



**חוברת תקצירי כנס גידולי שדה**  
**יום ג' 10.1.23 אגמון החולה של קק"ל**  
**ההזמנה החל משעה 08:00 – לקפה ומאפה**

שעה	מרצה	תחום	נושא
08: 30	עמוס לוי	בנו של ד"ר ישראל לוי ז"ל	דבר המשפחה – דמותו של ישראל לוי
08: 40	פרופ' חנן איזנברג	מנהל המחקר, נווה יער	התמודדות עם מיני עלקות בעמק החולה
09: 10	שלומי אהרון	מנהל המחקר החקלאי	הקשר: מחזורי גידול ויעילות הדברת עשבים
09: 40	ענבר שלומית רובין	רכזת פעילות באגמון קק"ל	היכרות עם העגור האפור
10: 10	עופר ברנע	חברה לחקלאות, מוא"ז גיע	דו"ח עגורים-מצב עיניניים לעונה זו
10: 30			<b>הפסקה וכיבוד</b>
11: 00	ד"ר מוטי צ'ארטר	מכון שמיר, אוניב' חיפה	היש פתרון לבעיית הנברנים בעמק החולה ?
11: 30	ד"ר רואי בן דוד	מנהל המחקר החקלאי	זריעת דגן מוקדמת למניעת סחף כבול
12: 00	ד"ר מרי דפני-ילין	מו"פ צפון-מיגל	פיתוח מימשק IPM לריקבון תפוחת ברוקולי
12: 30	ד"ר אסף חן	חקלאות מדייקת-מיגל	זיהוי מוקדם של קישיון רולפסי באג"ד

## התמודדות עם מיני עלקת בעמק החולה

מגיש : פרופ' חנן איזנברג – מינהל המחקר החקלאי, נווה יער.

שותפים : גיא אכדרי והמחלקה לחקר עשבים, מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי.

מבוא :

הצמחים טפילי השורש עלקת מצרית (*Phelipanche aegyptiaca*) ועלקת חרוקה (*Orobancha crenata*), מהווים את אחד הנגעים החמורים בחקלאות ישראל. גידולים שנפגעים מעלקת כוללים בין השאר צמחים משפחת הסולניים, הפרפרניים, המצליבים והסוככיים. בגידולי הירקות עגבניות, וגזר עלולים שני מיני העלקת שצוינו לגרום לנזק רב עד לכדי אובדן יבול מוחלט. **גם באפונה התרבו לאחרונה הדיווחים על נזקים שנגרמים כתוצאה מטפילות בעלקת חרוקה.**

הבעיה החקלאית :

האמצעים להתמודדות עם העלקת מותאמים למערכת הספציפית המורכבת ממין העלקת והצמח הפונדקאי אליו היא נטפלת. המכשול הגדול בפיתוח עקרונות להדברה מושכלת של עלקת נובע מהעובדה שרוב מחזור החיים של הטפיל מתבצע מתחת לפני הקרקע. עובדה זו מציבה קושי גדול בהגדרת הזמן המיטבי ליישום קוטלי העשבים :

- משך הזמן בו קוטל העשבים נשאר פעיל ועד לאיזה עומק בקרקע.

- המועד בו יש ליישם את היישומים הבאים.

- המינון המתאים ביותר לכל שלב.

לכן, בבסיס הדברה מושכלת של עלקת עומדת למידת הדינאמיקה בין הפונדקאי לטפיל שלאחר מכן תאפשר יישום נכון ומדויק של קוטל העשבים הרלוונטי.

בהרצאה אדווח על פיתוח מודלים לחיזוי הדינמיקה של טפילות עלקת חרוקה בגזר ואפונה ועל יעילות הדברת העלקת באמצעות קוטלי עשבים ביישומים מותאמים למודל החיזוי.

אמצעים ושיטות :

יישום התכשיר אימזמוקס בשלבי הטפילות בהם העלקת רגישה, גרם להדברה יעילה של עלקת חרוקה באפונה. יישום התכשיר קדרה בהתאם למודל הדינמיקה של טפילות עלקת חרוקה בגזר, גרם להדברת עלקת יעילה מאוד בהשוואה לטיפולים בקוטל העשבים ראונדאפ שהדבירו ביעילות עלקת מצרית אך במידה פחותה יותר עלקת חרוקה.

## הקשר: מחזורי גידול ויעילות הדברת עשבים

מגיש: שלומי אהרון<sup>1,3</sup>

בשיתוף: יפית כהן<sup>2</sup>, חנן אינזברג<sup>1</sup> ורון לאטי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי

<sup>2</sup>המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>החוג לגידולי שדה וירקות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית

רקע:

עשבים רעים (ע"ר) מהווים גורם ביוטי עיקרי המביא לפחיתה ברמת ואיכות היבול בגידולי השדה כתוצאה מתחרות על משאבים (מרחב, קרינה, מים ונוטריינטים) ושיבוש פעולות אגרוטכניות כמו אסיף וקציר. כמו כן, בהשוואה לגורמים ביוטים אחרים כמו מחלות ומזיקים אשר התפרצותם יכולה להיות אקראית בזמן ובמרחב, אוכלוסיית הע"ר בשדה קבועה והיא עשויה לפגוע ביבולים בכל שנה. על כן, הדברת עשבים הינה שלב מפתח במהלך גידולי שדה המבטיח רמות יבול נאותות

הבעיה החקלאית:

קוטלי עשבים (ק"ע) כימיים הינם אמצעי ההדברה המרכזי ברוב העולם המפותח. עם זאת, בשנים האחרונות גוברות העדויות מחקלאים על פחיתה ביעילותם. הבנת ההשפעה של גורמים היסטוריים משקיים על יעילות ההדברה של ק"ע הינה בעלת חשיבות רבה ויכולה לספק קווים מנחים לשיפור ממשק ההדברה.

מטרת מחקר:

אפיון ההשפעה של שינויים במחזור הגידולים ומחזור ק"ע על יעילות הדברת עשבים כימית באמצעות גישת מחקר חדשנית המכונה "אקואינפורמטיקה". גישה זו מתבססת על איסוף וניתוח נתוני שנאספו לאורך זמן על ידי מגדלים באופן לא מדעי, אך ריבויים מאפשר לחשוף מגמות ותהליכים במערכת החקלאית.

אמצעים ושיטות:

בשלב ראשון של המחקר, נוצר בסיס נתונים היסטוריים עבור 350 חלקות גד"ש הפרוסות ברחבי ישראל לאורך השנים 2015-2020 הכולל את מחזור הגידולים והטיפולים נגד עשבים שיושמו בחלקות בכל עונה. מסט נתונים זה הופקו מדדי יעילות הדברה על פי הערכת מידת אינטנסיביות השימוש בק"ע לאורך עונות הגידול. לאחר מכן, הופק מסט הנתונים מדדים היסטוריים המבטאים את השינויים במחזור הגידולי וק"ע במזרע בישראל. מדדים אלו כוללים את היקף גידולי הכותנה והאבטיח במחזור הגידולים והיקף השימוש בק"ע השייכים לקבוצת החומרים: טריפלורלין וטמבוטריון. מידת השפעתם של גורמים אלו על מדדי יעילות הדברת העשבים נבחנה באמצעות השוואת רגרסיות מרובות משתנים במסגרת מודלים לינאריים כלליים (Generalized linear models- GLM) ומיצוע תרומתו של כל גורם במודלים (weight-average).

תוצאות המחקר:

תוצאות המחקר מראות כי ישנה עלייה מובהקת ( $P.value = 0.005$ ) באינטנסיביות השימוש בק"ע בשנים האחרונות. מה שמצביע על פחיתה ביעילות ההדברה בגידול זה. הגורם שהראה את ההשפעה המרבית על תופעה זו היה היקף גידול הכותנה במערכת הגידול ( $P.value < 0.001$ ). ככל שגידול הכותנה רווח בהיסטורית הגידולים, כך מספר ימי הריסוס בתירס פחת. בנוסף, נראה כי גם להיקף חלקות האבטיח במחזור הגידולים יש השפעה יעילות ההדברה בתירס, אך באופן לא מובהק, ובכיוון מגמה שונה, קרי ישנה עלייה במספר ימי הריסוס ככל שהאבטיח רווח בהיסטורית הגידולים.

דיון:

תוצאות מחקר זה מדגישות את התרומה של מידע אקואינפורמטי להבנת תהליכים ארוכי טווח בתחום הדברת ע"ר בגד"ש. בימים אלו אנו ממשיכים לאסוף נתונים מחלקות נוספות בכדי לשפר את מודל ולחזק את התובנות שנובעות ממנו.

## הכרות עם העגור האפור

מגישה: ענבר שלומית רובין – רכזת פעילויות אגמון החולה של קק"ל.  
 העגור סיקרן וריתק את האדם מקידמת דגן. מראהו האצילי, קולותיו הרמים והתנהגותו החברתית היוו השראה לאגדות, מיתוסים, שירים ואמונות. בתרבויות רבות העגור מסמל בריאות ואריכות ימים ובאחרות סמל לזוגיות, נאמנות ומשפחתיות.  
 בעשורים האחרונים משנים העגורים את מסלולי הנדידה שלהם, והפכו להיות אורחי קבע בחורף ובעונות הנדידה בעמק החולה. שינוי התנהגות זו מתאפשר גם בזכות יכולתם ללמוד ולהגיב לשינויים שהאדם עושה בטבע.

מוזמנים להצצה מרתקת לחיים המופלאים של העגורים.

## האם יש פתרון לבעיית הנברנים בעמק החולה?

מגישה: ד"ר מוטי צ'רטור

מכון שמיר למחקר ואוניברסיטת חיפה

רקע:

נברנים גורמים נזק שנתי רב לגידולים בישראל ובמיוחד בעמק החולה. החקלאים מוגבלים ביותר בסוגי הדברת המכרסמים שבהם הם רשאים להשתמש.

הבעיה החקלאית:

רוש 80 הוא רעל המכרסמים היחיד המותר לשימוש אך יעילותו מוגבלת בגלל הסתגלות לפיתיון (Bait shyness), בעיקר בגלל שהוא מגיע רק בצורת פיתיון אחד (חיטה טבולה) שלא כל המכרסמים אוהבים. אומנם לאחרונה מספר חברות מציעות שרותי פיזור רוש 80 באמצעות רחפנים, על מנת ליעל את כמות הרעל בשדה, אך בפועל לא ניתן מענה אשר יגדיל את האפקטיביות של הרעל. אי לכך, יש צורך להגדיל את מספר סוגי הפיתיון ואף שימוש ברעלים נוספים על מנת לספק לחקלאים מענה הולם. רוש 80 מסוכן ביותר לאדם עקב היעדר תרופת נגד (antidote) ובקרוב חלק מחברות בתחום הירקות הקפואים אסור לשימוש, דבר המותיר את החקלאים ללא מענה כלל.

אמצעים ושיטות:

בישראל נעשה שימוש לראשונה בתנשמות כמדבירות ביולוגיות של מכרסמים בעמק החולה ונמשך עד היום.

במפגש הקרוב נספק פתרון ממחקר עדכני שנערך לאחרונה על מנת לעזור להביא את תנשמות לצוד באזורים ספציפיים, וננסה לספק מענה הולם לבעיה זו של החקלאים.

## זריעת דגן מוקדמת למניעת סחף קרקעות הכבול

מגישה: ד"ר רואי בן דוד – מנהל המחקר החקלאי

שותפים: ד"ר און רבינוביץ – מו"פ צפון-מיגל, אביב צוברי ואלי ארגמן – מנהל המחקר החקלאי

רקע:

בהיבט האקולוגי והאגרונומי קיים צורך דחוף הן בשימור קרקע הכבול המקומית ובגיוון מחזור הזרעים והגידולים שעומדים לרשות החקלאי כתנאי להבטחת הקיימות של מערכת זו. המחקר המוצע מטפל באופן ייחודי בסוגייה זו תוך ביסוס מערך נתונים רחב ורב-תחומי על נזקי הסחף באדמת הכבול, הפרופיל המטאורולוגי של אזור החולה, משק המים ופרופיל היצרנות של גידולי הדגן החדשים.

חומרים ושיטות:

ההצעה כוללת בחינה ראשונה ומקיפה של ממשק זריעה מוקדמת בגידולי דגן כאמצעי לצמצום נזקי סחף רוח שיושג ע"י שיפור כושר הכיסוי הקרקעי ותוך שימוש יעיל יותר במשאב המים. במקביל יבחן הפוטנציאל האגרוטכני של גידולי דגן חדשים: כוסמין, שעורה וחיטה אפילים באזור הגליל העליון. נבחן האם ניתן לזרוע אותם מוקדם מספיק כדי שיתבססו עד תקופת השרקיות, ללא סיכון בפגיעה ביבול.

בשנתיים הראשונות של המחקר בוצעה הערכה מרחבית ועיתית של אחוז כיסוי הצומח, גובה, ביומסה ותכולת חומר יבש בוצע בסיוע רחפן הנושא מצלמת RGB בשלושה מועדים לאורך עונת הגידול. אימות קרקעי של מאפיינים קרקעיים אלו בוצע במקביל לצילום האוויר ואפשר בניית מודל להערכה כמותית, לאחר כיוול, של המדדים המתוארים. נמצא מתאם מובהק בין המדדים הנבחנים המאפשר הערכה מרחבית ועיתית. בנוסף, נמצא שמדדים קרקעיים המעידים על עמידות בפני סחף ע"י רוח, ביניהם – גובה העתקה, החספוס, ומהירות חיכוך ניתנים להערכה באופן יעיל על ידי אינטרפולציה תלת ממדית ופוטוגרמטרית של תוצרי רחפן. כמו כן, נמצא מתאם גבוה ומובהק בין מדדים לווייניים ומדדי רחפן המאפשרים ניטור עונתי רציף של ביצועי הגידול.

תוצאות ביניים:

בתום שנתיים של מחקר הושלמה למעשה הסלקציה של קווי דגן האפיל (סלקציה שהתחילה עוד ב 2016 וכללה מאות קווים של שעורה חיטה וכוסמין). מתוך 15 קווים שנבחנו בשנה ראשונה המשיכו לבחינה ששה קווים מצטיינים לבחינה בשנה שניה ומתוכם נבחרו לניסוי חצי מסחרי שני קווים מצטיינים בממשק הזריעה המוקדם שהראו באופן מיטבי התבססות טובה מוקדם בעונה, התאמה פנולוגית (הגעה לשלב חלב-דונג באפריל) ויבול ח"י גבוה (שני הזנים שנבחרו שגודלו בשנה שלישית בהיקף מסחרי. הזנים הם זן השעורה "אלי" וזן החיטה האפיל "מספוא 37"). קווים אלו נזרעו בהיקף חצי מסחרי והדגימו גם ברמת השדה את פוטנציאל כיסוי השטח מוקדם בעונה. אירועי קיצון חריגים של קרה (מרץ) ושרקיה (אפריל) מנעו את מימוש פוטנציאל היצרנות למספוא וגרעינים בחלקה.

## פיתוח ממשק הדברה משולבת (IPM) לטיפול אופטימלי ברקבונות התפרחות בברוקולי

מגישה: ד"ר מרי דפני ילין<sup>1</sup>

בשיתוף: שאול גרף<sup>1</sup>, בר מהלר<sup>1</sup>, רויטל ריקלין<sup>1</sup>, שרה חדד<sup>1,2</sup>, נביל עומר<sup>3</sup>, ליאור אברהם<sup>3</sup>, דוד גורביץ<sup>1,2</sup>,

וד"ר ליבנת אפריאט-גורנו<sup>1,2</sup>

1. מו"פ צפון – מיגל; 2. תל חי - מיגל. 3. שרותי ההדרכה והמקצוע

רקע:

לאורך השנים נצפו בגידול הברוקולי בקבונות בתפרחות בשכיחות וחומרה נמוכים מ- "חלפת המצליבים", הנגרמת על ידי מיני הפטרייה אלטרנריה *Alternaria spp.*, ומ-"ריקבון רך" הנגרם על ידי החיידק *Pectobacterium caratovorum* לשעבר (*Erwinia caratovora*), בעונת הגידול בשנים האחרונות (2018, ו-2020) התגברה חומרת התופעה ושכיחותה עד כדי אפידמיה כלל ארצית, עם נזקים בעלויות של מאות אלפי שקלים, כאשר שני פתוגים אלו זוהו בריקבונות על-ידי המעבדה למחלות צמחים במו"פ צפון ומעבדות נוספות.

הבעיה החקלאית:

כיום הפתרונות הקיימים כנגד ריקבונות תפרחות בברוקולי אינם נותנים את הפתרון המיטבי כנגד המחלה. התמודדות עם חיידקים נעשית בד"כ על ידי יישום נחוש. גישה חדשנית להדברת החיידק *P. caratovorum* מתבססת על פגיעה במנגנון חישת סף המקשר בין צפיפות האוכלוסיה לאלימות החידק. בעזרת פגיעה במנגנון זה ניתן לעכב ביטוי של פקטורי אלימות ללא קטילה של הפתוגן ולכן הסיכוי להתפתחות עמידות בחיידק בטיפול חוזר הוא נמוך בהשוואה לתכשירים הקיימים. מטרת המחקר: פיתוח ממשק הדברה משולבת (IPM) ידיוותי לסביבה כנגד ריקבונות תפרחות בברוקולי. לשם כך – (1) נבחן ממשק גידול מיטבי כנגד חלפת המצליבים הלוקח בחשבון את צורת ההשקיה, טיפולי הריסוס המקובלים בגידול, ואת מועד השתילה (2) נבחן האם בעזרת אנזים משבש תקשורת ממקור חיידקי (AhlA), המפרקים את מולקולות הסיגנל המופרשות על ידי חיידק *P. caratovorum* ומעורבות בבקרה על ביטוי פקטורי אלימות, נוכל למנוע תסמיני מחלה ברקמות ברוקולי.

תוצאות:

(1) בניסוי השדה נראה כי הגורם המשפיע ביותר על הופעת חלפת המצליבים הינו משטר ההשקיה כאשר השקיה בהמטרה (המדמה השקיה בקונועים) מגבירה את שכיחות המחלה. וכי משטר הריסוסים המקובל לא הפחית נגיעות בהשקיה בהמטרה או בטפטוף.

(2) לאחר ביטוי רקומביננטי וניקוי של אנזים משבש תקשורת ממקור חיידקי (AhlA), נראה כי יש לו יכולת פירוק של מולקולות הסיגנל המעורבת בתקשורת של *P. caratovorum*. בנוסף ראינו כי ערבוב האנזים AhlA יחד עם החיידק כשעה לפני מתן הטיפול הראה הפחתה מובהקת בהתפתחות ריקבונות בברוקולי ותפ"א בהשוואה לביקורת של אנזים לא פעיל. טיפול מקדים לפני ההדבקה נמצא כלא יעיל כפי הנראה בשל כיסוי לא מספק של הרקמה.

סיכום:

תוצאות נוספות מניסוי השדה לפיתוח ממשק גידול מיטבי כנגד חלפת המצליבים נבחנות בימים אלו בקטיפים מאוחרים. בנוסף, בניסוי העיכוב של *P. caratovorum* על ידי AhlA נמשיך לכייל את שיטת הטיפול האופטימלית על ידי יעול הטיפול המקדים.

## חישה מרחוק ולמידת מכונה לזיהוי מוקדם של מחלת קשיון רולפסי באגוזי אדמה

מגיש: ד"ר אסף חן - מיגל

בשיתוף: ד"ר מרי דפני-ילין – מו"פ צפון-מיגל, ד"ר אופיר דגני, מורן ג'קוב, יותם נגר, גיל שושני - מיגל

רקע:

מחלות קרקע בגידולי שדה וירקות הן אחד מהאיומים המרכזיים על יבול התוצרת החקלאית. הן נגרמות מגורמי מחלה שונים, ובהם פטריות פתוגניות, ועלולות במקרים חמורים לגרום להתמוטטות השדה כולו. מחלות קרקע פטרייתיות מטופלות לרוב על ידי תכשירי הדברה במספר יישומים במהלך הגידול.

הבעיה החקלאית:

מכיוון שמרבית הטיפולים ניתנים כמניעה מוקדמת כאשר התנאים מתאימים להתפתחות הפטרייה, לפני הופעת תסמיני המחלה, איתור מוקדם חיוני ליישום אמצעי מניעה אגרוטכניים ואחרים, להפחתה וחסכון במספר הטיפולים באזורים נקיים ממחלה, ולמיקוד תכנית המניעה לשטחים הנגועים. בנוסף – מיפוי המחלה בשטח בצורה יעילה יוכל לסייע במתן טיפול אופטימלי לחלקה בגידול העוקב במחזור היבולים, במקרים של פטריות רב פונדקאיות. מחלת העובש הלבן (white mold disease - WMD) נגרמת כתוצאה מפטרייה שוכנת קרקע בשם *Sclerotium rolfsii* (קשיון רולפסי). המחלה מרובת פונדקאים בגידולי השדה כאשר נזקים ניכרים נראים בגידולי ירקות כגון עגבניות לתעשייה וגד"ש ביניהם אגוזי אדמה ואבטיח מללי המגודלים בתקופת הקיץ בעיקר בעמקי צפון הארץ. בדומה למחלות קרקע אחרות, WMD מתפשטת בכתמים ההולכים וגדלים, וכאשר צמח אחד נפגע במרכז מוקד, המחלה מתקדמת לצמחים השכנים על ידי מגע של האברים התת קרקעיים, או חלקי הנצר הנוגעים בקרקע.

חומרים ושיטות:

מטרת המחקר הינה פיתוח כלים לחישה מרחוק לטובת גילוי מוקדם של מחלות קרקע ככלי להפחתת השימוש בתכשירי הדברה ולהעלאת היבול. באופן ספציפי, במחקר זה פותחה שיטה לזיהוי מוקדם של מוקדי WMD, בעזרת חישה תרמית, אור נראה ואינפרא-אדום קרוב, מולטי והיפר-ספקטרלית, בעזרת רחפן, ושימוש באלגוריתמים של עיבוד תמונה ולמידת מכונה. במסגרת מענק מחקר תלת-שנתי מטעם המדען הראשי של משרד החקלאות, נעשה שימוש באלגוריתמים של למידת מכונה ולמידה עמוקה לסיווג צמחים בעקב הנגרמת באופן בלעדי מ-WMD, על רקע של עקות ביוטיות/א-ביוטיות אחרות בצמח. כמו כן נעשה שימוש בחישה מולטי והיפר-ספקטרלית על מנת לאפיין את החתימה הספקטרלית האופיינית לצמחים חולים, בהשוואה לצמחים בריאים. האלגוריתמים פותחו בשפת פייתון (Python 3.6.9).

תוצאות:

בניסוי באגוזי אדמה בחוות גד"ש מספר הצמחים הפגועים בסוף עונת הגידול היה קטן יותר וכמות היבול גדולה יותר באופן מובהק בחלקות הטיפול של ריסוס מופחת על-פי התראות מחישה מרחוק בהשוואה לביקורת. ממצאים אלו מעודדים ומראים כי לחישה מרחוק יכולת לזיהוי מוקדם של נגיעות, ושריסוס ממוקד על פי התראות מחישה מרחוק תורם לעלייה מובהקת בכמות היבול ביחס לחלקה שאינה מטופלת, ולחסכון משמעותי בכמות חומרי הריסוס (חסכון של 77%, ו-54% ביחס לטיפול משקי 4, ו-2 יישומים של תכשיר נתיבו, בהתאמה) ללא איבוד משמעותי של יבול. יכולת דיוק הזיהוי של WMD בעזרת אלגוריתם למידה עמוקה U-net בניטור שדות מסחריים כפר הנשיא וסאסא עומדת על 68% עם שימוש באוגמנטציה בצבע ובתאורה. יכולת זיהוי של מחלת WMD בעזרת אלגוריתם למידת מכונה קלאסי מסוג Random Forest, המתבסס על חישה היפר-ספקטרלית הוכח כמוצלח ביותר עם רמת דיוק של 91%. הזיהוי אינו תלוי מקום וזמן, אימון על שדה אחד יכול להיות אפקטיבי גם עבור שדה אחר. לסיכום, ניתן לזהות נגיעות WMD בעזרת כלים של חישה מרחוק בטווחי זמן מוקדמים מספיק המאפשרים לטפל בצמחים הנגועים בעזרת ריסוס מוכוון ומדויק, ולמנוע התפשטות של המחלה לאזורים אחרים בשדה החקלאי.