



האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות
Israel Society of Crop and Vegetable Sciences
www.gadash.org.il

בשיתוף :
הקרן ע"ש מרים ופרופ' רפאל פרנקל
והעמותה לפיתוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו

ביכורי מחקר בגדי"ש וירקות יום עיון מקוון לדיווחי חוקרים צעירים

חוברת תקצירים

ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

יום עיון לדיווחי חוקרים צעירים

ט' ניסן תשפ"ב, 10 באפריל 2022

ברוכים הבאים ל"ביכורי מחקר בגד"ש וירקות" יום עיון זה הנו חלק מהפעילות המשותפת של האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות, העמותה לטיפוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו והקרן ע"ש פרופ' רפאל פרנקל למען עידוד וטיפוח דור צעיר של אנשי מקצוע בתחומי גידולי השדה והירקות. אנו מברכים את באי הכנס ומאחלים הצלחה לחוקרים הצעירים.

ועדת השיפוט:

דר' רן חובב – יו"ר
דר' ליאור אשד וויליאמס
מר שירן בן-זאב
גב' צליל שץ

הועדה המארגנת:

דר' רואי בן-דוד – יו"ר
דר' איתי הרמן
מר אריה בוסק
פרופ' שחל עבו
פרופ' יהושע סרנגה
דר' חגי יסעור
מר רועי שדה

ועדה מדעית

דר' עידית גינצבורג – יו"ר
דר' איתי הרמן
דר' און רבינוביץ
דר' מיכל ליברמן-לזרוביץ

ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

תוכנית יום העיון לדיווחי חוקרים צעירים

11:45-13:00 סיור מקצועי בחוות הפקולטה לחקלאות (בהרשמה

מראש):

הצגת ניסויים בטיפוח זני חיטה להתמודדות עם שינויי אקלים, חישה מקרוב ומרחוק, זני חיטה בראי ההיסטוריה הגעה לשער החווה, בוויז: דרך מרדכי בשיסט 43, רחובות.

13:00-13:20 התכנסות והצגת פוסטרים

13:30-13:40 פתיחת יום העיון וברכות

פרופ' בני חפץ דיקן הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, רחובות

13:40-15:15 מושב ראשון – יו"ר, דר' עידית גינזברג

13:40-14:40 הרצאות סטודנטים נבחרות (כל אחת 12 דקות)

זיהוי אתרים גנומיים וגנים המשפיעים על גודל פרי ויבול בעגבנייה

לאה רוזנטל יואב שרעבי

מחדר גנומי מחיטת הבר תורם לשימור היעילות הפוטוסינתטית תחת עקת מים בחיטה

רז דניאלי מנות סוכר ולא מנות קור, קובעות את אורך התרדמה האנדוגנית בפקעת תפוח אדמה

מתנאל היפש זיהוי פרה-סימפטומטי של מחלת הכימשון (Late blight) בצמחי תפוחי

אדמה בעזרת דימות הרדיקלים החופשיים בצמח-השלם

הבנת תרומת חומרי ריח ממשפחת המונטרפנים וסקוקוטרפנים בצמחי

עגבנייה כאמצעי לשיפור ממשק ההדברה כנגד אקרית אדומה

14:40-15:15 פוסטר ב- 2 דקות

15:15-15:45 הפסקה והצגת פוסטרים

15:45-16:45 מושב שני – יו"ר, דר' מאיה קליינמן

15:45-16:45 הרצאות סטודנטים נבחרות (כל אחת 12 דקות)

שלומי אהרון אפיון פחיתת יעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות

אקוואינפורמטיקה

ענבר בריח טרנספוזונים כמקור לשונות במבנה ובתפקוד גנום החיטה

אמרי צדק הערכת מקדם הגידול בתפוחי אדמה באמצעות מערכת קורלציית

הערבלים וחישה מרחוק מולטי-ספקטרלית מרחפן ולוויין

נטלי תורן הידרוליזה של פוליפוספט על ידי שורשי הצמחים

יפעת שרמן שימוש בחלבון התנועה של tomato brown rugose fruit virus

(ToBRFV) לשיפור העמידות לטובמווירוס בצמחי עגבנייה

16:45-17:15 הרצאת אורח

דר' רן אראל- "תאכל אבק: קליטת יסודות הזנה מאבק

מדברי"

**סיכום וחלוקת פרסים, טקס חלוקת
מלגות ע"ש מרים ופרופ' רפאל
פרנקל- יו"ר, מר' אריה בוסק**

יו"ר ועדת השיפוט
יו"ר האגודה המדעית הישראלית
לגידולי שדה וירקות

דר' רן חובב
דר' רואי בן-דוד

רשימת הפוסטרים:

לימוד דרישות השנה של קנאביס רפואי למגנזיום	דלית מורד	1
איפיון גנטי וביוכימי של נזקי צינה בפלפל (<i>Capsicum Annuum L.</i>)	טובה סטרייקר	2
אפיון הביולוגיה והפנונולוגיה באוכלוסיות שונות של המין הפולש פרטניון אפיל	סחר מלכה	3
אפיון גנטי-פיזיולוגי של קווי טיפוח של חיטת לחם המכילים גנים חליפיים לננסות	פואד חיר	4
כיוול של מודל DSSAT-CROPGRO לעבנניות באמצעות צילום מולטי ספקטרי מרחפן	צליל נקסון	5
יצרנות מספוא גס בתנאי יובש קשים בנגב: בחינה השוואתית של זנים מסורתיים של שעורה וחיטה	ראיד אלחמדי	6
השפעת יחסי אמון מכלל החנקן הכללי בשילוב מעכב ניטריפיקציה על התפתחות יבול ואיכות הפרי של זני תות-שדה	שי אסף	7
Spectral Estimation of Nitrogen Content in IN-VIVO Sesame Leaves Using Regression Techniques	Maitreya Mohan Sahoo	8
Effects of Heat and Gibberellin on Potato Phenology and Tuber Yield	Samuel Dotse Nomo	9
Dissecting Cytonuclear Diversity Underlying Pleiotropic Effects on Circadian Clock and Yield Plasticity in Barley	Schewach Bodenheimer	10
אפיון המנגנונים המטבוליים המשתתפים ביצירת רקמת פרידרם בקליפת הפרי בזני פלפל	אופיר מרינוב	11
פיתוח פלטפורמה לאיסוף נתונים צמחיים מרחוק ויישומה כחלק מנסיון האצת תהליכי טיפוח וניטור גידולים חקלאיים	אורי חרש	12
פיתוח מודל למידת מכונה המבוסס על מידע מולטי-מודאלי להערכת תכונות צמחי חיטה תחת השפעות אקלימיות	אלכסנדר פיבצ'נקו	13
שימוש בריסוס סיליקון לשיפור סבילות לחום בעגבניות	גבריאלה היינט	14
התפקיד ההגנתי של רקמת פרידרם בקליפת זני פרי המלפפון במניעת חדירת פטריית העובש האפור	גל נומברג	15
פיתוח מדדים ועקומי מטרה מרחביים ועיתיים להגברת הרגישות של מדדי צמחיה ספקטראליים מבוססי לוויין לעקת מים בשדות תירס	יונתן גולדווסר	16
העלאת היבול של הפלפל החורפי באמצעות תאורת לד תוך-נופית בתנאי גידול פסיביים	סמדר גרינשטיין	17

The Response of Bell Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) Cultivars to Different Fertilizer Regimes	Aphrodis Zirimwabagabo	18
Differential Composition of Epicuticular Waxes in Wild and Domesticated Barley Affects Leaf Physiology and Plant-Herbivore Interactions	Sutanni Sarkar	19
חלק מהפוסטרים יוצגו בהרצאות קצרות במהלך הכנס ובהמשך באתר האגודה (https://gadash.org.il)		

זיהוי אתרים גנומיים וגנים המשפיעים על גודל פרי ויבול בעגבנייה

לאה רוזנטל¹, טלי לפידות-כהן¹, יעל גונן¹, אדר רקח¹ ויריב ברוטמן¹.
המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
(leahrose@post.bgu.ac.il)

במיפוי גנטי של תכונות יבול שנערך בשיטת GWAS באמצעות אוכלוסייה המורכבת ממגוון זנים מודרניים, זנים מסורתיים וקווים ממין הבר שממנו בויתה העגבנייה התרבותית, התגלו שני אתרים בכרומוזום 12 הקשורים לתכונות גודל פרי (מספר מגורות, היקף הפרי לרוחבו ומשקל פרי ממוצע) ויבול שהן בעלות חשיבות חקלאית מרובה. בנוסף למיפוי לשני האתרים הללו התכונות של גודל הפרי ומספר המגורות הראו מיפוי למספר אתרים נוספים בגנום, אשר מתועדים בספרות. לעומת זאת, מיפוי של כמות היבול הצבורה לאורך כל העונה לא הראתה קשר לאתרים אלה, והראתה קשר לאתרים בכרומוזום 12.

יתר על כן, מצאנו שהמיפוי של תכונת היבול לשני האתרים בכרומוזום 12 נשמר ואף התחזק מעט כאשר נעשה מיפוי גנטי בצמחים שגדלו בתנאי השקיה מופחתת. אתרים אלה, על אף שהם רחוקים מכדי שתהיה ביניהם תאחיזה פיסית, מראים הורשה משותפת באוכלוסייה. תופעה זו נובעת ככל הנראה מסלקציה מקבילה של שניהם במהלך תהליכי ההשבחה בעגבנייה.

בשני האתרים נמצאו מספר גנים העשויים לבקר את תהליכי התפתחות התפרחת והפרי. באחד מהם, גן ממשפחת GRF, נמצאה הכפלה של ארבע חומצות אמינו ברצף החלבון הנמצאת בתאחיזה לאלל הקשור לפרי גדול. קווי השתקה וביטוי ביתר לגנים המועמדים נמצאים בתהליכי הכנה.

על מנת לוודא את הקשר בין האתרים לגודל הפרי וליבול ולשפר את ההבנה על התרומה של האללים בכל אחד מהאתרים בנפרד נערך ניסוי המשך המבוסס על שמונה אוכלוסיות דו-הוריות. הורי האוכלוסיות נבחרו כך שמספר זוגות יהיו מנוגדים באללים בכל אתר בכרומוזום 12 בנפרד, ושני זוגות הורים מנוגדי אללים בשני האתרים על מנת לבחון אפיסטזיס. בנוסף, זוגות ההורים שנבחרו דומים ככל האפשר באתרים אחרים בגנום הידועים בקשר לגודל הפרי. בניסוי זה, אשר נמצא כעת בשיאו נמדדים גם מספר הפרחים והפירות בתפרחת ומספר הפירות הכללי.

לסיכום, שני האתרים שנמצאו בכרומוזום 12, ושעברו סלקציה בזני התרבות, הם ייחודיים בתרומתם ליבול הצמח בנוסף לגודל הפרי, ומכאן שיש להם פוטנציאל להבנת תהליכי ההשבחה שחלו בעגבנייה ולתרומה לשיפור עתידי.

מחדר גנומי מחיטת הבר תורם לשימור היעילות הפוטוסינתטית תחת עקת מים בחיטה יואב שרעבי¹, הראל בכר¹, איתי הרמן¹ וצבי פלג¹

¹ הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,
yoav.sharaby@mail.huji.ac.il

שמירה על יצרנות החיטה (*Triticum spp.*) ברקע השינויים האקלימיים הצפויים חיונית להבטחת הביטחון התזונתי בעולם. חיטת הבר (*T. turgidum ssp. dicoccoides*), ההורה הישיר של החיטה התרבותית, מתאפיינת בשונות אללית רחבה המתבטאת במגוון מנגנוני התאמה לתנאי יובש, ומתוקף כך מהווה מקור גנטי מבטיח לשיפור יצרנות החיטה התרבותית בתנאים אלו. במסגרת עבודה זו נבחנה ההשערה כי מחדר גנומי מחיטת הבר על כרומוזום B5 (~0.06% מגנום החיטה), שזוהה בעבר כתורם לשיפור קיבוע הפחמן, יוכל לתרום לשמירה על יעילות פוטוסינתטית גבוהה בתנאי עקת מים. מטרות המחקר היו א) אפיון מורפו-פיסולוגי מעמיק של קווי מחדר של חיטת בר על רקע חיטת דורות תחת זמינות מים משתנה, בהשוואה להורה התרבותי שלהם, ב) זיהוי גנים מועמדים התורמים 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 קיבוע הפחמן בתגובה לריכוזי פחמן דו-חמצני עולים חשף יתרון של קווי המחדר המלא בלבד בשלבי התארכות קנה ועד להתבטנות תחת עקת מים. בהתאמה, נמצא יתרון ביעילות ניצול מים בקווי מחדר אלו. בכדי לאפשר זיהוי יעיל של התכונה השתמשנו בנוסף במדידה היפרספקטרלית ובאינדקס צמחיה שנמצא קורלטיבי למדדי יעילות פוטוסינתטית. כמו כן, קווי המחדר המלא הציגו קומה נמוכה יותר ויתרון באון הצימוח ובצבירת הביומסה הווגטטיבית תחת כל משטרי ההשקיה. נראה איפוא כי קיים גורם גנטי על המקטע העיקרי של המחדר (27 גנים) המוביל לשינוי בארכיטקטורת הצימוח, אשר יכולה לתמוך בשמירה על יצרנות גבוהה גם בתנאי מחסור במים. בחינה גנומית-השוואתית ואפיון פרופילי ביטוי גנים מחיטת הבר העלתה מספר גנים מועמדים, הנבחנים בימים אלו. לסיכום, תוצאות המחקר מדגימות את הפוטנציאל הגנטי הטמון בחיטת הבר אשר הביא לשמירת היעילות הפוטוסינתטית, ובכך מהוות תשתית פיזיולוגית-גנטית לשיפור החיטה הישראלית לתנאי האקלים הצפויים.

מנות סוכר ולא מנות קור, קובעות את אורך התרדמה האנדוגנית בפקעת תפוח אדמה

רז דניאלי^{1,2}, שמואל אסולין³, פאולה טפר-במנולקר¹, דוד גרנות⁴ ודני
אשל¹

¹ המחלקה לחקר תוצרת חקלאית ומזון, מנהל המחקר החקלאי, מכון
וולקני.

² התוכנית הבין-פקולטאית לביוטכנולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון
וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.

³ המחלקה למדעי הקרקע המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי, מכון
וולקני.

⁴ המחלקה לחקר ירקות וגידולי שדה, מכון וולקני.

raz.danieli@mail.huji.ac.il

תרדמה אנדוגנית היא מרכיב מרכזי במעגל החיים של צמחים רב שנתיים רבים לצורך הישרדות בתנאי אקלים קיצוניים. משך התרדמה האנדוגנית מבוקר על ידי מרכיבים גנטיים המושפעים מתנאי הסביבה, זמינותם של סוכרים מסיסים, מווסתי צמיחה וחומרי הזנה, אך מנגנון הפעולה עדיין לא ברור דיו. פקעת תפוח אדמה היא גבעול מעובה ומשמשת כמערכת מודל ללימוד תהליכים מטבולים הקשורים בתרדמת ניצנים. בגידול מסחרי, הפקעת נאספת מהשדה במצב רדום ומאוחסנת בתנאי קור, לדחיית הנצתה ולעיכוב התפתחות של גורמי מחלה. חשיפה לקור גורמת לעליה דרמטית של תכולת הסוכרים המסיסים בפקעת, תהליך המכונה המתקה. במחקר זה, מצאנו קשר הדוק בין החשיפה לקור, עוצמת ההמתקה ומועד ההתעוררות של הפקעת. פיתחנו פונקציה לוגיסטית המבוססת על מדד חדש שיצרנו, המכונה "מנות סוכר", ומשמש אותנו לחיזוי משך התרדמה האנדוגנית. גילינו שקיימת קורלציה גבוהה יותר בין צבירת מנות סוכר להתעוררות מתרדמה אנדוגנית, בהשוואה לצבירת מנות קור. כדי להוכיח את חוסר ההכרחיות במנות קור, גרמנו לעליה במנות הסוכר באמצעות חשיפה לחום, דבר שהביא להתעוררות מוקדמת יותר של הפקעות. הפחתת צבירת מנות הסוכר באמצעות מוטציית קריספר בגן VACUOLAR INVERTASE (StVInv) האריכה את התרדמה האנדוגנית, בקורלציה למידת ההשפעה על כל זן. ביטוי ביתר של StVInv תחת פרומוטור S35, גרם לקיצור התרדמה, אך רק בתנאי אחסון בהם חלה עליה במנות הסוכר. במועד בו הפקעת עוברת המתקה, מעברי הפלזמודזמטה לניצן הרדום חסומים, כך שלא נראה שסוכר זה נצרך על ידי הניצן הרדום. הגן SnRK1 (SNF1-RELATED KINASE1) משמש להסתגלות מטבולית במצב של מחסור באנרגיה זמינה. השתקת הגנים המקודדים לתתי היחידות α ו- β של החלבון StSnRK1 בתפוח אדמה גרמה לקיצור התרדמה, גם ללא מתן טיפולים להעלאת מנות הסוכר בפקעת. תוצאה זאת מצביעה על כך שמנות הסוכר משמשות בשלב ההמתקה כסינגל להתעוררות מתרדמה אנדוגנית. מציאת הקשר ההדוק שבין צבירת מנות סוכר למשך התרדמה האנדוגנית פותחת פתח לפיתוחים רבים שיאפשרו חיזוי של משך התרדמה והשפעה על תהליך זה בתפוחי אדמה ובצמחים בכלל.

זיהוי פרה-סימפטומטי של מחלת הכימשון (Late blight) בצמחי תפוחי אדמה בעזרת זימות הרדיקלים החופשיים בצמח-השלם

מתנאל היפש¹ שילה רוזנוסר¹

¹ הפקולטה למדעי החקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית.

האוניברסיטה העברית בירושלים,
(matanel.hipsch@mail.huji.ac.il)

מחלת הכימשון הינה מחלת עלים הנגמרת על ידי פתוגן דמוי הפטרייה בשם *Phytophthora infestans*, הכימשון היא אחת המחלות הקשות ביותר בגידולי תפוח האדמה *Solanum tuberosum*. עלותם של הנזקים בגידולי תפוח"א מוערכת בין 6-10 מיליארדי דולרים. לכן, זיהוי מקדים של המחלה הוא חשוב והכרחי לעצירת התפשטותה בין הצמחים בשדה. טכנולוגיות רבות פותחו על מנת לאפשר זיהוי מקדים של המחלה בשלבים הפרה-סימפטומטיים. אך, עדיין אינה קיימת טכנולוגיה שנותנת זיהוי מהיר ולא פולשני של מחלת הכימשון.

רדיקליים חופשיים הינם תוצרי לוואי של תהליכי הפוטוסינתזה ונשימה, רמתם עולה בעיקר בתנאי גידול לא אופטימליים. גלוטתיון (GSH) הינו אחד המרכיבים העיקרים של המערכת האנטיאוקסידנטית. שינויים בפרוטנציאל החמצון-חיזור של GSH יכולים להעיד על התפתחות של מצבי עקה. בשנים האחרונות פותחה טכנולוגיה חדשנית לניטור פוטנציאל החמצון-חיזור של גלוטתיון באמצעות חלבון פלורוסנטי (ro-GFP2) The reduction-oxidation sensitive Green Fluorescent 2 Protein. תהליכי חמצון-חיזור גורמים לשינוי בקונפורמציה החלבון ולשינוי בתכונות הפלואורסצנטיות שלו, אותם ניתן לנתר בצורה שאינה הרסנית.

בעבודה זו, השתמשנו בטכנולוגיה המבוססת על חישת חמצון-חיזור ברמת הצמח השלם על מנת לזהות את מחלת הכימשון בשלביה הראשוניים. בפחות מ-48 שעות, הצלחנו לזהות את הכימשון בשלבים הפרה-סימפטומטיים בתצורה מרחבית בעלים הנגועים. הוכחנו שהשיטה המבוססת על חמצון-חיזור מזהה את המחלה ביותר מ-24 שעות מהשיטה המבוססת על פלורסציה של מולקולת הכלורופיל (Fv/Fm). באמצעות אלגוריתם לימוד תמונה מתקדם הצלחנו לעמוד ולהפריד את אוכלוסיית העלים המודבקים והלא-מודבקים.

חיישנים ביולוגים (ביו-חיישנים) המקודדים גנטית על ידי צמחים יכולים להרחיב את הבנתנו על תגובות צמחים לעקות שונות, במיוחד באינטראקציות בין צמחים-לפתוגנים. נכון לזמן זה הטכנולוגיה עדיין לא זמינה בשדות חקלאים עקב מכשור יקר ולא נייד. למרות זאת, אנו מאמינים שניתן להשתמש בטכנולוגיה הזו במחקר הפוטוסינתטי, השבחת זנים עמידים לכימשון המבוססים על מדדים חדשנים ושילובם של הביו-

חיישנים באלגוריתמים המבוססים על לימוד תמונה מתקדם. אנו מאמינים שבעתיד נראה אינטגרציה של ביו-חיישנים בשדות חקלאים.

הבנת תרומת חומרי ריח ממשפחת המונוטרפנים וססקוויטרפנים בצמחי עגבנייה כאמצעי לשיפור ממשק ההדברה כנגד אקרית אדומה

אשגרו צגה¹

¹ המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים ע"ש שוחרי צרפת,
מכונים לחקר המדבר אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר
(ashageru.tzaga@mail.huji.ac.il)

גידול העגבנייה (*Lycopersicon solanum*) הינו מבין הגידולי הירקות העיקריים בעולם. אחד המזיקים העיקריים לצמחי עגבנייה הינה האקרית האדומה המצויה (*Tetranychus urticae*) הגורמת נזק חקלאי לגידולים בחממות ובשדה. באזורים חמים בישראל ובאירופה, האקרית האדומה מתרבה בקצב מהיר ובשל גודלה הקטן, היא מתגלה רק כאשר האוכלוסייה גדולה והנזק לצמחים נראה לעין. כתגובה לפגיעת אקרית אדומה משחררים צמחים מגוון חומרים נדיפים. חלק מחומרים אלו יש השפעה רעילה על המזיקים וחלק ידועים כמושכים אויבים טבעיים למזיק ומסייעים לאתר אותו. במחקר הקדמי שערכנו עם צוות מו"פ נבחנו נזקי האקרית האדומה על שני זני עגבניות שרי מזן אשכול אדום עגול. הזנים הנבחרים היו 'שירי' (הזרע) ו'אופיר' (רימי) הנפוצים לגידול באזור חבל הבשור. המשך למחקר נמדדה תערובת חומרי הריח המשתחררים בעקבות אילוח אקריות ומצאה הבדלים משמעותיים בין הזנים. בזן אופיר העמיד יותר לאקריות נמצאו מגוון וכמות תערובת נדיפים גבוהה של מונו - וססקוויטרפנים.

המטרה העיקרית של מחקר זה, היא לזהות את הרכב הנדיפים הגורם לעמידות גבוהה של עגבניות לאקריות. השערת היסוד היא כי התערובת הנדיפים ממשפחת המונו- והססקוויטרפנים הם גורמי מפתח בקביעת ההתנגדות או משיכת האויב הטבעי של אקרית. לשם כך בחרנו במוטנט של טריכומות בעגבניה: 2 odorless אשר בו קיים שוני בצבירת המונו - וססקוויטרפנים המסונתזים על ידי שלושה גנים טרפן סינתזות, TPS20, TPS12, TPS9 לעומת קו הביקורת. כמו כן, משערים שהאקרית עצמה יכולה לספוג או ליצר נדיפים באמצעות קליטת החומרים הדרושים מהצמח. לכן בדקנו את חומרי הריח המשתחררים מאקריות על ידי אילוח צמחי עגבנייה ושעועית באקריות. החומרים נבדקו בעזרת- mass spectrometry gas chromatography (MS-GC). זיהוי נדיפים ספציפיים המעורבים במנגנון העמידות לאקרית אדומה, יכול לשמש את חברות הזרעים בפיתוח זנים עמידים יותר לאקרית אדומה. בנוסף ידע זה יכול לשמש לפיתוח מסחרי של תקנים להפצת מולקולות ריח, פתרון בר קיימא אשר יכול לצמצם שימוש בחומרים כימיים חזקים. המחקר זה נעשה בקמפוס שדה בוקר בתמיכת משרד החקלאות וחברת ביובי שדה אליהו ובשיתוף צוות מו"פ דרום ויועץ הגנת הצומח מהשה"מ.

אפיון פחיתת יעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות אקואינפורמטיקה

שלומי אהרון^{1,3}, רן לאטי¹, חנן אייזנברג¹, ויפית כהן²
1 המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, מנהל
המחקר החקלאי.

2 המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי.
3 החוג לגידולי שדה וירקות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה,
האוניברסיטה העברית.

(shlomiaharon123@gmail.com)

עשבים רעים (ע"ר) מהווים גורם ביוטי עיקרי המביא לפחיתה ברמת ואיכות היבול בתירס (*Zea mays*). קוטלי עשבים (ק"ע) הינם הדרך היעילה ביותר להדברת עשבים בחקלאות. עם זאת, בשנים האחרונות גוברות העדויות לפחיתה ביעילות אמצעי זה. מטרת המחקר הכוללת היא זיהוי ואפיון פחיתת יעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות חישה מרחוק ואקואינפורמטיקה. אחת ממטרות המשנה של המחקר הינה איתור הגורמים המשקיים בעלי השפעה על פחיתה ביעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות גישת אקואינפורמטיקה, קרי באמצעות ניתוח נתוני עתק שנאספו לאורך זמן על ידי מגדלים. בשלב ראשון של המחקר נאספו נתונים משמונה משקים הפרוסים ברחבי ישראל הכוללים את היסטוריית הגידולים וק"ע שיושמו לאורך השנים 2015-2020. נתונים אלו אורגנו במסדים מתאימים לניתוח גאו-סטטיסטי מתקדם על פי גישות ניתוח נתוני עתק (big-data) בכדי לחשוף היכן קיימות מגמות פחיתה ביעילות הדברת עשבים מחד ומאידך את הגורמים שנמצאים באסוציאציה עם מגמות אלו. יעילות הדברת העשבים נקבעה לפי מדדי אינטנסיביות השימוש בק"ע והגורמים המשקיים כללו את תדירות הגידולים כותנה ואבטיח במחזור הגידולים והשימוש בק"ע השייכים לקבוצות הטריפלורלין והטמבוטריון. השפעת גורמים אלו על יעילות ההדברה נקבעה לפי השוואת גרסיות מרובות משתנים במסגרת מודלים לינאריים כלליים (Generalized linear models- GLM) ומיצוע תרומתו של כל גורם (weight-average). מניתוח המגמות עלה כי ישנה עלייה מובהקת ($P.value = 0.005$) באינטנסיביות השימוש בק"ע בתירס בשנים האחרונות, דבר המעיד על פחיתה ביעילות ההדברה בגידול זה. מניתוח גרסיות עלה כי הגורם שהראה קשר מובהק עם תופעה זו היה היקף גידול הכותנה במחזור הגידולים. חלקות תירס שבהן גידול הכותנה רווח, הראו אינטנסיביות ריסוסים פחותה באופן מובהק. לעומת זאת, לא נצפו קשרים מובהקים עם היקף גידול האבטיח והשימוש בק"ע טריפלורלין וטמבוטריון. הירידה במספר חלקות הכותנה בשנים האחרונות, והיציבות בהיקף גידול האבטיח עשויה להעיד על חשיבות גידול הכותנה במחזור הגידולים, ומחזקת את ההתייחסות אליו כאל "גידול מנקה". תוצאות אלו מדגישות את הפוטנציאל בשילוב מידע אקואינפורמטי כבסיס לפיתוח

ממשקי הדברת עשבים מושכלים ושיפור הבנת תהליכים ארוכי טווח
בתחום חקר העשבים.

טרנספוזונים כמקור לשונות במבנה ובתפקוד גנום החיטה

ענבר בריח¹, חליל קשקוש¹, דניאל קידר פרידמן, מאור טרבלסקי
¹ המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן גוריון בנגב
(bariah@post.bgu.ac.il)

במהלך העשור האחרון, מחקרים רבים בחנו את השפעתם של הטרנספוזונים, מקטעי דנ"א בעלי היכולת לשנות את מיקומם בגנום, על השונות הגנטית בחיטת הלחם. במחקר זה, השתמשנו ברצף של רטרורטרנספוזון בשם Fatima כסמן גנטי לצורך זיהוי שינויים מבניים גדולים בין אם החיטה וחיטת הלחם. ע"י איתור של כ- 3,500 מחדרים של הטרנספוזון והשוואת הרצפים התוחמים אותם בין שני המינים, זוהו מקטעי דנ"א רבים אשר עברו מחיקה או חדרו לגנום של אחד משני המינים. ניתוח ביואינפורמטי מעמיק של 11 מקרים כאלו חשף כי שינויים אלו התרחשו ככל הנראה כתוצאה מרקומבינציה לא-שוויונית, שבר דו-גדילי או אינטרוגרסיה. אנליזת PCR עבור מקרים אלו איפשרה זיהוי הבדלים בין אוכלוסיות חיטת הבר ובין מיני חיטה שונים. מעבר למעורבותם האפשרית ביצירת שינויים מבניים בגנום עקב יצירת שברים דו-גדיליים במהלך הטרנספוזיציה או כרצף חזרתי המשמש כתבנית לרקומבינציה לא-שוויונית, טרנספוזונים תורמים לשונות הגנטית ע"י יצירת מחדרים חדשים שלהם, כולל כניסה לרצפים מקודדים. כיום, הידע עודות השפעת טרנספוזונים המהווים חלק מרצף הגן על ביטוי הגנים בחיטה מוגבל. בכדי לבחון את ההשפעה האפשרית של קיום מחדרי טרנספוזונים על רמות הביטוי של גנים ביצענו אינטגרציה של מידע ממאגרים שונים לצורך זיהוי טרנספוזונים המצויים בתוך רצפי הגנים והשוואת הביטוי היחסי של גנים הומאולוגים בין תתי-הגנום של חיטת הלחם. התמקדנו ב- 70,818 גנים הומאולוגים: 55,170 גנים המופיעים בעותק יחיד בכל אחד מבין שלושת תתי-הגנום (שלושת), 12,640 גנים המופיעים בשניים מתתי-הגנומים ו-3,008 גנים המשתייכים לרבעיות, בהן הכפלה יחידה הובילה לקיום שני הומאולוגים באחד מתתי-הגנום. מצאנו כי כ- 36% מ- 70,818 הגנים כוללים לפחות מחדר יחיד של טרנספוזון וכי מחדרים אלו הינם פולימורפים בין קוים שונים של חיטת הלחם. אנליזה של 14,258 שלשות חשפה תלות בין המצאות טרנספוזון בגנים השייכים לשלשה והבדלים בביטוי בין ההומאולוגים. בנוסף, קיימת תלות בין מיקום הטרנספוזון וסוגו לביטוי היחסי של ההומאולוגים. ממצאים אלו מדגישים את תרומתם החשובה של הטרנספוזונים לשונות במבנה ובתפקוד הגנום בחיטה, שונות העשויה להתבטא גם בתכונות בעלות חשיבות חקלאית.

הערכת מקדם הגידול בתפוחי אדמה באמצעות מערכת קורלציית הערבליים וחישה מרחוק מולטי-ספקטרלית מרחפן ולוויין

אמרי צדק^{1,2}, ניצן מלאכי¹, ויקטור לוקיאנוב¹, ד"ר יוסף טנאי¹, ד"ר עופר רוזנשטיין¹.

¹ מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני
² הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה האוניברסיטה העברית.
(Imri.zadak@mail.huji.ac.il)

גישת מקדם הגידול (Kc) להערכת צריכת מים של גידולים היא הנפוצה בעולם ההשקיה ואף אומצה על ידי ארגון ה 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 נמדדה צריכת המים של שדה תפוחי אדמה בקיבוץ אורים שבנגב המערבי, באמצעות מערכת קורלציית הערבליים. אחד מהאתגרים המרכזיים במחקר הוא כיול המודל בשדה המושקה בהמטרה, המקשה על הערכת 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 מולטי-ספקטרלי אשר הותקן על גבי רחפן, בעל ערוצים ספקטראליים חופפים לאלו של הלוויין. המחקר בוחן את הקשר בין שלל אינדקסים ספקטראליים של הצמח בשדה לערכי Kc שמתקבלים מהמדידות בשטח.

מתוצאות ראשוניות עולה כי אינדקסי הצמחיה שנמצאו במתאם הטוב ביותר ל-Kc מבוססים על ערוצים באדום, גבול-אדום, ואינפרא-אדום קרוב (לדוגמה, עבור האינדקס REIP התקבלו $R^2=0.9$ ו- $RMSE=0.05$).

מחקר זה בודק התכנות לייעול בשימוש מי השקיה בחקלאות, כאשר נושא זה הינו אקוטי והכרחי עקב מצוקת מים הולכת וגוברת אשר העולם ישראל בפרט סובלים ממנה.

הידרוליזה של פוליפוספט על ידי שורשי הצמחים

נטלי תורן^{1,2} ודרי רן אראל¹

¹ מרכז מחקר גילת, מכון וולקני, מנהל המחקר החקלאי

² אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר

nataliet@volcani.agri.gov.il

זרחן (P) הוא יסוד חיוני לצמחים ומעורב בתהליכים רבים. ריכוז הזרחן בקרקעות טיפוסיות גבוה למדי אך זמינותו לצמחים נמוכה, רק 1-2% מסך הזרחן בקרקע הינו זמין. בתגובה לתנאי מחסור בזרחן, צמחים פיתחו מספר מנגנונים אשר תכליתם להגדיל את ריכוז הזרחן הזמין בריזוספירה. בין הדרכים המיושמות היא הפרשת אנזימי פוספטאזות אשר מבצעים הידרוליזה (פירוק) למולקולות זרחן אורגני לקבלת זרחן זמין. פוליפוספט היא מולקולה המורכבת משתי יחידות או יותר של אורתו-פוספט המקושרות בניהן באטום חמצן. צמחים קולטים את הזרחן בצורת אורתו-פוספט בלבד ולכן בכדי שמולקולת הפוליפוספט תהיה יעילה לשימוש הצמחים עליה לעבור הידרוליזה ליחידות האורתו-פוספט המרכיבות אותה. ככל הידוע, בקרקע פעילות ההידרוליזה מתווכת בעיקר על ידי פעילות אנזימטית מיקרוביאלית, לא ידוע על אנזים ממקור צמחי המסוגל לפרק פוליפוספט מורכב (מעל שלוש יחידות אורתו-פוספט). בניסוי מקדים במעבדתנו, מצאנו כי שורשי צמחים בעלי יכולת לבצע הידרוליזה לפוליפוספט מורכב. מטרת המחקר הינה לאפיין יכולת זו של הצמחים ואת היתכנותה כאסטרטגיה לקליטת זרחן.

כדי לבחון את יכולת הצמחים לקלוט זרחן שמקורו בפוליפוספט מורכב גידלנו מגוון מיני צמחים במצע אגר סטרילי המכיל את כל האלמנטים הנדרשים מלבד זרחן אותו הוספנו בצורת אורתו-פוספט או פוליפוספט טבעתי. נמצא כי מיני צמחים שונים מסוגלים לגדול עם פוליפוספט כמקור לזרחן, דבר המצביע על פעילות הידרוליטית המבוצעת על ידי שורשי הצמחים. בכדי לבדוד את המנגנון הפעיל בהידרוליזה הפוליפוספט ביצענו מיצוי לשורשי צמח פלפל והפרדה של המיצוי בעזרת מכשיר FPLC. הפרקציות שהתקבלו נבחנו לפעילות הידרוליטית ובכך נבחרה פרקציה פעילה וברמת ניקיון טובה. הפרקציה נשלחה לריצוף והתקבל חלבון STH-21 אשר פעילותו כפוליפוספטאז אינה ידועה בספרות. השוואה לאנזימי פוספטאזות המופרשים על ידי הצמחים הראתה פעילות הידרוליטית מוגברת עם חלבון ה STH-21.

איפיון פעילות האנזים ומיני הצמחים המסוגלים לגדול עם פוליפוספט כדשן זרחן יביא להתאמת צורת הדישון לגידול הרצוי תוך שילוב היתרונות הגלומים בדשני הפוליפוספט בקרקעות ובכך להגברת היעילות בניצול דשני זרחן.

שימוש בחלבון התנועה של tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) לשיפור העמידות לטובמווירוס בצמחי עגבנייה

יפעת שרמן^{1,2}, חגית האק¹, עמית גל-און¹ וזיו שפיגלמן¹
¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים ומדע העשבים, המכון להגנת הצומח, מכון וולקני
²הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים
yifat.levine@mail.huji.ac.il

נגיפים מהסוג טובמווירוס (Tobamovirus) גורמים לנזקים קשים במגוון גדולים חקלאיים. הטובמווירוס tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) גורם לפגיעה משמעותית בענף העגבניות הישראלי ומתפשט בעולם במהירות. ToBRFV מתגבר על העמידות ארוכת השנים לטובמווירוס בעגבנייה, המבוססת על הגן Tm22, המקודד לקולטן של מערכת ההגנה של הצמח. בעת חדירת הנגיף, החלבון Tm-22 נקשר לחלבון התנועה (movement protein; MP) של הטובמווירוס, מפעיל אות המוביל למוות תאי של האזור המודבק ובכך מגביל את התפשטות הנגיף בתהליך הקרוי Hypersensitive response (HR). מעבודה קודמת שנעשתה במעבדתנו עלה כי חלבון התנועה (movement protein; MP) של ToBRFV (MPToBRFV) מאפשר לנגיף להתגבר על Tm-22. עם זאת, המנגנון המולקולרי בעזרתו MPToBRFV מתחמק מ-Tm-22 לא ברור. בחלק הראשון של עבודתי, בחנתי האם קיימת אינטראקציה בין MPToBRFV ל-Tm-22. לצורך כך, שני החלבונים שובטו ובוטאו יחד בעלים של צמחי *Nicotiana benthamiana*. כביקורת חיובית, בוטא חלבון התנועה של TMV (MPTMV), הידוע כמשפעל את תגובת העמידות של Tm-22. לאחר מכן, בוצע ניסוי co-immunoprecipitation לבחינת האינטראקציה בין החלבונים. בניסוי זה נמצא כי MPToBRFV נקשר ל-Tm-22, אך ברמה נמוכה יותר מאשר MPTMV. לפיכך, נראה כי בעוד MPToBRFV נקשר ל-Tm-22, קשירה זו איננה מספקת לשפעול תגובת ההגנה של הצמח. בחלק השני, בחנתי האם ניתן לשנות את הרצף של Tm-22 כך שיוכל להקנות עמידות כנגד ToBRFV. לצורך כך, יצרנו ספריית מוטנטים של Tm22 המכילים מוטציות רנדומליות באזור החיוני להכרה של חלבון התנועה. המוטנטים השונים בוטאו יחד עם MPToBRFV בעלים של צמחי *N. benthamiana* ונסרקו ליצירת HR. מתוך סריקה של כ-1000 מוטנטים, נמצאו 4 שהראו תגובת HR כשבוטאו עם MPToBRFV. בימים אלו אנו מייצרים צמחי עגבניה מהונדסים המכילים את הוריאנטים כדי לראות אם מוטציות אלו יכולות להקנות עמידות נגד ToBRFV. מחקר זה יכול להוביל לפתרון אפקטיבי נגד ToBRFV ונגיפים חדשים אחרים ממשפחת הטובמווירוסים.

לימוד דרישות הזנה של קנאביס רפואי למגנזיום

דלית מורד^{1,2}, נירית ברנשטיין¹

¹המכון 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

בשנים האחרונות עם התפתחות תעשיית הקנאביס בארץ ובעולם קיים עניין רב בצמח בשל תכונותיו הרפואיות. לכן, קיימת דרישה רבה, וחשיבות, למידע מחקרי בדבר השפעת תנאי הגידול על האיכות הכימית/פרמקולוגית של צמח הקנאביס. חסר מידע בדבר השפעת מגנזיום על התפתחות צמח הקנאביס, תכונות מורפו-פיזיולוגיות ויצור מטבוליטים משניים. לכן המטרה הכללית של הפרויקט היא ללמוד את תגובות צמח הקנאביס ליישום מגנזיום לצורך העמקת הידע הפיסיולוגי על הצמח, והנחת היסוד לפיתוח ממשק דישון אופטימלי למערך הגידול. לשם כך, צמחים שגודלו במצע מנותק (פרלייט) נחשפו ל- 5 רמות של מגנזיום (2, 20, 35, 70, 140 ח"מ) בשלב הגידול הווגטיבי והרפרודוקטיבי, בתנאי גידול מבוקרים. נבדקו פרמטרים מורפולוגים, פיזיולוגים, צבירת מינרלים באברי הצמח וצבירת קנבינואידים וטרפנים בתפרחות. התפתחות הצמח וצבירת ביומסה הייתה דומה בטווח הריכוזים 140-35 ח"מ. ריכוז המגנזיום הנמוך שנבחן, 2 ח"מ, זוהה כריכוז מחסור: תפקוד הצמח (טרנספירציה, פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות) היה נמוך יותר בטיפול זה בהשוואה ליישום גבוה יותר של מגנזיום, בדומה יתרו הפיגמנטים הפוטוסינתטיים כלורופיל a כלורופיל b וקרוטנואידים. דליפת ממברנות, אשר היא מדד לנזק לרקמה הצמחית הייתה גבוה בטיפול המחסור (2 ח"מ) ובטיפול המגנזיום הגבוה (140 ח"מ) מאשר בשאר הריכוזים, גורם המצביע על כך שריכוז של 140 ח"מ מגנזיום הוא מעל לטווח האופטימום. קליטה וטרנסלוקציה של מינרלים מהשורש לנוף הושפעו מטיפול המגנזיום. התוצאות מעידות על ירידה בריכוזי הקנבינואידים העיקריים בצמח במצב עקה של מחסור במגנזיום. מסקנה: מבחינת צימוח והתפתחות, טיפולי המגנזיום הנמוכים (20-2 ח"מ) היו בטווח המחסור לצבירת ביומסה בשני שלבי הצימוח. בשלב הווגטיבי, ריכוז המגנזיום האופטימלי ליצירת ביומסה ולמצב מורפו-פיזיולוגי מיטבי של הצמח הינו 35 ח"מ. בשלב ההפרחה המטבוליזם השניוני (יצירת קנבינואידים) היה רגיש לריכוזי מגנזיום. וריכוז הקנבינואידים הגבוה ביותר התקבל החל מריכוז 35 ח"מ מגנזיום והיה נמוך יותר בטיפול המגנזיום הנמוכים יותר. התוצאות מספקות את המידע הדרוש לפיתוח ממשק דישון מיטבי למגנזיום, לכמות ואיכות יבול בקנאביס רפואי.

איפיון גנטי וביוכימי של נזקי צינה בפלפל (*Capsicum Annuum* L.)

טוביה סטרייקר^{1,2}, ארנאוד בובי³, דן כהן המוס¹, שמעון פיבוניה², יונתן אלקינד⁴, חגי יסעור¹

¹מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, גילת

² מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר, חצבה

³ אוניברסיטת ווגנינגן, הולנד

⁴הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

tovia@arava.co.il

פלפל מתוק הינו גידול הירקות העיקרי בערבה, שבדרום ישראל והיקפו כ- 10,000 דונם 60% מהתוצרת מיועדת לייצוא. נזק 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 הייתה לפענח את הגנטיקה העומדת בבסיס ה-CI ולזהות סמנים גנטיים, שיכולים לתמוך בתוכניות טיפוח ובמגדלים בבחירת גנוטיפים סבילים ל-CI.

פירות פלפל מ-144 קווים של אוכלוסייה מתפצלת של F_2 צוננו (2 מעלות צלסיוס למשך 20 שעות) ודורגו לעמידות ל-CI באחוזים ובהשוואה לעמידות קווי ההורים שלהם וצאצאי דור F_1 - (זן המכלוא). הפרדה טרנסגרסיבית נצפתה עבור כ- 10% מהגנוטיפים של F_2 , שהיו עמידים לחלוטין ל-CI ומצד שני היו 10% מהגנוטיפים התבררו כרגישים לחלוטין ל-CI. מספר זה של גנוטיפים משני צידי הספקטרום מייצג כנראה שני גנים עיקריים השולטים בתכונה זו. מיפוי אוכלוסייה זו ישמש בעתיד לאנליזה גנטית בעזרת RT-PCR לגנים שקשורים לעקות, רצף ה-RNA ואנליזה של לוקסים כמותיים. המנגנונים הביוכימיים והפיזיולוגיים יחקרו לעומק ע"י מדידה של נוגדי חימצון ROS שמצטברים בפרי ולבצע ניתוח פרופיל מטבולי.

אפיון הביולוגיה והפנולוגיה באוכלוסיות שונות של המין הפולש פרתניון אפיל (*Parthenium hysterophorus*)

סהר מלכה^{1,2}, חנן איזנברג¹, מאור מצרפי¹

¹מרכז מחקר נווה-יער, מנהל המחקר החקלאי,

²הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה
העברית

(Sahar.malka@mail.huji.ac.il)

פרתניון אפיל (*Parthenium hysterophorus*) הוא עשב רע ממשפחת המורכבים, מין פולש אגרסיבי בכ-50 מדינות ברחבי העולם שמקורו במדינות הסובבות את מפרץ מקסיקו. הצמח משבש בצורה קשה שטחים חקלאיים וגורם לנזקים בגידולי שדה שונים כגון סורגום, חיטה ותיירס. פרתניון אפיל הוא צמח אלרגני לאדם ולחי, גורם לאלרגיות עור ונשימה ואף לתמותה של חיות משק הניזונות ממנו בשטחי מרעה. הצמח זוהה לראשונה בישראל בשנות ה-80 באזור עמק בית-שאן ומאז התגלה במספר מיקומים נוספים ברחבי הארץ. מטרת המחקר היא לימוד הביולוגיה והפנולוגיה של אוכלוסיות פרתניון אפיל ממיקומים שונים בתנאי סביבה משתנים. נאספו זרעים בישראל בהם נמצא המין הפולש – עמיקם, דגניה ב', טירת צבי, החותרים ונווה יער. נמדדו מאפיינים מרחביים לזרעים ומשקל 1000. נבחנה הנביטה בצלחות פטרי בתנאים מבוקרים, בטמפרטורות [0, 2, 10, 15, 20, 25, 30, 35 מעלות צלזיוס (מ"צ)] ופוטנציאלי מים שונים (0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8, -1 מגה פסקל ב-20 מ"צ). לשם אפיון הפנולוגיה, 32 צמחים מכל אוכלוסייה גודלו בחממה במשך 120 ימים בתנאי גידול מבוקרים; הצצה, קצב צימוח, הפרגה ופריחה תועדו לאורך הניסוי. לא נמצאה שונות בגודל ובמשקל הזרעים בהשוואה בין האוכלוסיות השונות. נמצאה שונות ביכולת הנביטה של אוכלוסיות פרתניון אפיל בטמפרטורות שונות. ככלל, 20 מ"צ נמצאה כטמפרטורה האופטימלית לנביטה, אך נצפה שוני בקצב הנביטה בהשוואה בין אוכלוסיות. בניסויי הנביטה בפוטנציאלי מים שונים, נמצא שככל שפוטנציאל המים היה שלילי יותר קצב הנביטה שתועד היה נמוך יותר. בניסוי הפנולוגיה נצפתה שונות בין האוכלוסיות, כך למשל טירת צבי עברה לשלב הפרגה ראשונה ואילו החותרים אחרונה מבין האוכלוסיות שנבדקו. קצב הגדילה של הצמחים (קוטר שושנת עלים/גובה) היה שונה בין האוכלוסיות, למרות שבבחינת המשקל הסופי של הצמחים לא נמצאה שונות. ממחקר זה עולה ישנן יכולות תחרות והתאמה שונות של אוכלוסיות פרתניון אפיל והן מושפעות מתנאי הסביבה בהם גדלים הצמחים. אפיון הביולוגיה והפנולוגיה של אוכלוסיות פרתניון אפיל ממיקומים שונים ברחבי הארץ יוכל לסייע בפיתוח מערך הדברה יעיל יותר המותאם לכל אוכלוסייה.

אפיון גנטי-פיזיולוגי של קווי טיפוח של חיטת לחם המכילים גנים חליפיים לננסות

פואד חיר^{1,2}, רואי בן-דוד², רועי שדה¹ צבי פלג¹

¹הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

²מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

foad.khier@mail.huji.ac.il

החיטה (*Triticum* sp.) 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 מה"מהפכה הירוקה" הוחדרו לחיטה שני גנים מננסים Rht-B1 ו-Rht-D1 האדישים להורמון הצימחי ג'יברלין (GAI) שהביאו להגדלת יבולים ע"י שיפור מקדם הקציר ושיפור התגובה לדישון חנקתי. מאידך, צמחי החיטה החצי-ננסיים נפגעו מבחינת און הצימוח הראשוני. 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 מננסים ברקע טיפוחי מתקדם ובעלי חותלת ארוכה. מטרת המחקר הייתה לבחון את השפעת הגנים המננסים החליפיים על אורך החותלת בתנאים מבוקרים ועל און הצימוח ורכיבי היבול בשדה. בשלב ראשון האוסף אופיין באמצעות סמנים מיקרוסטילטיים האחוזים לגנים החליפיים ובעזרת סמני KASP לגנים שאינם מגיבים לג'יברלין במטרה להגדיר קווים בעלי רקע גנטי משותף. באפיון הגנטי אותרו חמישה קווים המכילים גנים אלטרנטיביים ואינם מכילים את הגנים של המהפכה הירוקה. בניסוי מבוקר נמצא שטמפרטורה גבוהה (27°C) יכולה להביא לפחיתה של 15%-25% באורך החותלת של זני GAR וזני GAI, בהתאמה. בניסוי שדה אותרו מספר קווים בעלי פוטנציאל אגרוטכני גבוה בהשוואה לזני העילית הישראלים. המשך המחקר יתמקד באפיון פנוטיפי בשדה ובתנאים מבוקרים ובחינת השפעת שילובים שונים של האללים המננסים על און הצימוח ויצרנות. לסיכום, הבנת השפעת השילוב של הגנים על המדדים השונים תוכל לשפר את ההבנה של השפעתם על מדדי הצמח, ולפתח תשתית גנטית לטיפוח זני חיטה עתירי יבול תחת שינוי אקלים הצפויים בתנאי המזרע בישראל.

כיוול של מודל DSSAT-CROPGRO לעגבניות באמצעות צילום מולטי ספקטראלי מרחפן

צליל נקסון^{1,2}, רפאל לינקר², עופר רוזנשטיין¹

¹ המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני
² הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית בטכניון

tslil@campus.technion.ac.il

מודלי יבול, כדוגמת מודל DSSAT-CROPGRO, הינם מודלים מתמטיים המדמים את תהליך התפתחות הגידול בהתאם לתנאי גידול, מזג אוויר וקרקע. המודל מדמה בין היתר את תכולת החנקן בעלה במהלך העונה, שינוי באינדקס שטח העלה (LAI) וכמות יבול צפויה בסוף העונה. תחזיות המודל יכולות לאפשר למקבלי החלטות לבדוק את ההשפעה של החלטות ניהוליות כגון השקיה ודישון על המדדים השונים ובכך ליעל את תהליך הייצור החקלאי. על מנת למזער אי ודאויות בתחזיות המודל, יש צורך לכייל אותו לתנאים המקומיים באמצעות מדידות במהלך עונת הגידול. בניגוד למדידות הרסניות קלאסיות, הדורשות משאבים רבים ושעולות להפריע למהלך הניסוי, צילום מולטי ספקטראלי באמצעות רחפן מאפשר את הדמיית השדה באופן לא הרסני וברזולוציה מרחבית ועיתית גבוהה במהלך העונה. מחקר זה מבקש לחקור את הפוטנציאל בשילוב בין פלטפורמת הרחפן לצילום מולטי ספקטראלי לשם שיפור כיוול מודל גידול, נושא שעליו הידע מצומצם מאד. עד כה במחקר נמצא קשר חזק ($r^2=0.946$) בין אינדקס DVI החושב מתמונות הספקטראליות במהלך העונה לבין הערכת המודל לתכולת החנקן בעלה במהלך העונה. בנוסף, בוצע ניתוח רגישות לבדיקת השפעת הפרמטרים השונים של סוג הגידול (cultivar) ושל הקרקע על תחזיות המודל. השלב הבא במחקר הוא כיוול המודל ואימותו באמצעות ניסוי עגבניות בגד"ש עמק החולה במהלך קיץ 2022.

יצרנות מספוא גס בתנאי יובש קשים בנגב: בחינה השוואתית של זנים מסורתיים של שעורה וחיטה

ראיד אלמחד^{1,2,3}, עוזי מועלם¹, רואי בן דוד¹, דויד בנופיל² כמאל נשאף¹

¹ מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
² מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי
³ אוניברסיטת בר אילן מדעי החיים במגמת ביולוגיה סביבתית

raedall@shaham.moag.gov.il

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 יצרנות גבוהה. פתרון נוסף אפשרי הינו בחינת 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 הינה 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 בחוות גילת 2020-21 (220 מ"מ גשם) הצביעו על יתרון לשעורה באון הצימוח מול חיטה. בנוסף התאפיינו זני השעורה בקמה נמוכה וזאת בהשוואה לזני החיטה המסורתיים. מאידך הסתעפות היתר בשעורה פיצתה על כך ורמת יבול ח"י בשלב חלב-דונג של זני השעורה היו דומים לחיטה. מבחינת יצרנות בתנאי יובש התבלטו הזנים המסורתיים בהשוואה לזנים המודרניים: הזן אל-עריש (0.68 ק"ג/מ"ר) והזן גאזה 0.5 (0.5 ק"ג/מ"ר) לשעורה וחיטה בהתאמה. מתוצאות ראשוניות של בדיקות איכות של החומר הצמחי בשלב חלב-דונג (נעכלות כללית בכרס, ADF ו-NDF) לא אותר הבדל מובהק בין קבוצת זני השעורה וקבוצת זני החיטה מה שתומך בהשערת המחקר כי באזורי גידול יובשניים שעורה יכולה להוות תחליף מספוא דגן חורפי לחיטה. נתוני האיכות המלאים מנותחים בימים אלו ויאפשרו לנו להציג פרופיל מלא של איכות המספוא הגס של הקווים שגודלו בתנאי שדה בשנה הראשונה. בשנת הניסוי השנייה (2021-22) המשכנו בבחינה חצי-מסחרית של שבעה קווים מצטיינים (זן מכל סוג דגן) במטרה מתוכם יבחרו שני זנים מצטיינים ביבול ואיכות הסיב תחת תנאי יובש. בעונה הבאה (2022-2023) ייזרעו הזנים המצטיינים בשדה מסחרי גדול והחומר הצמחי ישמש לניסוי הזנה בצאן בנגב.

השפעת יחסי אמון מכלל החנקן הכללי בשילוב מעכב ניטריפיקציה על התפתחות יבול ואיכות הפרי של זני תות- שדה

שי אסף^{1,2}, גיא תמיר¹, שחר ברעם³ וניר דאי¹

¹המכון למדעי הצמח, מכון וולקני
²המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות מזון
וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים ³המכון
למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני
(shaiassafi@gmail.com)

בעשורים האחרונים הולכת וגדלה המודעות לצורך ליעל את השימוש בדשן חנקני במטרה למנוע פגיעה במקורות המים. גידול התות שדה בישראל מתרחש ברובו בחורף על גבי קרקעות חוליות, אשר רגישות לדליפת חנקן מתחת לבית השורשים, ולזיהום מי תהום. קיימת אי הסכמה בדבר צורן החנקן [אמון (NH_4^+) וחנקה (NO_3^-)] העדיף בדישון צמחי תות השדה. השערת המחקר היא שדישון של תות שדה בדשן שברובו אמוניקלי בתוספת של מעכב ניטריפיקציה תוביל להפחתה בשיעורי שטיפת החנקה ולשיפור בצימוח וביבול. מטרת המחקר היא לבחון את ההשפעה של יחס גבוה של חנקן אמוניקלי מכלל החנקן הכללי בשילוב עם מעכב ניטריפיקציה על התפתחות, יבול ואיכות הפרי בזני תות-שדה. ארבעה זנים נבחרים של צמחי תות השדה נשתלו על גבי שלוש גדודיות של קרקע חולית, במבנה מקורה, במכון וולקני. נבחנים שלושה טיפולי דישון, עם ריכוז חנקן זהה: (א) 100% חנקה, (ב) 30% חנקה + 70% חנקן אמוניקלי עם DMPP (מעכב ניטריפיקציה), (ג) 70% חנקה + 70% חנקן אמוניקלי ללא DMPP. ריכוז ה-DMPP מכלל האמון הכללי נקבע על 2% בהתבסס על בחינה מוקדמת. טיפולי החנקן כמו גם יתר יסודות ההזנה מיושמים באמצעות מערכת טפטוף בשיטת התמיסות הסופיות. במהלך המחקר נבחנים מדדים קרקעיים, שכוללים איפיון כימי של תמיסת הקרקע בעומקים של 20 ו-40 ס"מ, ומדדים צמחיים, שכוללים: ריכוזי כלורופיל ויסודות הזנה בעלים ובפירות. כמו כן, נאספים מדדי יבול שכוללים: יבול ומספר פירות לצמח שעל פיהם נקבע משקל פרי ממוצע. בכל אחת משלושת הגדודיות מיושם טיפול דישון אחד על כל הזנים. כל נבחן בשלוש חזרות באקראי, כשכל חזרה חולקה ל-2 תתי חזרות הכוללות כ-10 צמחים. תוצאות ראשוניות מצביעות על כך שריכוז האמון בתמיסת הקרקע בטיפול בתוספת מעכב גבוה בהשוואה לשני הטיפולים האחרים. כמו כן, נכון לאמצע עונת ההנבה, היבול ומספר הפירות המצטברים גבוהים בחלק מהזנים בטיפול האמון בהשוואה לטיפול החנקה. בימים אלה אנו ממשיכים לאסוף את הנתונים.

Spectral estimation of nitrogen content in in-vivo sesame leaves using regression techniques

Maitreya Mohan Sahoo^{1, 2}, Rom Tarshish¹, Yaniv Tubul¹ and Ittai Herrmann¹

¹The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem

²Centre of Studies in Resources Engineering, Indian Institute of Technology Bombay

(maitreyaiitb@gmail.com)

Spectral estimation of plant traits offers potential to succeed in situ field measurements by providing an instantaneous measure of it. Compared to multispectral data, the hyperspectral data has the ability to predict traits more accurately by providing more information with an increased dimensionality. In this work, we present some of the spectral techniques used to regressively estimate the nitrogen (N) content (% out of dry matter) in the sesame (*Sesamum indicum*) leaves. It provides a non-destructive estimation technique for the N content estimation in leaves that can be used to set N fertilization rate. The spectral features learned and the N content prediction ability of the implemented techniques were compared. Conventional linear regression for N content estimation did not provide desirable results because of inherent detector noise and non-linearity acquired during spectral measurement that can affect the original signal space. We therefore adopted regression modelling based on feature transformed space derived both linearly and nonlinearly. An emphasis was given on two performance metrics- coefficient of determination (R^2) and root mean squared error (RMSE) for comparing different models' prediction ability. The independent validation analysis on 40 samples resulted in $R^2=0.94$ and $RMSE=0.31\%$ out of dry matter. The spectral features learned by these models through their associated weightage further provided scientific evidence by matching the results with available literature. Remote sensing estimation of leaf N content is more successful because of a considerable variation in concentration and inherent spectral absorption features at the near infrared (NIR) and shortwave infrared (SWIR) regions. With an increased

number of samples, it is expected that their predictive ability would even further increase.

Effects of Heat and Gibberellin on Potato Phenology and Tuber Yield

Samuel Dotse Nomo^{1,2}, Aeden Shlebe¹, Shimon Rachmilevitch²
and Akiva Shalit-Kaneh¹

¹Agricultural Research Organization, Gilat Research Center

²Ben-Gurion University of the Negev

(nomosam@post.bgu.ac.il)

Climate change is driving higher temperatures and is having a major impact on agriculture. Most cultivated crops are at a threat to productivity not only due to rising temperatures but also to the interaction of temperature with additional parameters such as day length. Potato is the fourth largest consumed crop globally and the rising frequency of heat waves is rapidly affecting plant phenology and tuber yield. Higher temperatures and long photoperiod orient the sink to source balance of potato in support of aerial growth. This leads to reduction in tuber initiation and growth and is dependent on elevated gibberellin (GA) levels. This result can also be achieved by exogenous application of GA .

A breakthrough in Potato tuber initiation and growth research has revealed that the *Solanum tuberosum* SELF PRUNNING 6A (StSP6A) protein serves as a tuberization signal that is synthesized in the leaf and transported to stolon tips to initiate tuber formation. Therefore, the interactions of gibberellin, heat and StSP6A levels play a major role in regulating potato tuberization. StSP6A is regulated by multiple pathways and in wild potato species, forming tubers only in short days (SD), it is repressed in long days (LD) by the photoperiodic pathway. Potato domestication weakened the photoperiodic negative regulation of StSP6A allowing tuber formation in LD, still modern cultivars perform better in SD. GA levels are lower in stolon tips of SD grown plants versus LD allowing StSP6A to induce tuberization more easily. One gene that StSP6A activates is StGA2ox, a GA degrading enzyme. In heat conditions StSP6A mRNAs are reduced by small RNAs and GA levels have been shown to rise .

Knowledge of GA effects on potato phenology have long been known and have been tested as an agricultural practice to control the tuber to canopy balance and reduce tuber size for an optimal intermediate planting size when growing for 'Seed tubers'. Additionally the GA inhibitor Paclobutrazol (PBZ) has also been

used in agriculture. PBZ reduces GA levels and tip the tuber to canopy balance in favor of the tubers. Tuber initiation is early and tuber growth is faster. These findings have led researchers to suggest PBZ as a means to regulate tuber growth in warm climates which inhibit tuber formation and growth.

In this study we utilize GA₃ and PBZ in an agricultural field setting to probe the effects of GA levels to regulate tuber size and growth rate and analyze underlying molecular actors driving these changes. Additionally in the greenhouse we begin to assess the effects of a heat wave on potato phenology and the possible relief which can be attained.

Finally we present an attempt to shorten the potato growth cycle by sequential application of GA₃ and PBZ. Shortening the growth period of a crop can help avoid end of season high temperatures and decrease agricultural inputs such as water, pesticides and fertilizer. The Shalit-Kaneh lab has previously shown, as in earlier published studies, that early foliar application of GA₃ increases the number of small sized tubers early in the season. We hypothesize that timely application of PBZ to GA₃ treated plants will drive early uniform tuber filling.

Dissecting Cytonuclear Diversity Underlying Pleiotropic Effects on Circadian Clock and Yield Plasticity in Barley

Schewach Bodenheimer^{1,2}, Eyal Fridman¹

¹ Plant Sciences Institute, Volcani Center

²The Robert H. Smith Institute of Plant Sciences and Genetics in Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem

[\(schewach.bodenheimer@mail.huji.ac.il\)](mailto:schewach.bodenheimer@mail.huji.ac.il)

Barley (*Hordeum vulgare*) is the world's fourth most widely produced cereal, used mainly in the beverage and feed industries. The Fertile Crescent is thought to be the main geographic origin of domestication, which began with the wild relative *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. Previous studies with cultivated barley have identified numerous genetic polymorphisms that enabled the crop to adapt to different geographical areas characterized by growing seasons of different day lengths. These polymorphisms were mainly found in barley homologs of Arabidopsis circadian clock genes such as *CONSTANS*, *ELF3*, and *FLOWERING LOCUS T*, with flowering time being the most important adaptive trait associated with the identified genetic differences. However, recent evidence collected in our laboratory using a high throughput phenomics platform suggests that nuclear loci are only partially responsible for regulating the barley circadian clock output. Through analysis of reciprocal crosses between different wild barley accessions, we identified the plasmotype (i.e., chloroplastic and mitochondrial genomes) as another important factor in the variation of circadian clock output parameters. To further investigate this phenomenon, we developed the barley Cytonuclear Multi-Parent Population (CMPP) utilizing the cultivated 'Noga' variety and ten wild barley accessions as donors. The crossing scheme used to develop this population resulted in half of the population carrying the cultivated plasmotype, while the other half carries the plasmotype of the wild parent, without any difference in nuclear genome structure between the subpopulations. The phenotypic data from this population acquired by our phenomics platform, together with a genome-wide genotyping obtained with genotyping-by-sequencing (GBS), will allow us to apply several mapping approaches to identify QTL involved in interactions between the nuclear genome and the

plasmotype (G X G), modulating the circadian clock output. These identified QTL will then provide the starting point for molecular analysis of the cytonuclear interaction in barley and its adaptive significance.

אפיון המנגנונים המטבוליים המשתתפים ביצירת רקמת פרידרם בקליפת הפרי בזני פלפל

אופיר מרינוב^{1,2}, יקטרינה מנשרובה¹, שאול בורדמן² וחגי כהן¹

¹המחלקה לגדיש וירקות - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, בית דגן ;
²המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים
(ofir.marinov@mail.huji.ac.il)

קליפת הפרי משמשת כחוצץ בין רקמות הפרי הבשרניות לסביבה החיצונית וממלאת תפקידים חשובים בוויסות חילוף גזים, מומסים ומים. בנוסף, הקליפה משמשת כקו ההגנה הראשון כנגד חדירה והתבססות של גורמי מחלה. לאור תפקידי מפתח אלו, התפתחות לקויה של קליפת הפרי מלווה לרוב בירידה משמעותית בערכו הכלכלי והחקלאי של הפרי, ובעלת השפעה דרמטית על התפתחותו. קליפת הפרי מורכבת משכבה של קוטיקולה הבנויה מהפולימר קוטיין, אך במקרים בהם הקליפה נפגעת כתוצאה מתהלכים אנדוגניים-התפתחותיים או מפגיעה מכנית, נוצרת רקמת פרידרם שתפקידה לאטום את הקרע שנוצר ולמנוע את התייבשות הפרי וחשיפתו לחדירת גורמי מחלה. לרוב, רקמה זו בנויה מתאים שעברו הרבצה של הפולימרים הארומטיים סוברין (שעם) וליגנין, ולכן יש לה השפעה על ההרכב הכימי, הפיזיולוגיה, הקשיחות והאלסטיות של קליפת הפרי. פרי הפלפל (*Capsicum annuum* L.) השייך למשפחת הסולנניים, הוא גידול בעל חשיבות חקלאית אדירה. אולם, המנגנונים המולקולריים והמטאבוליים המשתתפים ביצירת רקמת פרידרם בקליפת פרי הפלפל לא ידועים, וכן האם מנגנונים אלו זהים לאלו המשתתפים ביצירת רקמת פרידרם במיני פירות בשרניים אחרים. במסגרת פרויקט מחקר זה בחרנו לעבוד על שני זני פלפל ציילי, הזן "NuMex Garnet" המאופיין בקליפה חלקה והזן "Vezena Slatka" המאופיין בקליפה בעלת רקמת פרידרם. על ידי שימוש במיקרוסקופיה מתקדמת משולבת צביעות היסטוכימיות ופלוואורסצנטיות אפיינו את פני השטח והראנו כי שכבת הפרידרם עשויה מתאים הצוברים קוטיין וסוברין יאופיין על ידי כרומוטוגרפיה גזית משולבת ספקטרוסקופיית מאסות (Gas Chromatography-Mass Spectrometry). על מנת לאמוד את המנגנונים המולקולריים המשתתפים ביצירת שכבת הפרידרם ולבודד חלבונים הממלאים תפקידי מפתח בתהליכים אלו, נבצע אנליזת פרוטאומיקה של קליפת שני הזנים. ממצאי המחקר יספקו מידע חשוב בדבר המנגנונים המטאבוליים המשתתפים ביצירת קליפת הפרי בזני פלפל.

פיתוח פלטפורמה לאיסוף נתונים צמחיים מרחוק ויישומה כחלק מנסיון האצת תהליכי טיפוח וניטור גידולים חקלאיים

אורי חרש¹, רועי שדה¹, רואי בן-דוד², צבי פלג¹ ואיתי הרמני¹
¹ הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה
העברית,

²מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי
(ori.harash@mail.huji.ac.il)

כדי להבטיח ביטחון תזונתי לאוכלוסית העולם ההולכת וגדלה תחת השינויים האקלימיים העכשוויים והצפויים, יש צורך לשפר וליעל את שיטות הטיפוח והגידול החקלאי המסחרי. היכולת לנטר, לאסוף ולשייך מידע בעל חשיבות אגרונומית לתאי שטח קטנים בשדה תאפשר שיפור יעילות השימוש בתשומות חקלאיות והגדלת התוצרת. כמו כן, יכולת זו תאפשר ליעל את הסלקציה של קווי טיפוח. במסגרת עבודה זו יעשה נסיון בקנה מידה קטן ליישם מערכת איסוף נתונים ניידת בשדה על בסיס ה-WheatMax, אוסף מגוון של זנים קווי טיפוח וזנים של חיתת לחם (*Triticum aestivum*) (n=300) תחת תנאי עקת יובש טרמינלית וללמוד את יישמותה למהלך הטיפוח. מטרת המחקר הן פיתוח וייצור מערכת המאפשרת הסעת חיישנים האוספים נתונים ספקטראליים מהצמחים וכן ניטור נתונים מטאורולוגיים ובחינת השימוש בנתונים אלו לניטור הצמחים לאורך העונה על בסיס הערכת תכונות צמח שונות. בעזרת נתונים אלו נוכל לאפיין בצורה איכותית יותר את מנגנוני ההתמודדות של קווים שונים עם עקת יובש ובכך ליצור כלי סלקציה בהדירות גבוהה לטיפוח. בנוסף, עבודה זו תמש כמקרה בוחן בקנה מידה קטן אשר ידגים את פוטנציאל השימוש בו בשדות בקנה מידה מסחרי. בראיה לטווח ארוך, רתימת ציוד זה לפעולות אגרוטכניות המתרחשות ממילא במהלך הגידול החקלאי (ריסוס, דישון וכו'...) על גבי טרקטורים וציוד חקלאי שונה יאפשרו לחקלאי ניתור מתמיד של הצמחים ותנאי הסביבה ברזולוציה מרחבית גבוהה אשר יוביל לקבלת החלטות מושכלת ואיכותית יותר, תלוי יכולת יישום.

פיתוח מודל למידת מכונה המבוסס על מידע מולטי-מודאלי להערכת תכונות צמחי חיטה תחת השפעות אקלימיות

אלכסנדר פיבצ'נקו^{1,2}, רועי שדה¹, רואי בן דוד³, צבי פלג¹, פאדי קיזל²
ואיתי הרמן¹

¹ הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה
העברית

² הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה

³ מנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני, ראשון לציון

alexander.pivchenko@mail.huji.ac.il

חיטה (*Triticum* sp.) היא אחד מהגידולים החשובים בעולם. לאור ההיקף הגדול של יצור החיטה, חשיבותה לביטחון התזונתי ותנדטיות האקלים, נוצר צורך בטיפוח מהיר של זני חיטה חדשים שיעמדו באתגרים ששינויי האקלים מעמידים בפנינו. כיום ניתן לאסוף כמויות אדירות של מידע במגוון כלים ויש צורך לפתח יכולות עיבוד המשלבות נתונים ממגוון מקורות. לאחרונה אנו עדים לעלייה בהיקף המחקר העוסק בלמידת מכונה בתחומים השונים של החקלאות אך הפרטנציאל בתחום עדין רחוק ממיצוי. מטרת המחקר היא לפתח כלי לעיבוד מידע ממגוון מקורות לצורך הערכת תכונות צמחי חיטה. במחקר זה הנמצא בתחילת דרכו, אנו מציעים שילוב של הדמיות שנאספו בסיוע רחפנים יחד עם מדדים סביבתיים שיעובדו בעזרת מודלים חדישים של למידת מוכנה על מנת לשפר יכולת הערכת תכונות צמח הקיימת היום בכל אחד מהכלים בנפרד. המידע נאסף בניסוי שהועמד תחת מערכת אל-מטר הנמצא בחוות הפקולטה לחקלאות ברחובות ונועד לבחון את התגובה לתנאי מחסור במים בחיטה. אוסף רחב של כ-300 קווי חיטה, הכולל זנים מסחריים וקווי טיפוח (WheatMAX panel) נבחן תחת תנאי השקיה מיטביים ועקת מים טרמינלית. איסוף הנתונים נעשה לאורך עונת הגידול מהאוויר באמצעות רחפנים הנושאים מצלמות היפרספקטרלית ושלושה ערוצים בתחום הנראה. כמו כן מתבצעת על הקרקע מדידת תכונות צמח מורפו-פיזיולוגיות ונצברים נתוני אקלים. הנתונים כולם מצטברים למאגר מולטי-מודאלי שהנתונים בו יעובדו בכלים של לימוד מכונה. כך ניתן יהיה להעלות את איכות החיזוי ולשפר את תהליך הטיפוח של זני חיטה חדשים המותאמים לאקלים החזוי באזורנו.

שימוש בריסוס סיליקון לשיפור סבילות לחום בעגבניות

גבריאלה היינט¹, ורבקה אלבאום¹

¹מכון סמית למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, האוניברסיטה העברית
בירושלים

gabriela.haint@mail.huji.ac.il

טמפרטורות קיצון פוגעות בחנטת עגבניות על ידי פגיעה במיזוזה והתפתחות האבקה, התארכות עמוד העלי מעבר לקונוס האבקנים, ופגיעה בנביטה והתפתחות האבקה על הצלקת. פגיעה בחנטה משבשת את אספקת העגבניות בסתיו וגורמת לאיבוד יבול המגיע לעשרות אחוזים. ייבוא של עגבניות מספרד וירדן פוגע בחקלאים המקומיים ומסכן בהכנסת מזיקים ומחלות חדשים. ההצעה לפתרון בעיה זו היא ריסוס צמחי העגבניה בתמיסת סיליקה או חלקיקי סיליקה. טיפול סיליקה בעגבניה מגביר סבילות למחלות, חוסר איזון הורמונלי וחיי מדף, מעלה מנגנונים נוגדי חימצון ומשפר את התמודדות הצמחים עם עקת חום. נמצא כי בעגבניה אין ספיגה של חומצה סליצית דרך השורשים ולכן, על מנת להגדיל את ריכוז הסיליקה בצמחי עגבניה נערוך ניסויים בריסוס. במחקר זה נבחר זן עגבניה הרגיש לחום ונגדל אותו בעציצים בפיטוטרון תחת תנאי טמפרטורה אופטימליים וחמים. כאשר הצמחים יגיעו לשלב הפריחה נטפל בריסוס של תמיסת סיליקט הנתרן או חלקיקי סיליקה, חומרים המורשים לשימוש אותם ניתן לרסס על הצמחים. טיפולים ראשונים בתמיסת סיליקט הנתרן הראו חדירה של המינרל לעלה ויצירת שערות סיליקה בשוליו. במידה ותוצאות המחקר חיוביות יהיה ניתן לפתח לפיהן המלצות לטיפול בעגבניות.

התפקיד ההגנתי של רקמת פרידרם בקליפת זני פרי המלפפון במניעת חדירת פטריית העובש האפור

גל נומברג^{1,2}, יקטרינה מנשרובה¹, עודד ירדן² וחגי כהן¹

¹ המחלקה לגדיש וירקות - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

² המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים
(gal.nomberg@mail.huji.ac.il)

במהלך התפתחות הפרי וגדילתו מופעלים לחצים על קליפת הפרי, דבר שעלול להוביל להיווצרות קרעים בקליפה ובשכבת הקוטיקולה. ניתן להבחין בתופעה כזו במיני דלועיים כגון מלפפון ומלון המייצרים רקמת פרידרם, המורכבת מהפולימרים הליפוליים והארומטיים סוברין (שעם) וליגנין, שמטרתה לאטום קרעים אלו ולמנוע איבוד מים וחשיפתו של הפרי לחדירה של גורמי מחלה. אולם, אין מידע רב אודות ההיבט ההגנתי של רקמת הפרידרם במניעת חדירה והתבססות של פטריות פתוגניות. במסגרת פרויקט מחקר זה אפיינו את התפקיד ההגנתי של רקמת הפרידרם בקליפת זני פרי המלפפון במניעת חדירת הפטרייה הנקרוטרופית *Botrytis cinerea* הגורמת למחלת העובש האפור. פטרייה זו מפרישה אנזימים הידרוליטיים המשתתפים בפירוק שכבת הקוטיקולה ודפנות התאים, המאפשרים לה לחדור ישירות דרך הקליפה לתוך רקמות הפרי הבשרניות. בחרנו לעבוד עם זן מלפפון בעל קליפה חלקה המאופיין בשכבת קוטיקולה (*Cucumis sativus*) ובזן מלפפון בעל קליפה מרושתת ושכבת פרידרם עבה (*Cucumis sativus* var. *sikkimensis*). אנליזות מיקרוסקופיות ומטאבוליות הצביעו כי שכבת הפרידרם בזן המרושתת עשויה מתאים שעברו הרבצה של סוברין וליגנין. מבחני אילוח עם פטריית העובש האפור בפירות שני הזנים הראו כי הפטרייה הצליחה לחדור את קליפת המלפפון ולאחז אותו לחלוטין, אך כשלה לעשות זאת במלפפון המרושתת. תצפיות אלו מרמזות כי אופי הקליפה משפיע משמעותית על יכולת החדירה של הפטרייה. על מנת לפענח כיצד פני השטח השונים של הפרי משפיעים על מנגנוני החדירה והאילוח של הפטרייה, נבצע אנליזות ביטוי גנים של הפטרייה בשלבים שונים של ההדבקה. בנוסף, נשתמש במיקרוסקופיה וכרומטוגרפיה גזית משולבת ספקטרוסקופיית מאסות (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) לבחינת השפעת המורפולוגיה השונה של פני השטח והכימיה שלה על הפטרייה, בהתאמה. הממצאים שנקבל יתרמו להבנת המנגנונים המשתתפים בעת האינטראקציה שבין פטריית העובש האפור לפני שטח שונים בקליפת הפרי, ולתפקיד ההגנתי של רקמת הפרידרם בפירות בשרניים במניעת חדירה של גורמי מחלה. הבנת התהליכים יכולה לסייע במאמצי הטיפול

ופיתוח אמצעים להקטנת הנזקים של פטריות פתוגניות על פירות
מלפפונים (ואחרים) במהלך הגידול ולאחר הקטיף.

פיתוח מדדים ועקומי מטרה מרחביים ועיתיים להגברת הרגישות של מדדי צמחיה ספקטראליים מבוססי לוויין לעקת מים בשדות תירס

יונתן גולדווסר^{1,2}, יפית כהן¹, ויקטור אלחנתי¹, איתן גולדשטיין¹, אשר לוי¹, אהליאב קיסר¹, גיא לידור¹, איתמר נדב³, עמי גיפס³.

¹מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי
²הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה
העברית

³חברת נטפים

yonatangoldwasser@gmail.com

ההתחממות הגלובלית ושינויי האקלים גורמים למים להשקיה להיות משאב מוגבל ולכן נחוצים יישומים לשפר את יעילות השימוש במים והיצרנות שלהם. כיום ניהול ההשקיה בשדות גד"ש מתבסס על התאדות מחושבת ממשוואת פנמן מונטית' (ETc) ומקדמי גידול (Kc), ברוב המקרים עובדים עם מקדמי גידול קלנדריים מקומיים או לפי מקדמי הגידול של FAO – 56. מודלים המסתמכים על שימוש במדדי צימוח ספקטראליים (SVI – indices vegetation Spectral) המחולצים מנתוני חישה מרחוק הפכו אמינים להערכת מקדם גידול בזמן אמת. מודלים אלו מדויקים יותר בהערכת דרישות המים של הצמח בזמן אמת אבל אינם מתאימים למצב המים בצמח או לזיהוי עקה. מטרת המחקר היא למנף מידע מנתוני חישה מרחוק לווייניים על מנת לפתח עקומי מטרה התפתחותיים (TDCs) לזיהוי מצב מים לא מאוזן בצמח. השלב הראשון להשגת מטרה זו הוא להגביר את הרגישות של מדדי הצמחיה הספקטראליים מבוססי הלוויין לעקת מים. ההשערה של המחקר הייתה שרגישות גבוהה יותר תושג ע"י שילוב של מדדים ספקטראליים, מרחביים ועיתיים מדימותי לוויין מולטי-ספקטראליים (מ"ס). נאסף סט נתונים משדות תירס בישראל משנת 2019. מחד נאספו נתונים משקיים מהחקלאים כמו יבול וכמויות השקיה, כאשר השדות סווגו לרמות יבול נמוך, בינוני וגבוה. מאידך, חושבו סדרות זמן של מדדי צמחיה ספקטראליים, מרחביים, עיתיים ושילוביהם מבוססי לוויין Sentinel-2 זאת כדי לזהות מדדים בעלי רגישות גבוהה לעקת מים שהשפיעה על היבול בשלבי הגידול השונים. סדרות זמן ספקטראליות של ממוצע NDVI שחושבו ל- 28 שדות משנת 2019 המחולקים לפי רמות יבול הראו תוצאות התואמות בד"כ את ההשערות. קבוצת היבול הנמוך הראתה ערכים נמוכים לעומת קבוצת היבול הגבוה. עם זאת, ההבדלים בין הקבוצות היו נמוכים יחסית (18%) והם נצפו כ- 30 יום לאחר זריעה וללא הבדלים בשלב שיא הגידול (כ-60 יום לאחר זריעה). המדד המרחבי ספקטראלי של NDVI כלומר סדרות הזמן של סטיות התקן הראו גם-כן הבדלים צפויים כאשר קבוצת היבול הנמוכה הייתה בעלת ערכים גבוהים יותר. למדד סטיות התקן היה היתרון על פני הממוצע הספקטראלי שכן ההבדלים היחסיים

בין רמות היבול היו גבוהים יותר (50%) כ-20 יום לאחר זריעה, אך גם במקרה הזה לא נצפה הבדל בשלב שיא הגידול. כאשר המדד עיתי הוסף, כלומר חישוב השטח מתחת לעקום סטיות התקן של NDVI, התקבל שיפור בהבדלים בין קבוצות היבול ואף נמצא הבדל בשלב שיא הגידול. תוצאות דומות התקבלו עם מדדים ספקטראליים אחרים ולכן על בסיס התוצאות מצאנו כי לשילוב של מדדים ספקטראליים, מרחביים ועיתיים מנתוני לוויין מ"ס רגישות גבוהה יותר לעקה ויכולה להיות להם תרומה משמעותית לבניית עקומי מטרה ובאיתור מוקדם של העקה כשעוד ניתן לבצע שינויים למזעור הנזק כאשר מהם ייוצרו עקומי מטרה. נתונים דומים מהשנים 2018-2021 מנותחים בימים אלו אשר יסיעו ביצירת עקומי המטרה.

העלאת היבול של הפלפל החורפי באמצעות תאורת לד תוך- נופית בתנאי גידול פסיביים

סמדר גרינשטיין^{1,2}, יצחק קמארה¹, ויוקאנאנד טיווארי¹, זיוה גלעד³,

מאיר אחיעם³, יצחק אסקירה⁴, דנה חרובי¹

¹המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי

²הפקולטה למדעי החקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית

³מו"פ בקעת הירדן

⁴מכללת תל חי

(smadar6594@gmail.com)

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 גדל בערוגות של דו-שורה בהדליה ספרדית, כאשר רוב העונה הנוף הפנימי בין השורות סובל ממחסור באור. דרך חדשנית לתגבור התאורה מתבססת על לדים של *light-emitting diodes (LEDs)*, אשר, הודות לפליטת החום היחסית נמוכה שלהם ניתן למקם אותם ישירות בתוך נופם של צמחים. במחקר זה אנו בוחנים ולומדים את השימוש בתאורת לדים תוך-נופית לצורך הגדלת היבול האביבי של הפלפל (גידול חורפי) במנהרות פסיביות בבקעת הירדן. בעונות הקודמות נבחנו תאורת לדים בהרכבים ספקטראליים שונים, בשני זני פלפל, מוצרי תאורה שונים, ותאורה בזמנים שונים במהלך היממה. נמצא כי תוספת תאורה של אור לבן קר (כתאורה בשעות היום או בשולי היום) מובילה לתוספת יבול של כ- 30% באביב. על מנת לייעל את יישומה של תוספת התאורה, בעונה 2020-2021 נבחנו שלושה משטרי תאורה שונים במהלך העונה: (1) מתחילת נובמבר ועד סוף הניסוי באמצע מאי, (2) מתחילת נובמבר ועד סוף פברואר, ו- (3) מינואר ועד אמצע מאי. נמצא כי רק הפעלה של התאורה לאורך כל העונה (טיפול 1) אפשרה קבלה של תוספת יבול בדומה לעונות הקודמות. בנוסף, ראינו כי תוספת היבול בטיפול זה נבדלה בין צמחים במפנה המזרחי בהשוואה לצמחים במפנה המערבי של אותן ערוגות. תוספת היבול במפנה המערבי הייתה גדולה יותר מהמפנה המזרחי, ואופיינה על ידי תוספת של פירות. מאידך, במפנה המזרחי, הפירות היו גדולים יותר באביב. בעונה הנוכחית, אנו בוחנים את יישומה של תוספת תאורה (של חברת Bioled) עם אור לבן קר בשעות היום מול שעות הלילה. אנו מאפיינים את השפעתם של שני יישומי התאורה על הפעילות הפוטוסינתטית של הנוף הפנימי בשעות היום והלילה. בנוסף, אנו לומדים על משך גדילת והבשלת הפרי ואוספים את נתוני היבול בשני המפנים השונים, בצמחים עם תוספת תאורה בהשוואה לחלקות ביקורת ללא תאורה. לתוצאותינו השלכות חשובות בהקשר לשימוש בתאורה תוך-נופית בתנאים פסיביים בחורף, ולייעולה כפוטנציאל יישומי להגדלת יבולים בתנאי גידול משתנים.

The response of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars to different fertilizer regimes

Zirimwabagabo Aphrodis^{1,2}, Eshel Amram¹, Ohad Nir¹, Pivonia Shimon²

¹ Molecular Biology & Ecology of Plants, Faculty of Life Sciences, Tel Aviv University

²Central and Northern Arava Research and Development Center
(amrame@tauex.tau.ac.il)

Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most popular and favorite vegetable crops cultivated in both, green house and net house in the Arava in the fall and winter. Nitrogen is known to be the most important nutrient affecting flower development and fruit yield in pepper. However other nutrients in addition to abiotic factors like irrigation water salinity and heat stress were observed to be associated with lower fruit load, poor fruit development, yield and fruit quality of pepper by playing a key role in the plant development process and/or interfering with nitrogen uptakes and hence, can lead to the “gap period” in pepper growing season. The overall objective of this study is to develop technical approaches based on growing conditions, nutrients management and cultivar’s traits that will enhance an extended pepper growing season in the Arava. This Study is performed in the Northern and Central Arava R&D-Yair experimental station (30°46’45.3” N; 35°14’31.1” E), where two sweet red bell pepper (*Capsicum annuum*, L.) cultivars, Canon 7158 (Zeraim Gedera, Syngenta) and Galiano (Top seeds international) were planted in a greenhouse, in the growing season 2021/2022. Four fertilizer regimes were applied to the two pepper cultivars designated: A= No Fertilizer for 30 days, B= No fertilizer for 60 days, C= Continuous fertigation, and D = Automated fertigation by soil nitrogen sensors. Preliminary results have shown a significant response of plant height, stem diameter, and Leaf petiole nitrate content to the applied fertilizer regimes. Leaf lamina nutrients content, fruit set, yield and fruit quality parameters were also measured and recorded, and their response will be evaluated over the growing season.

Differential composition of epicuticular waxes in wild and domesticated barley affects leaf physiology and plant-herbivore interactions

Sutanni Sarkar^{1,2}, Ekaterina Manasherova¹, Maggie Levy² and Hagai Cohen¹

¹ Agricultural Research Organization (ARO), Volcani Center, Israel.

² Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem (sutanni.sarkar@mail.huji.ac.il),

Barley (*Hordeum* sp.) is an important agricultural cereal crop. However, due to extensive breeding domesticated cultivars are characterized with altered physiology and partial/complete loss of stress tolerance. Herein, we investigated whether differential compositions of epicuticular waxes (EW) in wild and domesticated barely affect leaf physiology and interactions with herbivores. Metabolite profiling of the two cultivars for their EW compositions via Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GS-MS) revealed that wild barley leaves accumulate ~33% more waxes compared to leaves of the domesticated cultivar, as also inferred by Scanning Electron Microscopy (SEM) of leaf surfaces. It seems that the higher wax loads detected in wild barley are attributed to higher levels of primary alcohols, the predominant wax constituents of barely leaves. EW are known to minimize water loss through transpiration, yet measurements suggested that wild barley transpire at higher rates, likely as its leaves are ~20% more densely covered by stomata. Photosynthetic evaluations performed by LICOR indicated that domesticated barley exhibit higher rates of carbon assimilation and stomatal conductance in response to increased light intensities. Finally, barley EW were previously suggested as important determinants of plant-herbivore interactions, and thus, we fed tobacco cutworm (*Spodoptera litura*) larva with leaves belonging to the two cultivars. These demonstrated that ~42% more surface areas of domesticated leaves were eaten compared to wild leaves, suggesting that higher EW loads and density apparently interfere with the feeding process of larva. Altogether, our findings provide insight to the importance of EW in leaf physiology and interactions with the environment.