחיתה מספר מחלות וולד ואקרית הוורואה, אך מעט ידוע לגבי השפעתה על התפשטות הנגיפים בכוורת. כמו כן, עדיין לא ידוע הקשר בין ההתנהגות היגינית למערכת החיסונית האישית של הדבורים. מחקר זה בחן את הקשר בין השבחה להתנהגות היגינית ל: נגיעות באקרית הוורואה, נגיעות במספר נגיפים וביטוי גנים מהמערכת החיסונית. הנגיפים שנבדקו נחשבים לעיקריים והנפוצים בארץ, ומועברים על ידי אקרית הוורואה: נגיפי עיוות הכנפיים מסוג A ו-B וקומפלקס נגיפי השיתוק של דבורת הדבש נגיף השיתוק הישראלי והשיתוק האקוטי. הניסוי התבצע בכוורת שמלכותיהן עברו הזרעה מלאכותית. ההתנהגות ההיגינית נבחנה במבחני דקירה. נגיעות אקרית הוורואה נבחנה במבחן אבקת סוכר. נגיעות ארבעת הנגיפים וביטוי גנים הקשורים במערכת החיסונית נבחנו ב- Real-Time PCR. נמצא כי לכוורת היגיניות נגיעות פחותה באקרית הוורואה ובשניים מתוך ארבעת הנגיפים הנ"ל. בנוסף, נמצא ביטוי גבוה יותר של שניים מתוך 12 גנים של המערכת החיסונית שנבדקו. הבנת האינטראקציות בין המערכת החיסונית להתנהגות ההיגינית והשפעתן על נגיעות האקריות והנגיפים בדבורים חשובה להבנת תרומתה של התנהגות היגינית על בריאות הדבורים.

## ד-16: מעבר וירוסים בין מיני דבורים - הפרח כמקור הדבקה

אבי אליהו<sup>1,2,3</sup>, נטע לוריא<sup>4</sup>, אביב דומברובסקי<sup>4</sup>, אסף שדה<sup>2</sup>, ויעל מנדליק<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים  
<sup>2</sup>המעבדה לאגרואקולוגיה, המחלקה למשאבי טבע, מרכז המחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי  
<sup>3</sup>בית הספר המתקדם ללימודי סביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים  
<sup>4</sup>המחלקה למחלות צמחים, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי

לחרקים מאביקים חשיבות גבוהה ליציבות של מרבית בתי הגידול היבשתיים ולמגוון הביולוגי בהם. בשנים האחרונות נראית מגמה של פחיתה באוכלוסיות המאביקים בעולם כולו כתוצאה מצמצום בשטחי מחייה, שימוש בקוטלי חרקים, מינים פולשים, זיהומי קרקע ואור, והפצת פתוגנים. אחד הזרדים להפצת מחלות בסקאלה העולמית הוא סחר בינלאומי בנחילים של דבורי דבש וניידות גבוהה של כוורות בין גידולים שונים לאורך השנה. כתוצאה מכך קיים חשש לזליגה של פתוגנים למאביקי הבר. הסברה הרווחת היא שהעברה בין-מינית של פתוגנים בחברות מאביקים מתבצעת דרך משאבי שיחור משותפים המשמשים ווקטורים פאסיביים למחלות אלו. בפוסטר אציג את תכנית העבודה שלי לחקר מנגוני ההעברה של וירוסים בין מינים שונים של דבורים בתיווך פרחים משותפים בשטחי הבר של שפלת יהודה. העבודה תתבצע במספר מישורים: (א) חקר הדינמיקה העונתית של העברת הווירוסים בחברות המאביקים המקומיות - נעשה סקר שדה שנמשך שלושה חודשים במהלכו נאספו דבורי דבש, דבורי בר ופרחי בר. הדוגמאות תעבורנה זיהוי טקסונומי וסריקות RT-PCR לאיתור וירוסים. בהתבסס על הנתונים, ננסה להסביר את האפידמיולוגיה של הווירוסים באמצעות משתנים עיתיים של חברת המאביקים והפרחים בשדה; (ב) בחינת תרומת הצוף להעברת וירוסים - פותחה "בדיקת מטוש" לדבורי דבש במסגרתה הדבורים ניזונות ממטוש המוספג בתמיסת סוכר המדמה את צופן הפרח ולאחר מכן נעשית דיאגנוסטיקה על המטוש. השיטה מהווה גם כלי בלתי-לתאלי לאבחון וירוסים בדבורים; (ג) בחינת נשאות בוירוסים לאורך מחזור חיי הדבורים, מעבר בין דורי ומעבר דרך המזון ודרך אורגניזמים נוספים המלווים את הדבורים. נבחן זאת על המודל של קינים של דבורת העץ הצהובה (*Xylocopa pubescence*) המכילים שני דורות, מזון שנאסף על ידי האם, צואת הצאצאים, אקריות וצרעות טפיליות. האבחון יעשה באמצעות RT-PCR וצביעות ספציפיות לוירוסים באברי הרבייה של הדבורים.

ד-17: עד כמה כנימת עש הטבק *Bemisia tabaci* היא חרק רב-פונדקאי?

מידת הפלסטיות הפנוטיפית של הכנימה במעבר לצמחים

האמורים להיות בתוך או בשולי טווח הפונדקאים

נוי גרנדבול<sup>1</sup>, גדעון קמינגס<sup>1</sup>, שי מוריץ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, המכון למדעי הסביבה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה

העברית בירושלים [noy.grandebul@mail.huji.ac.il](mailto:noy.grandebul@mail.huji.ac.il)

אחד המנגנונים המאפשרים לאוכלוסיות חרקים להתאים את עצמן לתנאי סביבה משתנים הוא פלסטיות פנוטיפית בה אותו גנום מייצר פנוטיפים שונים. חרקים צמחוניים רב-פונדקאים מהווים מודל אידיאלי לחקר פלסטיות פנוטיפית, מכיוון שהם נדרשים להסתגל ללא הרף לפונדקאים שונים. בעבודה זו בדקנו במערכת רב-דורית, את יכולתה של כנימת עש הטבק (כע"ט), חרק רב-פונדקאי המהווה מזיק מפתח בגידולים חקלאיים רבים, לעבור לצמחים האמורים להיות בתוך או בשולי טווח הפונדקאים. תחילה אספנו אוכלוסיות כע"ט משדות אבטיח ועגבנייה (נחשבים כפונדקאים של הכנימה), מהן יצרנו אוכלוסיות הטרוגניות הנחשפות כל הזמן לשני פונדקאי המקור. מהן יצרנו אוכלוסיות הומוגניות; אוכלוסיות כע"ט הנחשפות דור אחר דור לפונדקאי אחד בלבד: כותנה (בתוך טווח הפונדקאים) ופלפל הבנרו (בשולי טווח הפונדקאים). ביצענו מבחני כשירות, בהם בדקנו את קצב ההתפתחות והשרידות של שתי האוכלוסיות ההטרוגניות ושתי האוכלוסיות ההומוגניות על הפונדקאים השונים. מצאנו כי לכנימת עש הטבק יש פלסטיות מוחלטת במעבר בין צמחים בתוך טווח הפונדקאים. כמו כן, אוכלוסיות כע"ט אשר גדלו על כותנה, למרות שחיו בסביבה הומוגנית במשך דורות רבים, עדיין הציגו פלסטיות מלאה במעבר לפונדקאי המקור (עגבניה ואבטיח) ולא הראו ירידה בכשירות. לעומת זאת, מצאנו שלכע"ט כמעט ואין יכולת פלסטית ראשונית לעבור לצמחים בשולי טווח הפונדקאים, אלא נדרש תהליך הסתגלות רב-דורי כדי להצליח להסתגל לפונדקאים אלו. עם זאת, אוכלוסיות כע"ט שהסתגלו לפלפל הבנרו במשך דורות רבים, עדיין שמרו על יכולת פלסטית מלאה המאפשרת מעבר חזרה לפונדקאי המקור ללא ירידה בכשירות. מכיוון שהמנגנון העומד מאחורי תהליכי הפלסטיות וההסתגלות לפונדקאים השונים עדיין אינו ברור לנו, בהמשך המחקר ייעשה שימוש במידע טרנסקריפטומי, אשר צפוי לסייע לנו להבין את המנגנונים העומדים בבסיס התופעות שתוארו.

## ד-18: שימוש בעריכה גנומית ליצירת זנים יעודיים של זבוב החייל השחור

אנה גורן, רות אדלר, ויקטוריה ברקון ועידן אליגור

פריזם קריוג'ניקס בע"מ, קיבוץ נחשונים, ישראל [anna@freeze-em.com](mailto:anna@freeze-em.com)

חרקים הם מקור מבטיח ובר-קיימא לחלבון איכותי להזנת בעלי חיים, החיוני לאספקת צרכי המזון של אוכלוסיית העולם המתרחבת. על מנת שחלבון חרקים יוכל להחליף רכיבים אחרים במזון בעלי החיים, עליו להיות מיוצר בקנה מידה תעשייתי, לאורך כל השנה ובצורה יציבה ללא קשר לתנאי הסביבה החיצוניים. זבוב החייל השחור נחשב בעיני רבים כ"חיית המשק" הבאה שתעבור תהליך ביות, תוך התמקדות בתכונות המתאימות לצורך גידול מאסיבי. חברת "פריזם קריוג'ניקס" מתעתדת להיות חברת הזרעים של עולם חקלאות החרקים המועילים, תוך התמקדות בזבוב החייל השחור (זח"ש) על ידי אספקה סדירה של ביצים וחלים באיכות גבוהה המוכנים לשימוש בחוות גידול ברחבי העולם. הזח"ש אינו מין מזיק, קצב גידולו מהיר ולזחל יחס המרה מצוין של פסולת אורגנית מגוונת מאוד לכדי ביומסה של הזחל. אחת ממטרות החברה הינה פיתוח זנים מושבחים גנטית, בעלי תכונות מועילות, כגון שיפור יחס המרת מזון, טיפול יעודי בפסולת שונות, שיפור הערכים התזונתיים של הזחל, זירוד או עיכוב של קצב ההתפתחות של הזחלים זאת על מנת להתאימו לתהליך התעשייתי ולצרכי המגדלים. לשם כך, אנו מפתחים שיטות יעילות לעריכה מכוונת בגני המטרה, תוך שימוש בטכנולוגיית CRISPR-Cas9. לשם כך בחנו שיטות וגישות שונות להחדרת החומר הגנטי לעוברים של זח"ש. בין היתר, נבחן שלב התפתחות האופטימלי של העובר, אופן האפליקציה של חלבון ה-Cas9, ריכוז החומרים המוחדרים, תנאי הגידול לאחר העריכה ותהליך זיהוי ושימור עריכות גנטיות רצויות. טיוב זה הוביל לעריכה ביעילות גבוהה מהמדווח בעריכות דומות לעוברי זבובים אחרים וללא פגיעה באחוזי השרידות של העוברים הערוכים. פיתוח הזנים המושבחים באמצעות שיטה זו ושיטות אחרות, יאפשר אספקה של זנים יחודיים מותאמים לשימוש הרצוי למגדלים.

## ד-19: השפעת אחוז החרסית על סחיפת קרקע תחת גשם בטמפרטורות שונות:

### ניסויים במדמה גשם מעבדתי

דוד שקדי, איל זקס, פריאנטה שרה

אוניברסיטת בר אילן, המחלקה לגאוגרפיה וסביבה, המעבדה לקרקע וגאומורפולוגיה

[david.shkedi@live.biu.ac.il](mailto:david.shkedi@live.biu.ac.il)

סחיפת קרקעות נחקרה רבות בהקשר לגורמי סחיפה שונים. עם זאת, מעט מאוד מחקרים התמקדו בבחינת השפעת טמפרטורת הגשם על סחיפת הקרקע. לאחרונה, התבצע מחקר על קרקע חרסיתית ובו נמצא כי לטמפרטורת הגשם השפעה ניכרת על סחף קרקע. המחקר הנוכחי שאל מהי השפעת אחוז מינרלי החרסית על סחיפת הקרקע. הקרקעות שנבחרו לשם ביצוע המחקר נלקחו מאזורים שונים בארץ. הקרקעות דומות זו לזו בריכוז המלחים, בתכולת החומר האורגני ובשימוש הקרקע (מטע דיתים), אך הן שונות באחוז החרסית בהן, ו/או בטיפוס מינרלי החרסית. המחקר מתבצע באמצעות מדמה גשם נייד בעל מערכת בקרת טמפרטורה. בעזרת מערכת זו, ניתן לשלוט על טמפ' המים במהלך ניסוי המטרה. לצורך המחקר, מתבצעים ניסויי המטרה בטמפ' קרה, פושרת וחמה, קרי: 2, 20 ו-35 מעלות צלסיוס, בהתאמה. ניתוח התוצאות של שתי קרקעות בעלות תכולת חרסית שונה, מצביע על מגמות הפוכות בהתפתחות הנגר ושיעורי הסחף, כתלות בטמפ' הגשם. בקרקע החרסיתית יותר, התפתח ראשון נגר בגשם הקר ורק אחר כך בגשם החם. בקרקע החרסיתית פחות, התוצאות היו הפוכות. בנוסף, נמצאו הבדלים בסחף בין שתי הקרקעות. תוצאות אלו מחזקות את הטענה כי לטמפ' הגשם השפעה ניכרת על שיעורי הנגר המשפיעים על סחיפת הקרקע.

## ד-20: אפיון הקשר בין מבנה האפידרמיס לחדירות קוטלי עשבים

### בעשב הפולש סולנום המקור (*Solanum rostratum*)

ד'אקלין אבו-נסאר<sup>1,2</sup>, שירה גל<sup>2</sup>, אילנה שטיין<sup>3</sup>, שונמית וולברג<sup>3</sup>, אסף דיסטלפלד<sup>2</sup> ומאור מצרפי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער, <sup>2</sup>החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטה חיפה, <sup>3</sup>מ"פ אזורי מזרח באוניברסיטת אריאל

[jackline@volcani.agri.gov.il](mailto:jackline@volcani.agri.gov.il)

סולנום המקור (*Solanum rostratum*) הוא צמח פולש חד-שנתי קוצני ממשפחת הסולניים, שמוצאו במישורים הגבוהים של מקסיקו. בשנים האחרונות קיימת עלייה בתפוצתו של סולנום המקור וריכודים גדולים של הצמח נמצאו בעמק יזרעאל, ברמת הגולן ובגליל המערבי. צמח זה נחשב מזיק קשה-הדברה בגידולי ירקות, המגודלים כיום בשטח של מאות אלפי דונמים ברחבי ישראל. בגידולים אלו, מספר קוטלי העשבים המותרים לשימוש מצומצם ויש קושי במציאת פתרונות הדברה יעילים. במחקר קודם נמצא כי יעילות קוטלי העשבים משתנה כתלות בגיל הצמח ועולה בשימוש במשטח. מטרת המחקר הנוכחי היא בחינת האנטומיה של עלי סולנום המקור והבנת הקשר בין מבנה הקוטיקולה לחדירות קוטלי עשבים בשלבי הצימוח השונים, צמחים בגודל של 4-5 ו-8-9 ס"מ. עלים אופייני במספר שיטות: צילום במיקרוסקופ אלקטרוני חודר, כימות שעווה, בחינה של חדירות הקוטיקולה בצביעה בקלקופלור ואפיון דגם הפיזור באמצעות ריסוס של צבע מעקב זוהר המיושם בריסוס עם וללא חומר משטח על פני שטח העלה. בבחינת התוצאות נמצא שיש כמות שעווה גדולה יותר בעלה בוגר מאשר בעלה צעיר, בהתאם לכך, נצפתה חדירות גבוהה יותר בקוטיקולה של עלה צעיר לעומת זו של עלה בוגר. צפיפות הטריכומות והפיוניות הייתה יותר גבוהה בעלים צעירים, וכפי הנראה הפיוניות מהוות מקום חדירה לקוטל העשבים. בנוסף, בשימוש במשטח ניתן לראות שהטיפות שאופיינו הן בעלות שטח כיסוי גבוה יותר ומספרן רב בעלים בוגרים וצעירים. חדירת קוטל העשבים דרך האפידרמיס של הצמח הוא שלב קריטי ביישום, ולכן ממצאי מחקר זה יכולים לסייע בשיפור מערך ההדברה הכימית ועצירת ההתפשטות של צמחים פולשים כגון סולנום המקור. מחקר זה בעל חשיבות רבה כיוון שהוא תורם להבנה של הבדלי היעילות ביישום קוטלי עשבים בשלבי צימוח שונים.

## ד-21: חדשנות בגידול מורינגה מכונפת בישראל

עדי נודל וזהר כרם

הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

[Nudel.adi@gmail.com](mailto:Nudel.adi@gmail.com)

הביקוש למוצרי חלבון חדשים שיתרמו לבריאות הצרכן ולקיימות מוביל לפיתוח גידולי חקלאות חדשים, ופיתוח מוצרי מזון ומשקאות המבוססים על חלבונים צמחיים בעלי תרומה ידועה לבריאות האדם. המודעות העולה לסיכוני הסוכרת תורמת גם היא רבות לעליה בעניין המסחרי והמחקרי ומובילה לפיתוח מוצרים מבוססים חומרי טבע, שיסייעו במניעה והפחתה של המחלה וגורמי הסיכון הקשורים אליה. לבסוף, שינויי האקלים והצורך לפתח גידולים מבוססים על מקורות מים אלטרנטיביים בעולם מתחמם, מובילים את החיפוש אחרי צמחים מתאימים לחקלאות אינטנסיבית שפיתוחם נזנח. בין הצמחים האלו מוביל גידול המורינגה המכונפת (*Moringa Oleifera Lam*) (Moringaceae), צמח רב שנתי שמקורותיו בדרום מזרח אסיה ובאפריקה. במדינות כגון הודו, נפאל וכו', בהן נפוץ גידול המורינגה משתמשים בכל חלקי הצמח למאכל אדם בתור מרכיב קבוע בדיאטה. הגידול החקלאי במדינות המפותחות ובכללן ישראל מצומצם, למרות הייצרנות הגבוהה עליה מדווחים המגדלים. השיווק למערב מוגבל לשיווק כאבקת עלים יבשה. רכיבי הצמח השונים מוכרים בשימושיהם מקדמי הבריאות, למשל לטיפול בסוכרת ובמחלות פרקים. דיווחים כאלה נפוצים מהר ברשתות החברתיות, ותורמים לעלייה מהירה בביקוש למורינגה בעולם המערבי כבר כיום. מחקרים ספורים פורסמו בעיתונות המדעית ומדגימים כי צריכת עלי הצמח או תמציות מימיות שלהם מעודדת פעילות היפוגליקמית, השפעות נוגדות דלקת, הגנה מפני עקה חמצונית ופעילות היפוליפידמית. לאחרונה, אנו לומדים את רמות רכיבי הבריאות בעלים טריים וקמח עלים, ומקדמים פיתוח מוצרי מזון חדשניים הכוללים בתוכם עלי מורינגה מכונפת, במטרה להגיע למוצרי מזון טעימים, בעלי חיי מדף ארוכים המיוצרים מתוצרי מורינגה טריים. במקביל, וכפי שנדווח כאן אנו עוסקים הן בהקמת פרוטוקול גידול וטיפול זנים ייצרניים, והן בהוכחת המנגנון הביולוגי להשגת האפקטים הבריאותיים.



## ד-23: פיתוח גידול הארגן כענף חקלאי כלכלי בישראל

פן צאלה<sup>1,2</sup>, סלע יחזקאל<sup>1</sup>, גל הדס ברנדווין<sup>1,2</sup>, ויקאס דויד<sup>1</sup>, יאיר מני<sup>4</sup>, גיורא בן ארי<sup>4</sup>, רועי ויינשטיין<sup>3</sup>, ועינת שדות<sup>1</sup>.

- <sup>1</sup> המחלקה לצמחי נוי וביוטכנולוגיה המכון למדעי הצמח, מכון וולקני, ראשון לציון.
- <sup>2</sup> המכון למדעי הצמח ע"ש רוברט סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.
- <sup>3</sup> המחלקה למדעי הצמח ואבטחת מזון אוניברסיטת תל אביב.
- <sup>4</sup> המחלקה למדעי עצי הפרי, מכון וולקני, ראשון לציון.

[Pann.tzeela@mail.huji.ac.il](mailto:Pann.tzeela@mail.huji.ac.il)

עץ הארגן (*Argania spinosa*), השייך למשפחת Sapotaceae, הוא עץ בר אנדמי לדרום מערב מרוקו. העץ גדל במים ואדמות שוליות, עמיד לתנאי אקלים קיצוניים, לא דורש הרבה מים, טיפולים אינטנסיביים או השקעות ראשוניות גדולות, וכמעט חסר מחלות. השמן, המופק מזרע פרי הארגן מאופיין כבעל תכונות תזונתיות ובריאותיות מעולות, זאת בשל פרופיל חומצות השומן, והרכב המטאבוליטיים המשניים שבו כמו תכולת פוליפנולים, וטוקופרולים, הכוללים ויטמין E על צורותיו השונות. תכונות אלה מקנות לשמן הארגן מחיר שוק גבוה וביקוש הולך וגובר הן כשמן מאכל והן כשמן לקוסמטיקה. בתחילת שנות ה-80 פרופ' יוסי מזרחי מאוניברסיטת בן גוריון החל בעבודת תרבות הארגן בישראל. בחלקות שנשתלו התגלתה שונות רבה בין העצים השונים, שמקורם בדריעים, ומאוסוף נתונים נמצא שרק כ-5% מהעצים סיפקו יבול בכמות עם פוטנציאל לרווחיות כמטע מסחרי. מאידך, עץ הארגן התגלה כעץ קשה השרשה ולכן משתלות מסחריות דרשו מחירים גבוהים מאוד עבור שתילים מושרשים. במטרה לקדם את גידול ותרבות הארגן בישראל, אספנו מגוון נתונים ממספר חלקות בישראל כדוגמת קטורה ובקעת הירדן (מו"פ הבקעה) וע"י תהליך של סלקציה בחרנו את הקווים בעלי הפוטנציאל הכלכלי הטוב ביותר (סה"כ כ-30). כחלק מתהליך הריבוי אנו מפתחים פרוטוקול ריבוי אמין ואיכותי, שיקל ויודיל את עלויות ייצור השתילים למשתלות ובכך גם לחקלאים. במנגנון ריבוי זה אנחנו מייצרים פרוטוקול השרשת ייחורים, ע"י שימוש בתצמידי אוקסין שונים. בנוסף אנו פועלים לקידום פרוטוקול הרכבה, הכולל כנות מונבטות מזרעים או מושרשות מייחורים, תוך ברירת כנות מצטיינות ובדיקת מנגנון ההתאם בין הכנה לרוכב. בכדי להבין בצורה טובה יותר את המנגנונים העומדים בבסיס יצירת השורשים וכן בבסיס איחוי ההרכבה, אנו מבצעים חתכים היסטולוגיים של הרקמות בשלבים שונים.

## ד-24: איתור מנת המים האופטימלית בגידול טף לגרגרים ומספוא

נטע לוינסון ויהושע סרנגה

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, באוניברסיטה העברית

[neta.levinson@mail.huji.ac.il](mailto:neta.levinson@mail.huji.ac.il)

בן-חילף טף (*Eragrostis tef*, להלן: טף) הוא צמח ממשפחת הדגניים המשמש כגידול חקלאי. מוצאו של הטף באתיופיה, שם הוא מהווה דגן עיקרי ושטח גידולו מתפרס על כ- 3 מיליון הקטר. בעבר, נערכו מספר ניסיונות להכניס את גידול הטף לישראל, אך ניסיונות אלו כשלו הן בשל יבוא טף מאתיופיה, והן מהיעדר עניין בקרב החקלאים. כיום, קיימת התעניינות מחודשת בטף הנובעת ממספר סיבות: דרישה מצד העולים מאתיופיה, ביקוש לגרגרים ע"י שוחרי מזון בריאות והנמנעים מגלוטן וחקלאים המחפשים אחר גידול חדש בישראל למספוא וגרגרים. בעולם, גדל הטף במספר מדינות מחוץ לקרן אפריקה, בעיקר כגידול מספוא איכותי, וכ"גידול הצלה" במקרים של כשל בגידולי התירס. בישראל, הטף הינו גידול קיצי שעונת גידולו היא בחודשים מרץ-אוגוסט, פוטנציאל יבול הטף הוא כ-2500 ק"ג לדונם שחת בשלושה קצירים או כ-250 ק"ג גרגרים בקציר בודד. לפי הספרות הטף זקוק ל-450-550 מ"מ מים, אך מניסיונות במעבדתנו נמצא כי גם ב-300 מ"מ יתקבל יבול גבוה. בעונת הגידול 2020 נבחנו 4 קווי טף ב-9 טיפולי השקיה (178-390 מ"מ), בשיטת קו המטרה יחיד, בעמק החולה. נמצא כי צריכת המים הכללית נעה בין (280-443 מ"מ). כלל חומר יבש סופי עלה כתלות בכמות המים שנצרכה, לעומת זאת יבול הגרגרים הגיע לאופטימום סביב השקיה של 300-350 מ"מ. בנוסף, כצפוי, אינדקס הרביצה עלה ככל שהצמחים קיבלו יותר מים, יתכן והסיבה היא שהצמחים היו יצרניים יותר או כתוצאה מלחץ ההמטרה אשר גרם לרביצתם על הקרקע. בעונת גידול 2021 מתבצעים שני ניסויים דומים נוספים בעמק החולה ובקבוצת שילר ותוצאותיהם יוצגו בפוסטר. תוצאות הניסויים צפויות לאפשר ייעול של גידול הטף בישראל.

## ד-25: בחינת טיפול גבס לטיוב קרקעות נתרניות לשיפור הצימוח והיבול במטעי זיתים

רונה (רונית) זיסקין<sup>1,3</sup>, גיא לוי<sup>2</sup>, ארנון דג<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, <sup>2</sup>מינהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, <sup>3</sup> הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית [ronitziskin@gmail.com](mailto:ronitziskin@gmail.com)

היווצרות קרקע נתרנית היא מהבעיות העיקריות במטעים ובפרט בקרקעות חרסיתיות שהושקו לאורך זמן במי השקיה באיכות נמוכה. היווצרות קרקע נתרנית פוגעת במבנה הקרקע, באוורור וביכולתה להוליך מים; גורמים אשר מביאים לירידה בהתפתחות ופוריות המטעים. פתרון אפשרי לטיוב קרקע נתרנית מתבסס על מטייבים המכילים יונים דו ערכים המחליפים את יוני הנתרן בקרקע ובכך מונעים פגיעה ביציבות מבנה הקרקע. מטייב אפשרי לשימוש בקרקעות נתרניות הוא גבס, שמכיל סידן (יון דו ערכי). בנוסף לגבס מחצבי, גבס נוצר כתוצר לוואי בתהליך יצור חומצה זרחתית ומצטבר בכמויות גדולות כפסולת חסרת שימוש. מטרת המחקר היא לבחון את טיפול הגבס בייחס למטייבים אחרים בקרקעות נתרניות במטע זיתים. בנוסף, אנו בודקים קרינה וזיהומים כימיים פוטנציאליים בשביל לוודא את בטיחות השימוש בגבס למגדל ולסביבה. חלקת הניסוי הושקתה לאורך שנים עם מים באיכות ירודה ובתחילת הניסוי ב-2019 נמדדה מנת ספיחת נתרן גבוהה מאוד בקרקע ( $30 \text{ (meq/L)}^{0.5}$ ). הטיפולים שנבחנו כללו:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ , ו- $\text{H}_2\text{SO}_4$  אשר יושמו בעונת ההשקיה בטפטוף, גבס ופוליסולפט אשר פוזרו לפני עונת הגשמים, וטיפול ביקורת. הניסוי נערך ב 6 חזרות במתכונת של בלוקים באקראי. דגימות קרקע נלקחו פעמיים בשנה (סוף עונת ההשקיה-סתיו וסוף עונת הגשמים-אביב). תוצאות ראשוניות לאחר פיזור הגבס בשדה לא הראו תוצאות קרינה חריגות. בהשוואה למטייבים האחרים, נמצא שהגבס גרם לירידה דומה ב-SAR ל  $5.12 \text{ (meq/L)}^{0.5}$ . ערך מוליכות חשמלית בקרקע בטיפול הגבס היה תואם את המקובל במטעים המושקים במים-מושבים ( $3.7 \text{ (dS/m)}$  במיצוי עיסה רוויה). בנוסף, נלקחו מדדים פיזיולוגיים שלא הראו הבדלים בין הטיפולים. התוצאות מראות כי גבס מפחית את ניתרון הקרקע, עם זאת נדרש ניסוי ארוך טווח כדי לראות את השפעת הטיפול על הקרקע ועל ביצועי המטע.

## ד-26: ההשפעה של הזרקת אוויר על היעילות הביו-גאו-כימית של מערכת Soil Aquifer Treatment (SAT)

עידו ארד<sup>1</sup>, שני בן משה<sup>1</sup>, נועם ויסברוד<sup>2</sup> ואלכס פורמן<sup>1</sup>

<sup>1</sup> הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

<sup>2</sup> אוניברסיטת בן גוריון בנגב

([idoarad1@gmail.com](mailto:idoarad1@gmail.com))

בעקבות המחסור העולמי במים שפירים, שימוש חוזר במי שפכים מטופלים (קולחים) נעשה נפוץ יותר ויותר. טיפול קרקע-אקוויפר (SAT - Soil Aquifer Treatment) הוא מערכת טבעית לטיפול שלישוני בשפכים ומחזורם. במסגרת SAT, קולחים שניוניים מוחדרים דרך התווך הבלתי רווי של הקרקע, אל האקוויפר, במחזורים של הצפה וייבוש. במהלך תהליך החידור מתרחשים תהליכים פיזיקליים וביוכימיים שונים (כדוגמת ספיחה אל מינרלי הקרקע וביו-דגרדציה) ואיכות הקולחים משתפרת. הקולחים המטופלים נאגרים באקוויפר וניתן להשתמש בהם לשימושים שונים, כמו השקיה חקלאית. נוכחות חמצן מומס בנקבובי הקרקע הינה הכרחית למען חמצון מיקרוביאלי-אירובי של צורוני הפחמן והחנקן בקולחים (כדוגמת פחמן אורגני מומס ואמוניום). לכן, שמירה על תנאים מחמצנים בקרקע חשובה כדי לקיים תהליך יעיל. בהסתכלות על המצב הביו-גאו-כימי של מערכת SAT, מחקרים קודמים מראים כי תקופות ייבוש ארוכות מובילות לתנאים מחמצנים טובים יותר בקרקע וכתוצאה מכך מתקבלת איכות מים טובה יותר. אולם, תקופות ייבוש ארוכות מאפשרות החדרה של נפחי מים קטנים יותר. ככל שהאוכלוסייה גדלה, אתרי ה-SAT נאלצים להתמודד עם כמויות הולכות וגדלות של קולחים שניוניים ולכן, תקופות הייבוש הארוכות נעשות פחות ופחות אפשריות. במחקר זה, תבחן היכולת להזריק אוויר באופן אקטיבי אל תת הקרקע, כחלופה לתקופות הייבוש הארוכות. בכך אנו משערים שניתן יהיה להחדיר כמות קולחים גדולה יותר, מבלי להתפשר על איכות המים המושבים. אנחנו נבחן, בסקאלת המעבדה, את ההשפעה של הזרקת האוויר על המצב הביו-גאו-כימי של הקרקע, איכות המים המושבים וכמויות הקולחים המוחדרים. תוצאות ראשוניות מראות שהזרקת האוויר הובילה לתנאים מחמצנים טובים יותר בקרקע ולאיכות מים גבוהה יותר. לדוגמה, הזרקת האוויר שיפרה את רחוקת הפחמן האורגני המומס והחנקן הכולל ב-66% ו-30%, בהתאמה.

# Sustainable valorization of anaerobic digestate of cow manure by hydrothermal carbonization

Yonas Zeslase Belete<sup>a</sup>, Reut Yahav Spitzer<sup>a</sup>, Roy Posmanik<sup>b</sup>, Amit Gross<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Zuckerberg Institute for Water Research, Ben-Gurion University of the Negev, Israel

<sup>b</sup> Agricultural Research Organization (ARO), Volcani Center, Israel

E-address: amgross@bgu.ac.il (A. Gross)

High volume of cow-manure anaerobic digestate is commonly applied as organic fertilizer or soil amendment. However, leaching of contaminants and nutrients into the environment might cause severe pollution of soils and water bodies, emits methane and other greenhouse gases. Therefore, innovative and efficient environmental management post-treatment methods are needed. Hydrothermal carbonization (HTC) is a thermochemical treatment suitable for wet-organic waste in a closed reactor at temperatures of 180-250°C for several minutes. HTC produces pathogen-free stable hydrochar and nutrient-rich aqueous phase. Here, HTC was conducted between 180-240°C for 1h to valorize digestate. The hydrochar and aqueous phase properties were investigated for agricultural application. An optimized product generated after HTC of 180°C contained hydrochar with 1.4% phosphorous and aqueous-phase with 2750, 415, and 4800 mg/L NPK, respectively. These suggest their potential use as phosphorus-rich slow-release solid-fertilizer/soil amendment and as liquid-fertilizer, respectively. Therefore, their potential agricultural use was studied in a planter experiment. Lettuce plants were irrigated for 40 days by the aqueous phase (100 ppm-N), positive control (100 ppm-N commercial-fertilizer), and negative control (20 ppm-N). It was observed that by day 40, aqueous-phase irrigated plants reached 4.5g dry leaves weight, similar to the 4.7 g of the positive control, while negative control reached 3.5 g, suggesting that aqueous-phase could be used as liquid-fertilizer. On the other hand, planters treated with hydrochar as a soil amendment (mixed hydrochar 0.75% and 1.5% with sandy soil) showed little growth up to 2.3 g. Currently, the inhibiting factors are under investigation.

## ד-28: זיהוי ואפיון אתר גנומי המשפיע על התבקעות ההלקט ותכונות יבול ואיכות בשומשום

נעמה טבול, אשר מגדר וצבי פלג

הפקולטה לחקלאות, מדון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים

[naama.teboul@mail.huji.ac.il](mailto:naama.teboul@mail.huji.ac.il)

בשונה מגידולים אחרים, צמח השומשום (*Sesamum indicum*) לא עבר אבולוציה להלקט לא מתבקע ובדמן ההבשלה הוא מפזר את זרעיו. כתוצאה, למרות עלייה מתמדת בדרישה לזרעי השומשום בזכות ערכיו התזונתיים, גידול השומשום נקצר ידנית ומרוכז במדינות מתפתחות. מטרת המחקר הייתה לזהות את המנגנון הגנטי המבקר את התבקעות ההלקט ולאפיין את הגורמים הפיזיולוגיים והגנטיים המעורבים בתהליך. באפיון גנטי מעמיק, ופנוטיפי בשדה לתכונות של מורפולוגיית ההלקט, רכיבי יבול ואיכות זרעים של אוכלוסיית  $2F$  (קו מוטנט בעל הלקט לא מתבקע  $\times$  קו בעל הלקט מתבקע), מרבית התכונות הראו פוטנציאל טיפוחי רב כפי שהתבטא בהתפצלות טרנסגרסיבית. מיפוי אתרי תכונות כמותיות חשף 134 אתרים גנומיים המשפיעים על תכונות יבול ואיכות, ביניהם 4 אתרים המשפיעים על התבקעות ההלקט. אתר גנומי עיקרי על קבוצת תאחיזה 8, הסביר את רוב השונות הפנוטיפית (77%), ולכן נבחר להמשך המחקר. בנוסף התמפו באתר זה עוד 16 תכונות אגרונומיות, עובדה המרמזת על השפעתו הפליאוטרופית. במטרה לזהות את הגן האחראי להתבקעות ההלקט, פותחה אוכלוסיית קווים כמעט-איזוגניים, שאפשרה מיפוי עדין של האזור שבאסוציאציה עם התכונה. באזור זוהה הגן *SiKANADI1*, שמקודד לחלבון מעכב שעתוק. בקו המוטנט נמצאה מוטציית חסר המקודדת לחלבון קצר, הפגוע באתר ה-MYB ואחוזת ההלקט לא מתבקע. אפיון אנטומי מעמיק של הקווים הכמעט-איזוגניים הראה שהאלל המוטנט גורם לריבוי תאי מזופיל עמודי באזור האבקסיאלי ותאי פרנכימה ברקמת המזוקרפ, בעלה ובהלקט, בהתאמה. ריבוי תאים זה, מעבה את שכבת המזוקרפ, מפחית לחץ שנוצר בינה לבין רקמת האנדוקרפ בעת התייבשות ההלקט ומונע התבקעות. תוצאות המחקר יתרמו לפיתוח זני שומשום המותאמים לקציר ממוכן, ויוכלו לתרום להחזרת גידול חשוב זה למחזור הגידולים בישראל.

## ד-29: האם הגנים לעמידות *Fom-1* והגן *Prv* פועלים במשותף? כיול מערכת ההתמרה של מלון בעזרת אגרובקטריום

הלן טקה, שחר ניצן, הרשל מלמן, עמליה בר-דיו, ורפאל פרל-טרבס

הפקולטה למדעי החיים על שם מינה ואבררד גודמן, אוניברסיטת בר אילן

[hellentaka@gmail.com](mailto:hellentaka@gmail.com)

צמד הגנים לעמידות *Prv-1 Fom-1* שוכנים בצמידות זה לזה ומקנים עמידות כנגד הפטרייה *F. oxysporum melonis* ווירוס הטבעות של הפפאיה *PRSV*, בהתאמה. מעניין לפיכך לבחון האם קיים קשר תיפקודי בין החלבונים המקודדים על ידי צמד הגנים. לשני הגנים מתכונת ביטוי דומה, ובעזרת שיטת Y2H גילינו ששני החלבונים יוצרים אינטראקציה בתאי שמר, ובשיטת Co-IP הראינו אינטראקציה בעלי טבק בנתמיאנה. כדי לבדוק האם צמד הגנים בצמח המלון משפיעים האחד על תפקודו של השני, ברצוננו להשבית את הגנים במערכת CRISPR-Cas9. במערכת זו ניתן יהיה לשבש פעילות של גן אחד בגנוטיפ עמיד לפוזריום או לוירוס הטבעות של הפפאיה, ולבחון מהי השפעתו על העמידות שהגן עצמו מקנה, וגם על העמידות המבוקרת על ידי הגן הצמוד. מדובר במשימה מאתגרת, שכן בצמח המלון קשה מאוד לייצר צמחים טרנסגניים, ואנו מנסים כעת לבדוק ולכיייל פרמטרים המשפיעים על שלבי הטרנספורמציה והרגנרציה.

## ד-30: אפיון פונקציונאלי של הגן *Prv* במלון על ידי מערכת CRISPR/Cas9

שחר ניצן<sup>1</sup> עמליה בר-דיו<sup>1</sup>, טל דהן<sup>2</sup> ורפאל פרל-טרבס<sup>1</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה למדעי החיים על שם מינה ואבררד גודמן, אוניברסיטת בר אילן; <sup>2</sup>המחלקה למדעי הצמח והסביבה, מכון וייצמן למדע. [nizanshahar@gmail.com](mailto:nizanshahar@gmail.com)

הוירוס *Papaya ring spot virus (PRSV)* נחשב לאחד הוירוסים האלימים ביותר לפפאיה ולדלועים. צמחים חולים אשר נדבקו ב-*PRSV* מציגים סימפטומים הכוללים מוזאיקה, כלורוזה ועיוות העלים. במלון, הגן *Prv* שבודד במעבדתנו, מקנה עמידות דומיננטית לוירוס *PRSV*, כאשר בצמוד אליו נמצא הגן *Fom1* המקנה עמידות לפודריום המלון מגזעים 0 ו-2. צמד הגנים מקודד לחלבוני עמידות ממשפחת (NLR) NB-LRR. לאחרונה הראו, שחלבונים המבוקרים על ידי צמדי גנים כאלה עשויים לפעול ביחד. כדי ללמוד ולאשר את תפקיד הגן *Prv*, בחרנו להשביתו בשיטת CRISPR/Cas9, במטרה לשבור את העמידות, ולהפוך גנוטיפ עמיד לוירוס, לרגיש. התקבלו צמחים הנושאים מוטציות בגן, וצאצאי הצמחים בדור T<sub>1</sub> הודבקו ב-*PRSV* והציגו סימפטומים ברורים של הוירוס, בדומה לגנוטיפ רגיש, ובניגוד לזן הבר העמיד. אחת המוטציות שהתקבלו גרמה לפנוטיפ אוטו-אימוני, שכלל נינוס ומוות תאי, ונובע כנראה מקודון פסק מוקדם בחלבון. ביחס לזן הבר ולמוטנטים אחרים, המוטנט האוטו-אימוני הכיל רמות גבוהות של הורמון ההגנה חומצה סליצילית, והראה דפוס ביטוי גבוה של גנים המשרים תגובות הגנה, ביניהם גם של הגן הסמוך *Fom1* מעניין לציין כי תגובות ההגנה היוצרות את הפנוטיפ האוטו-אימוני הופעלו אך ורק בתנאי טמפרטורה קרירה, ואילו בתנאי חממה לא נצפו סימפטומים כלל, דבר המרמז על השפעת תנאי הסביבה על פעילות חלבוני העמידות מסוג NLR ועל המאזן בין תהליכי הגנה לתהליכי גדילה של הצמח.



## ד-31: בחינת ממשקים להתמודדות עם אקריות קורים בגידול אבטיח בבית רשת מוגן וירוסים

ליאור אברהם<sup>1</sup>, שמשון עומר<sup>1</sup>, ירון אבוקראט<sup>2</sup>, בני ואקנין<sup>2</sup>, לנה ברמן<sup>2</sup>, אולגה קוזלוב<sup>2</sup>, שמואל ועקנין<sup>2</sup>, עמית שדה<sup>3</sup>, שמעון שטיינברג<sup>3</sup>, שירי קלפאון<sup>3</sup>

<sup>1</sup>שה"מ - משרד החקלאות, <sup>2</sup>מו"פ דרום, <sup>3</sup>חברת ביובי

[lior.avraham@gmail.com](mailto:lior.avraham@gmail.com) , [liorav@shaham.moag.gov.il](mailto:liorav@shaham.moag.gov.il)

המעבר לגידול אבטיח בתקופת הקיץ והסתיו במבנים מוגנים מווירוסים מתרחב ומזמן אתגרים משמעותיים, שאחד מהם הוא ההתמודדות עם אקריות (קורים), הפוגעות בפוטנציאל היבול ובאיכותו. במחקר זה בחנו שלושה ממשקי הדברה ביולוגיים שונים בהשוואה לממשק הדברה כימי ממשקי. הטיפולים שנבחנו בניסוי:

1. **כימי (ביקורת)**- הדברה כימית, טיפול תדיר נגד אקריות עם תחילת נגיעות (על-פי פיקוח) ברוטציה של חומרים מורשים ועד לגמר הגידול.

2. **ביולוגי תגובתי**- ביסוס אקריות טורפות מסוג פרסימיליס עם התחלת נגיעות באקריות.

3. **ביולוגי מניעתי**- ביסוס מוקדם (על מגש השתילים) של אקריות טורפות מסוג סבירסקי בעזרת מזון מלאכותי- ארטמיה וביסוס אקריות טורפות מסוג פרסימיליס עם התחלת נגיעות באקריות.

4. **ביולוגי תגובתי+ המתזה**- המטרה בעזרת מתדים בתדירות של מספר פעמים ביום לזמן קצר לאורך הגידול וביסוס אקריות טורפות מסוג פרסימיליס עם התחלת נגיעות באקריות.

\* במידת הצורך נעשה שימוש בהדברה כימית מותאמת גם בטיפולים הביולוגים. הניסויים נערכו במנהרות עבירות (66 X מ') המכוסות רשת 50 מ"מ, בשתילת יולי במו"פ דרום, בארבע חזרות (מנהרות) לכל טיפול ובהצבה בבלוקים באקראי. באופן ברור ומובהק נראתה השפעתם המיטיבה של הממשקים הביולוגיים על היבול, על משקל הפרי ועל איכותו בהשוואה לטיפול הכימי. בנוסף לכך, שלושת הממשקים הביולוגיים הניבו תוצאת הדברה טובה בהרבה בהשוואה לטיפול הכימי ובסיום הגידול הצמחים נשארו עם עלווה ירוקה ובריאה. בטיפול ביולוגי תגובתי+ המתזה ובטיפול ביולוגי מניעתי, התקבל יבול מצטבר גבוה בכ-30%, בהשוואה לטיפול הכימי. בטיפול ביולוגי מניעתי לא בוצע אף ריסוס כנגד מזיקים, לעומת שמונה ריסוסים שניתנו בטיפול הכימי. כמו-כן, בשני הטיפולים התגובתיים בוצעו רק ארבעה ריסוסים, מותאמי ממשק ביולוגי, כנגד מזיקים, ושניים מהם ניתנו לפני תחילת ביסוס הפרסימיליס, ושניים אחריו.

## ד-32: הדברת חרקי מחסן בשמן אתרי מהדס

קווין א<sup>1</sup>, קוסטיוקובסקי מ<sup>1</sup>, רפפורט א<sup>1</sup>, הרוש א<sup>1</sup>, טרוסטנצקי א<sup>1</sup>, גורליק י<sup>2</sup>, שלף א<sup>1</sup>

1. מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי. <sup>2</sup> מרכז מחקר ופיתוח אזורי יהודה

[elazar@volcani.agri.gov.il](mailto:elazar@volcani.agri.gov.il)

מזיקי המחסן הינם קבוצת חרקים אשר נפוצים במחסני תבואות בישראל וגורמים לפחת ולירידה באיכות התוצרת המאוחסנת. הדברת המזיקים, הנמצאים בתוך ערימות הגרעינים, נעשית כיום בעיקר באמצעות שיטת האיוד בפוספין. לשימוש האינטנסיבי בפוספין יש מספר חסרונות, המצריכים פיתוח חומרי הדברה חלופיים, יעילים וידידותיים לסביבה. בשמנים אתריים צמחיים, הנחשבים בטוחים לאדם, נמצאה יעילות בהדברה ובדחיית חרקים. הדס מצוי (*L. Myrtus communis*). הינו שיח ארומטי נפוץ באגן הים התיכון, המוגדר בישראל כמין בסכנת הכחדה. בגידול ההדסים בישראל, המיועד בעיקר לחג הסוכות, מרבית הבימוסה הצמחית נחשבת כחסרת ערך כלכלי. במחקר זה נבחנה יעילות איוד שמן אתרי שהופק מהדס בהדברת מזיקי המחסן. צמחי הדס נקטפו מגידול מסחרי בנוב (קו דוד), וכן מחמישה קווי הדס הגדלים במכון וולקני: כפר שמאי, לוי, הדור, דוד וחיים. כחרקי מטרה שימשו המזיקים: חדקונית האורז (*L. Sitophilus oryzae*), נובר התבואה (*Fab Rhyzopertha dominica*), אורדית משוננת חזה (*L. Oryzaephilus surinamensis*) וחיפושית הקמח הערמונית (*Tribolium Herbst castaneum*). החרקים הבוגרים נחשפו למינונים שונים של השמן האתרי בתאי איוד במשך 24 שעות. בחדקונית האורז נרשמה תמותה גבוהה עד מלאה באיוד במינונים 7.5 ו 10 מיקרוליטרליטר אוויר; בנובר התבואה נרשמה תמותה גבוהה עד מלאה במינון 10 מיקרוליטרליטר אוויר; ובאורדית משוננת חזה נרשמה תמותה גבוהה במינון 30 מיקרוליטרליטר אוויר. בחיפושית הקמח הערמונית נרשמה תמותה מועטה בכל הטיפולים. קווי ההדס שנמצאו כפעילים ביותר הם דוד, לוי ונוב. לא נמצאה השפעה של גיל הצמח על פעילות ההדברה. תוצאות העבודה מצביעות על הפוטנציאל הקיים לשימוש בשמנים אתריים מהדס, העשוי להביא תועלת כלכלית נוספת למגדלי ההדסים ולפיתוח שיטת הדברה ידידותית לסביבה.

## ד-33: טיפול הוליסטי בארבה: ביעור פלישת הארבה לערבה ללא שימוש ברעל

יואב מוטר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. השירותים להגנת הצומח ולביקורת, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

yoavmot@moag.gov.il

הארבה המדברי הוא מזיק חקלאי המלווה אותנו משחר ההיסטוריה. ייחודו בתכונותיו הדו-פרצופיות בהן הוא סוליטרי ושקט, אך בתנאים מסויימים הופך להקתי, תנועתו ומזיק מאד. שיטות הפעולה הנהוגות כוללות הרעלה מהקרקע ומהאוויר. השימוש בהרעלה נעשה באופן מיידי, ללא קשר לנסיבות ולתוצאות הצפויות לולא ההרעלה. היכרות עם הביולוגיה של הארבה ועם הסביבה אליה הוא מגיע, יכולה לצמצם את הצורך בהרעלה "אוטומטית" שכזו. באפריל 2021 נחתו בערבה להקות ארבה שהגיעו לאיזור מנחיל בסעודיה. בחינה של פרטי הארבה הראתה שהיה בוגר מינית (בצבע צהוב) ועם גוף-שומן מלא. ממחקרים מדעיים ומניסיון קודם הונח שהארבה בשלב הזה לא יגרום נזקים כבדים לגידולים. לפיכך אמצעי הריסוס שהיו בכוננות בשטח ננצרו בשלב זה. הארבה הבוגר אכן לא אכל כמעט מלבד במקומות בודדים, דוגמת כמה מטעי תמרים. מכיוון שגם החקלאים וגם אנשי השירותים להגנת הצומח לא ששו לפזר רעל על התמרים (זה יפסול אותם לשיווק), ניסינו בהצלחה יפה להעיף בעזרת מפוחי אוויר, את הארבה שנחת בעצים אל מקומות פחות רגישים. הארבה החל להזדווג בארץ וביועדנו שהוא זקוק לחול רטוב כדי להטיל, מיפינו את השטחים המושקים וניטרנו את ההטלות. כעבור כשבועיים הפרטים הבוגרים מתו והביצים בקעו. באותו זמן נחת באיזור גל נדידה מאוחר של ציפורי שיר במצב תזונתי ירוד. ניצלנו זאת כדי שייזונו מהארבה הבוקע בפינוי האנשים משטחי הבקיעה. כעבור שבוע לא נותר ארבה בוקע כלל בארץ, מבלי שייושם רעל בכלל - באף אחד מהשבלבים. ההסתכלות על השלב הביולוגי, על השטח וניהול הסיכונים, הוכיחו במקרה הזה כי יישום של רעל, אילו היה מתקיים - היה מיותר. תיאור המקרה הובא לידיעת אנשי ה-FAO האמונים על הלחימה בארבה בעולם ונתקבל שם בהערכה רבה.

## ד-34: השפעת תנאי סביבה על הדימורפיזם בפטרייה *Pseudozyma aphidis*

גילי ברויאר, נטע רותם ומגי לוי

המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה  
העברית [gilli.breuer@mail.huji.ac.il](mailto:gilli.breuer@mail.huji.ac.il)

השימוש באורגניזמים אנטגוניסטים בהדברה ביולוגית הולך וגדל בשנים האחרונות, בעקבות ההשפעות הסביבתיות הנמוכות של המדביר הביולוגי עצמו או כחלק מתוכנית ניהול מזיקים להפחתת השימוש בהדברה כימית. במעבדתנו בודד תבדיד ייחודי ופעיל של הפטרייה (*PA aphidis*) , *Pseudozyma*, המראה יכולות עיכוב פתוגנים צמחיים שונים עם יכולות שינוי מורפולוגי ממופע דמוי שמר למופע של תפטיר בנוכחות פתוגנים צמחיים. הראינו בעבודות קודמות שבאינטראקציה עם הפתוגן הצמחי *cinerea Botrytis* מורפולוגית הפטרייה *PA* היא דמוית שמר בעוד באינטראקציה פרזיטית עם קימחון בדלועיים מורפולוגית הפטרייה היא תפטיר. בעבודה זו, ניסינו לאפיין את גורמים הסביבתיים המשפיעים על השינויים המורפולוגיים ב *PA* - הראינו שהשינויים הדימורפיים מתרחשים לא רק בעקבות אינטראקציות ביוטיות עם פתוגנים, אלא גם בעקבות חשיפה לדופן תא של פטריות. לאחר חשיפה למיצוי דופן תא של *cinerea. B* מורפולוגית הפטרייה *PA* הייתה דמוי שמר אך לאחר חשיפת *PA* לדופן תא שהופק מקימחון בדלועיים המורפולוגיה הייתה תפטיר. מצאנו שתנאי pH נמוכים, חושך, גידול במצע PDB וטמפרטורות נמוכות גורמים למופע שמרי בעוד כי pH גבוה, אור, גידול במצע YMPD וטמפרטורות גבוהות מובילים ליצירה של תפטיר. מצאנו גם כי ישנה קורלציה בין pH והאינטראקציה עם פטריות פתוגניות לבין הדימורפיזם של הפטרייה. כך שמורפולוגית הפטרייה *PA* בנוכחות פתוגנים המחמיצים את מצע הגידול היא דמוית שמר ועם פתוגניים המבסיסים את מצע הגידול היא מופע של תפטיר. כמוכן, בחנו את הטרנסקריפטום של *PA* בתנאי סביבה ומצעי גידול שונים במטרה למצוא את הגנים והמסלולים המעורבים בדימורפיזם. בעבודה זו אפיינו את התנאים המבקרים את הדימורפיזם של הפטרייה, *PA* הבנת המנגנון הדימורפי של *PA* תתרום ליישומה העתידי כמדביר ביולוגי בחקלאות.

## ד-35: חומרי טבע אנטי-מיקרוביאליים מפסולת אגרו-תעשייתית:

### פוטנציאל לשיפור השתמרות ובטיחות של תוצרת חקלאית

נמרוד טיש<sup>1,2</sup>, יעקב וינוקור<sup>1</sup>, ויקטור רודוב<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

<sup>2</sup>. הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת בר אילן.

[nimrod.tish@mail.huji.ac.il](mailto:nimrod.tish@mail.huji.ac.il)

מאמצים רבים מופנים לפיתוח אמצעים "ירוקים" להדברת מיקרואורגניזמים פתוגניים לצמחים ולבני אדם על תוצרת חקלאית, וזאת כדי לצמצם אובדן של מזון ולשפר את בטיחותו. חומרי טבע המתפקדים בצמח כאמצעי הגנה כנגד פיטופתוגנים עשויים לשמש כמאגר פוטנציאלי לחומרי הדברה מדור חדש. ניתן להפיק חומרי טבע פעילים רבים מפסולת חקלאית. בעבודה זו, נחקר אחד מסוגי הפסולת שלא מנוצל מספיק, קליפות פנימיות (*testa*) של אגוזי אדמה (בוטנים). הקליפות עשירות במיוחד בתרכובות פנוליות, בפרט בפלבנואידים מסוג פרוציאנידינים (אוליגומרים של קטכינים) הידועים כבעלי פעילות אנטי-מיקרוביאלית. נבדקה ההיתכנות של שימוש במיצוי מקליפות בוטנים לטובת שיפור השתמרות ובטיחות מיקרוביולוגית של תוצרת קטופה, וזאת על ידי ניצול תכונותיו האנטי-פטרייטיות והאנטי-בקטריאליות. המיצוי הופק מהקליפות באמצעות מים חמים וממס "ירוק" בוטנול ועבר ניקוי וייבוש בהקפאה. בניסויים נבחנה פרקציית המיצוי המסיסה במים אשר הכילה כ-730 מ"ג פרוציאנידינים לגרם מיצוי יבש. מרכיבי הפרקציה העיקריים זוהו על סמך LC-MS כטרימרים של קטכינים מטיפוס A. בתנאי *in vitro*, המיצוי הראה עיכוב מוחלט של חיידקי המודל *Listeria innocua* ו-*Escherichia coli* (בשילוב עם חומצה אסקורבית) ושל אואומיצט *Pythium aphanidermatum*, ועיכוב חלקי של פטרייה *Botrytis cinerea*. יישום תמיסת המיצוי הפחית את שיעור הריקבון ואת חומרת מחלת העובש האפור בפירות תות שדה ומלפפון המודבקים ב-*Botrytis cinerea*. טיפול זה גם מנע באופן מוחלט את התפשטות המחלה *cottony leak* על מלפפונים מודבקים ב-*Pythium aphanidermatum*. כמו כן, בניסוי ללא הדבקה מלאכותית, ריסוס בתמיסת המיצוי הפחית בערך בחצי את שיעור הריקבון הטבעי במהלך האחסון של תות שדה. לסיכום, לפרוציאנידינים שמופקים מפסולת אגרו-תעשייתית יש פוטנציאל לשמש בעתיד כבסיס לתכשיר "ירוק" לשיפור השתמרות התוצרת ובטיחותה המיקרוביולוגית.

## ד-36: תחליפים לתכשיר ההדברה Rovral® למניעת רקבון

### באיחסון והארכת חיי מדף בגזר

נדב ניצן<sup>1</sup>, שחר פינקוביץ<sup>2</sup>

1- המחלקה לפיטופתולוגיה, מו"פ עמק המעיינות; [nitzan\\_nadav@yahoo.com](mailto:nitzan_nadav@yahoo.com)

2- ממ"ר גזר, שרות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות

גזר באחסון ארוך טווח רגיש לגורמי רקבון, כשהעיקרי הוא רקבון הנגרם מהפטרייה הפיטופתוגנית קישיונה גדולה (*Sclerotinia sclerotiorum*). מניעת התפתחות הרקבון והדרדרות איכות הגזר המאוחסן מתאפשרת על-ידי טבילת האשרושים בתכשיר ההדברה רובראל (Rovral®, a.i. Iprodion) במינון של 0.1% בנפח מי הטבילה. השימוש בתכשיר רובראל צפוי להאסר לשימוש בתחילת שנת 2021. לאור זאת, בחודש דצמבר 2019 יצא קול קורא מטעם השירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות לחברות ההדברה לביצוע מבדק מרוכז שמטרתו איתור תחליפים לתכשיר. בינואר 2020 החל מבדק בבית האריזה של "גזר שלוחות" שהורכב משני ניסויים. הניסוי הראשון היה ניסוי מזורז, שבחן את יעילות התכשירים במניעת רקבון בתנאי שבירת שרשרת הקירור וחי-מדף בטמפרטורת החדר. הניסוי השני היה ניסוי אחסון בקירור, שבחן את יעילות התכשירים בתנאי אחסון ארוך טווח. המבדק בחן שישה-עשר תכשירים, כולל ביקורת מים וביקורת רובראל 0.1% להשוואת יעילות. אריזות הגזרים אולחו באופן יזום במדבק קישיונה גדולה שהוכן במעבדה והורכב מקטעי גזרים נגועים בתבדיד פתוגני לגזר. התכשירים Howler במינון 2%, STK2 במינונים 0.15, 0.3 ו- 0.45%, Scholar® במינון 0.1%, והשילוב DeccoSan® במינון 0.024% עם Scholar® במינון 0.2% הראו פעילות מפחיתת רקבון שוות ערך לרובראל בשני הניסויים. התכשירים Ness® במינון 1 ו- 2%, Topaz® במינון 0.2% ו- Organocide® במינון 1% הפחיתו רקבון בדומה לרובראל בניסוי האחסון בלבד. תוצאות המבדק מציינות שבעה תכשירים כתחליפים פוטנציאליים לרובראל. מומלץ לבחון את התכשירים בניסוי אחסון מסחרי לאישרור יעילותם לפני שילובם המלא בתהליך התפעולי. יוצגו מערך תפעולי של גזר, אופן ביצוע המבדק, תוצאותיו ומשמעויות להמשך.

## ד-37: פנילאלנין משפר את עמידות הפרי כנגד פתוגנים פטרייתיים לאחר קטיף

קומר פתאל, מיכל פניוק, דליה מאורר, אולג פייגנברג, נעם אלקן

המחלקה לאחסון תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון, ישראל

יותר משליש מהפירות והירקות הקטופים אובדים ולא מגיעים לצלחת, כאשר חלק גדול מהפחת נגרם כתוצאה מריקבון הנגרם על ידי פטריות פתוגניות. המגבלות הרבות המוטלות על פונגיצידיים מחייבות אותנו למצוא פתרונות כלכליים, בטוחים וידידותיים לסביבה על מנת להתמודד עם ריקבון של תוצרת חקלאית לאחר הקטיף. העמידות הטבעית של הפרי לעקות ביוטיות ואביוטיות תלויה בנוכחות פלבונואידים ואנטוציאנינים המיוצרים במסלול הפנילפרופנואיד, וידועים כבעלי פעילות אנטי-פטרייתית ונוגדת-חימצון. השערת המחקר הינה כי טיפול בפנילאלנין ישפר את תגובת ההגנה הטבעית של הפרי כנגד פתוגנים. אכן, טיפול של פירות מנגו, אבוקדו, הדרים ועוד בפנילאלנין הפחית ריקבון בפירות שנגרמו כתוצאה מתוקפנות של הפטריות: *Alternaria*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae alternata* או *Penicillium digitatum*. באופן דומה, טיפול בפנילאלנין לפני הקטיף הפחית ריקבון שלאחר קטיף בפירות מנגו, הדרים, תפוחי עץ ותותים. בבחינת מנגון העמידות נמצא כי טיפול בפנילאלנין הגביר את כמות הפנולים והפלבונואידים וכן את הפעילות נוגדת החמצון בפרי כתגובה לתקיפה של פתוגנים. כך, מיצוי מתנולי מקליפה של פירות מטופלים בפנילאלנין נמצא כבעל פעילות אנטי-פטרייתית, כנראה בעקבות נוכחות של פלבונואידים ספציפיים. בבחינת טרנסקריפטום של פירות מנגו שהודבקו ב *C. gloeosporioides* נמצא שפנילאלנין שהגביר ביטוי של גנים במסלול הפנילפרופנואיד, ותגובות הגנה המתווכות ע"י סידן, RboH ו MAPK. כך, טיפול חיצוני של פנילאלנין לפני או לאחר קטיף משפיע על את מסלול הפנילפרופנואידים, מגביר ייצור פלבונואידים, נוגדי-חמצון אנטי-פטרייתיים, ומפחית ריקבון פטרייתי לאחר קטיף. בנוסף, טיפול בפנילאלנין הגביר את איכות הפרי, עמידותו לקור, וכן את התכונות הבריאותיות של הפרי.

## ד-38: אפיון תבדידי *Lasiodiplodia theobromae* השונים במידת אלימותם

לבניה גונמלי, תום שריר, דניאל דואניס-אסף, דליה מאורר, אולג פייגנברג, נעם אלקן

המחלקה לאחסון תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון, ישראל

[biolavanya@gmail.com](mailto:biolavanya@gmail.com)

*Lasiodiplodia theobromae*, השייכת למשפחת פטריות הבוטריוספריה, הינה פטריה התוקפת 500- מיני פונדקאים צמחיים ומהווה פטריה פתוגנית משמעותית בעצים טרופים וסוב-טרופים. *L. theobromae* חודרת במטע דרך פתחים טבעיים ופצעים, ויכולה להתקיים במצב אנדופיטי ורדום בצינורות ההובלה הצמחיים בעץ ובפרי. בעקבות עקה אביוטית או בעת הבשלת הפרי, הפטריה מתעוררת ומבצעת מעבר לאורח חיים נקרוטרופי. בשלב זה, הפטריה תוקפת את ענפי העץ וגורמת לתמותה-לאחור או תוקפת את רקמות הפרי וגורמת לריקבון עוקן. מבחני אלימות שנעשו בענפי ופירות אבוקדו ומנגו הראו שונות רבה במידת האלימות של תבדידי *L. theobromae* שונים. על מנת לנסות ולאמוד את מקור השונות, בוצע ריצוף גנומי עבור שני תבדידי *L. theobromae* המייצגים זן אלים (avo62) וזן פחות אלים (man7). גודל הגנום של שני התבדידים היה דומה, ובנוסף, כמות הגנים ליצירת מטבוליטים שניוניים, אפקטורים ואנזימים מפרקי דופן הייתה דומה בין שני התבדידים. אולם, לתבדיד האלים נמצאו כמה גנים ייחודיים המקודדים לטרנספורטרים שונים ולפפטידאזות, ומספר גנים גדול יותר של קוטינאזות ופקטינאזות. בניסויי *in vitro*, נמצא כי התבדיד האלים גדל מהר יותר על מצעי גלוקוז, סוכרוז ועמילן כמקור פחמן יחיד. בנוסף, התבדיד האלים גדל מהר יותר גם בתנאי עקה כגון עקה אוסמוטית, וטמפרטורה גבוהה. לבסוף נבחן הדמיון בין התבדידים במחקר זה לתבדידים מהעולם, ונמצא כי התבדיד האלים avo62 היה דומה לתבדיד אלים התוקף עצי קקאו. מתוצאות אלה אנו מעריכים כי העלייה בגנים כגון קוטינאזות, פקטינאזות, פפטידאזות וטרנספורטרים תורמים לאלימות של תבדידי *L. theobromae* שונים. גנים אלה יכולים להוות מטרה לצורך עיכוב ריקבון עוקן בפירות.



## ד-39: טיפולים ביולוגיים וכימיים בזמן פריחה להגברת יבול, הפחתת מחלות במטע והדברת ריקבון בפירות מנגו

דליה מאורר, אולג פיינברג, נעם אלקן

המחלקה לאחסון תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון, ישראל

[daliam@volcani.agri.gov.il](mailto:daliam@volcani.agri.gov.il)

עיקר הפחת לאחר הקטיף של פירות מנגו נגרם מריקבון בעוקץ ובצדי הפרי. ריקבון באזור העוקץ מתפתח במהלך האחסון ע"י פטריות פתוגניות החודרות דרך פתחים טבעיים ומתקיימות באופן אנדופיטי בצינורות ההובלה בענפי העץ ובעוקצים ללא סימנים נראים לעין. בתנאי עקה פטריות אלה גורמות לתמותת ענפים ולנשירת חנטים, ובפירות לאחר ההבשלה הם גורמות לריקבון עוקץ. רוב הפטריות הפתוגניות הגורמות לריקבון עוקץ ותמותת ענפים, הינן ממשפחת הבוטריוספריה (*Botryosphaeria*), כשהפטרייה המשמעותית ביותר הינה לסיודיפלודיה. תוצאות מחקר ראשוניות הראו שמרבית הפטריות הפתוגניות חודרות לרקמות כבר במהלך הפריחה. בניסויים שנערכו במשך 4 שנים בדנים שונים של מנגו נבחנו טיפולים בפונגיצידים כנגד פטריות ממשפחת הבוטריוספריה; לונה טרנקיליטי (*Fluopyram+Pyrimethanil*), סוויץ' (*Fludioxonil+Cyprodinil*) ובמדביר הביולוגי סרנייד (*Bacillus Subtilis*). הפונגיצידים ניתנו ע"י שני ריסוסים של העצים בזמן הפריחה, בשילוב עם הטיפולים השגרתיים למניעת קימחון. טיפולים אלה שינו את הרכב האוכלוסייה המיקרוביאלית בעוקץ הפרי והפחיתו נוכחות פתוגנים. בבחינה של אותם המטעים, נמצא כי ריסוסי הפריחה הפחיתו את נשירת החנטים והגדילו פי 1.5 ויותר את מספר הפירות לעץ. בנוסף, הטיפולים הפחיתו את תמותת הענפים במטע ובכך הגבירו את היבול ב 200 ק"ג לדונם במטעים בריאים והכפילו יבול במטעים חולים. בבדיקת הפירות אחרי שלושה שבועות אחסון בקור ושבוע בחיי מדף נמצא שאחוז ריקבון העוקץ וריקבון הצד פחת בכ-50% ויותר. לסיכום, ריסוסים בלונה טרנקיליטי, סוויץ' וסרנייד בזמן הפריחה במטעי מנגו, שינו את הרכב האוכלוסייה המיקרוביאלית בענפים ובעוקצי הפירות, הפחיתו את שיעור הפתוגנים ובכך הפחיתו נשירת חנטים ותמותת הענפים דבר שהוביל לעלייה ביבול. כחמישה חודשים לאחר הטיפול בפריחה, בפירות הקטופים נצפתה ירידה משמעותית בהתפתחות ריקבון ושמירה על איכות גבוהה במהלך האחסון.

## ד-40: התמוטטות דלעת טריפולי באחסון: זיהוי מחוללי המחלה, ובחינת טיפולים לפני ואחרי הקטיף להתמודדות עם הבעיה

גינת רפאל<sup>1</sup>, כרמית זיו<sup>1</sup>, פביולה יודלביץ<sup>1</sup>, רפאל ספיר<sup>1</sup>, זיוה גלעד<sup>2</sup>, אחיעם מאיר<sup>2</sup>, תמר אלון<sup>3</sup>,  
נביל עומר<sup>3</sup>, שמשון עומר<sup>3</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

<sup>2</sup>מו"פ בקעת הירדן

<sup>3</sup>אגף הירקות, שה"מ, משרד החקלאות

[pongie@volcani.agri.gov.il](mailto:pongie@volcani.agri.gov.il)

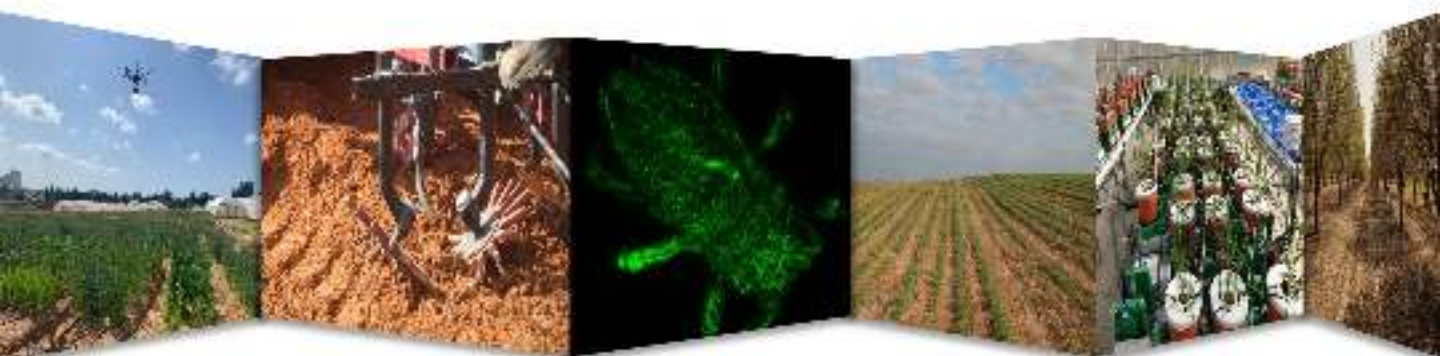
ענף הדלעות הוא גידול רווחי, וחשיבותו רבה בגיוון סל הירקות בישראל. בשנים האחרונות חלה עלייה בשטחי הדלעת המתפרשים בכל חלקי הארץ. הדלעת משווקת בהדרגה לשוק המקומי ולרוב מאוחסנת לזמן ארוך, באופן לא מבוקר, וללא טיפול מקדים. בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית באובדן היבול במהלך האחסון של דלעות גדולות מזן טריפולי, עד כדי 50% פחת, כתוצאה מריקבונות, דבר המהווה איום ממשי על המשך קיומו של הענף. בעבודה זו נוטרו דלעות באחסון בשלושה אתרים שונים: בשפלה, בעמק המעינות ובבקעת הירדן, ונמצא כי התמוטטות הפרי באחסון עקב ריקבון עוקץ, שכיחה ביותר (מעל ל-50% מכלל הרקבונות). כמו כן נמצא כי תרומתן של פציעות מכאניות במהלך הקטיף לריקבון פרי נמוכה ביותר. במקביל בודדו מספר רב של פטריות מפירות נגועים ולאחר ביצוע מבחני פתוגנזה והשלמת מבחן קוך, זוהתה הפטרייה *Fusarium solani* כפתוגנית לפרי. פטריה זו זוהתה גם בזרעים מפירות בריאים, ולכן נבחנה האפשרות כי מקור האילוח הגורם לריקבון הפרי באחסון הוא בחומר הריבוי של הגידול. במסגרת המחקר נבחנו טיפולים לפני ואחרי הקטיף, לצמצום תופעת ריקבון הפרי באחסון. נבחן חיטוי זרעים לפני העברה למשתלה וכן טיפולי הגמעות בפונגיצידיים במהלך הגידול (כל טיפול בנפרד); טיפולים אלו נמצאו יעילים בהארכת משך האחסון של הדלעות בשיעור של כ-30%. כטיפול לאחר קטיף נבחנו מספר תנאי אחסון, ונמצא כי אחסון מבוקר בטמפרטורה של 20 מ"צ ו-70% לחות האריך את חיי המדף של הדלעת בשיעור דומה. שילוב גישות, הכולל חיטוי זרעים, טיפולים במהלך הגידול וטיפולים לאחר הקטיף, יאפשר בניית פרוטוקול לחקלאים במסגרת עקרונות הדברה משולבת, לצמצום הפחת של דלעת באחסון, כדי לשמור על כלכליות ענף זה ולאפשר את המשך קיומו בשוק המקומי.

## ד-41: מדידת צפיפות קרקע בשדה

ירון פרנקו, יצחק שמולביץ

המרכז למחקר בהנדסה חקלאית, הטכניון [agyaron@technion.ac.il](mailto:agyaron@technion.ac.il)

לצפיפות הקרקע יש השפעה רבה על בריאות הקרקע. ככל שצפיפות הקרקע נמוכה יותר כך גדלה יכולת החדירה של שורשים לעומק הקרקע, חדירות מים, תכולת מים זמינה, נקבוביות, זמינות חמצן ועוד. לכן, שמירה על צפיפות קרקע נמוכה מבטיחה כמות גדולה של יבול. מצד שני, צפיפות קרקע נמוכה, המתקבלת בעקבות עיבוד אינטנסיבי, עשויה לגרום לסכנת הגרעה וסחיפה. כ-70% מכלל השטח החקלאי המעובד מצוי בסכנות אלו. הפתרון לכך הינו שימוש בממשק אי-פליחה או במינימום עיבוד. הכדאיות הכלכלית של ממשקים אלו אינה מבטיחה שהחקלאים יאמצו אותה. יכולת מדידה אמינה ופשוטה של צפיפות הקרקע יאפשר לתכנן את עיבוד הקרקע באופן מיטבי כך שמצד אחד יתאפשר עיבוד הקרקע להגדלת בריאות הקרקע ומצד שני ימנע עיבוד יתר שעלול לגרום לסכנת הגרעה וסחיפה. השיטות המקובלות היום למדידת צפיפות, הינם: שיטה גרעינית, הוצאת דגימה בלתי מופרת וקונוס חול. השיטה הגרעינית דורשת הפעלה ע"י מפעיל מוסמך שכן הינה מסוכנת בשל קרינה מייננת שאינה ניתנת לשליטה וכן דורשת כיוול לכל תא שטח. הוצאת דגימה בלתי מופרת דורשת עבודה רבה ואינה אמינה. שיטת קונוס חול דורשת עבודה רבה וקשה להבטיח כי הבור הנחפר לצורך הבדיקה יהיה בעל דפנות חלקות. בשל כך, מדידת צפיפות הקרקע לצורכי חקלאות אינה מקובלת. במחקר זה פותחה שיטה פשוטה, אמינה, זולה ומהירה למדידת צפיפות הקרקע בשדה. השיטה מבוססת על מדידת הדיאלקטריות של הקרקע באמצעות TDR ומדידת רטיבות משקלית על דגימה מופרת. באמצעות מודל הקושר בין מרכיבי הקרקע והדיאלקטריות ניתן למצוא את צפיפות הקרקע. סדרת ניסויים שבוצעו במעבדה על גבי קרקעות שונות (חול, חמרה, לס וחרסיתות שונות) הראו כי באמצעות השיטה ניתן לקבל את צפיפות הקרקע בדיוק של כ-10%.



# כנס מדעי החקלאות בישראל 2021



אחברים את כל החלקים בחקלאות הישראלית



נתראה בכנס מדעי החקלאות בישראל 2025