



האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות
Israel Society of Crop and Vegetable Sciences

בשיתוף:

הקרן ע"ש מירימ ופרופ' רפאל פרנקל
והעמותה לפיתוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו

הכנס השישי של האגודה המדעית
הישראלית לגידולי שדה וירקות

חוברת תקצירים



רחובות, 14-15 פברואר 2023
הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, רחובות
האוניברסיטה העברית בירושלים

תודה לנותני החסות

- כימיכלים לישראל (כיל)
- הקרן ע"ש מרים ופרופ' רפאל פרנקל (ע"ר)
- ארגון עובדי הפלחה
- ארגון מגדלי ירקות
- המועצה לייצור ושיווק כותנה
- המועצה לייצור ולשיווק של אגוזי אדמה
- התאחדות הארגונים הכלכליים הקיבוציים
- נטפים
- הזרע 39
- דשן גת
- זרעי דליה
- אגרידרה



הכנס השישי של האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות

הועדה המדעית:

צבי פלג – יו"ר
שלי גנץ
מיכל ליברמן לזרוביץ
ליאור רובינוביץ
איתי הרמן

הועדה המארגנת:

רואי בן-דוד – יו"ר
חגי יסעור
חגי כהן
רועי שדה
איה רפאל
ינון שחם
מירי אטיאס
צליל שץ

ועדת השיפוט:

רן חובב – יו"ר
אמנון כוכבי
אלכסנדרה קרן
עקיבא שליט-קנה
שמואל גלילי

ועד האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות - 2022

ועד מורחב:

דיוויד לוי
חגי כהן
ינון שחם
שמשון עומר
אלי אהרון
דורון אליהו
עמיר דגן
אורי אדלר
יואב גולן
דניאל ביקל
צליל שץ
ליאור גבר
רועי שדה
איה רפאל
צליל שץ

ועד מנהל:

רואי בן-דוד – יו"ר
רן חובב – ס. יו"ר
איתי הרמן
יקטרינה מנשרובה – גזברית
רועי שדה – מזכיר
שרה אדום – רישום ומינהל
יהושע סרנגה
שחל עבו
צבי פלג
אריה בוסק

תכנית הכנס

יום ג', 14 פברואר 2023

מושב פתיחה

8:30-8:50

ד"ר רואי בן דוד פתיחת הכנס, יו"ר האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות
ד"ר שמואל אסולין: ברכת מינהל המחקר החקלאי
פרופ' ז'וזה גרינצוויג: ברכת סגן דיקן הפקולטה לחקלאות
מר. דיויד לוי ברכת ארגון עובדי הפלחה

הרצאת פתיחה, רואי בן דוד

8:50-9:20

8:50-9:20 אדוארדו בלומולד פיתוח גידולי דגניים המקבעים חנקן

9:20-10:10 מושב ראשון - הערכות ודרכי התמודדות עם שינויי אקלים

אודי שטרובך, גדעון טופורוב

9:20-9:40 **צבי פלג** בחזרה לשורשים: גמישות פנוטיפית לצמצום השפעת שינויי אקלים על יכולי החיטה
9:40-9:55 **יוגב בורקו** אינטראקציה בין אותות סביבתיים והשפעתם על גדילה והתפתחות צמחים
9:55-10:10 **עומר קפילוטו** פיתוח מודל חיזוי תלוי טמפרטורה לנביטת זרעים והנצת קנה שורש של המין הפולש סולנום זיתני



10:35-11:40 מושב ראשון - הערכות ודרכי התמודדות עם שינויי אקלים - המשך

10:35-10:55 **עמיר גבעתי** השפעות שינויי האקלים על חקלאות ישראל
10:55-11:10 **חגי יסעור** מעורבות ציטוקינין והאינטראקציה עם אוקסין במהלך התפתחות אברי הפרח הזכריים בעגבנייה בתנאי עקת טמפרטורה
11:10-11:25 **ראיד אלמהדי** יצרנות מספוא גס בתנאי יובש קשים בנגב: בחינה השוואתית של זנים מסורתיים של חיטה ושעורה
11:25-11:40 **דוד בונפיל** שינויי אקלים וחיטה כשרה לפסח - "הלכה למעשה"

11:40-12:10 פוסטר בדקה, צבי פלג

אנה ברוק (פוסטר #14)
פאולה טפר-במנולקר (פוסטר #11)
אלכסנדרה קרן קייסרמן (פוסטר #1)
פטריסיה אימס (פוסטר #13)
Srinivas Kunta (פוסטר #7)
Nomo Dotse Samuel (פוסטר #3)
Bernard Ng'eno (פוסטר #1)
Gulab Chand Arya (פוסטר #2)
Schewach Bodenheimer (פוסטר #15)
יותם מנחם (פוסטר #6)
שקד פניני (פוסטר #9)

12:10-13:30 ארוחת צהרים והצגת פוסטרים

13:30-14:10 מושב שני - הדרכה חקלאית: רגליים במחקר עם הפנים לחקלאי

יחיאל שטיינמן, שמשון עומר

14:10-16:05 מושב שלישי - התמודדות עם עקות ביוטיות וא-ביוטיות והשילוב ביניהם

חגי יסעור, מרי דפני ילין

14:10-14:30 מיכל ליברמן-לזרוביץ השפעת מתילציה של DNA על עמידות לחום בעגבניה	14:30-14:50 אופיר דגני
יחסי גומלין בין <i>Magnaporthe oryzae</i> ו- <i>Macrophomina phaseolina</i> והשפעתם על מחלות התייבשות בתירס ובכותנה	14:50-15:05 מופק אבדאח
הפחתת הנזק מפסילת הגזר באמצעות חומרים שזוהו בגזר בר	15:05-15:20 חגי כהן
התפקיד ההגנתי של רקמת פרידרם בקליפת זני פרי המלפפון במניעת חדירת פטריית העובש האפור	15:20-15:35 חגי רענן
השפעת עקת מים וטמפרטורה על התפרצות מקרופומינה בגידולי כותנה רגישים	15:35-15:50 עמית רז מגיד
השפעת וירוסים על איכות ועמידות ירקות דלועים באחסון	15:50-16:05 יקטרינה מנשרובה
בחירת השונות המטאבולית בשעוות אפי-קוטיקולריות בעלים של זני שעורת בר לעומת זנים מבויתים, והשפעתה על אינטראקציות עם הסביבה	



16:35-18:15 מושב רביעי - אגרו-אינפורמטיקה, מידול ופנומיקה להתמודדות עם אתגרי המחר

יפית כהן, רן לאטי

חושו אחים ואחיות חושו - חישה ספקטרלית בגד"ש	16:35-16:55 איתי הרמן
שימוש בגישות לימוד מכונה לנתוני שדות: ממצאים, אתגרים והמציאות	16:55-17:15 גלעד רביד
זיהוי מוקדם של פטריה <i>Macrophomina phaseolina</i> בצמחי כותנה מהזן פימה באמצעות מדידות ספקטרליות וצילומי רחפן	17:15-17:30 אנה ברוק
שילוב יישומי חישה מרחוק ומידע גנומי לאפיון ומיפוי תגובת חיסול לחם לעקת יובש תחת אקלים משתנה	17:30-17:45 רועי שדה
איתור הגורמים המשקיים אשר בעלי השפעה על יעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות גישת אקואינפורמטיקה	17:45-18:00 שלומי אהרון
זריעת דגן מוקדמת למניעת סחף כבול- מקרה בוחן ליישום חישה מרחוק ומקרוב	18:00-18:15 און רבינוביץ' ואלי ארגמן

18:20-19:30 ערב חגיגי: זיו קורן "מסביב לעולם- צילום פורץ גבולות"

19:30-20:00 ארוחת ערב חגיגית

יום ד', 15 בפברואר 2023

8:30-10:20 מושב המישי – כיוונים חדשים בגנטיקה והשבחה

שחל עבו, שריאל היבנר

שילוב מושכל של טכנולוגיות חדשות בתהליך הטיפוח; האמנם "ישן מפני חדש תוצאו?"	8:30-8:50 יוני אלקינד
כוחו של המגוון: תשתית מרובת הורים ופאן-גנום למחקר גנטי וגנומי של תכונות עם חשיבות חקלאית במלון	8:50-9:10 עמית גור
שילוב של מבחני אסוציאציה וחיזוי גנומי לבחינה גנטית של תכונות פנוטיפיות ורכיבי יכול בשומשום	9:10-9:25 עידן סבאג
בחינת QTL אפיסטטי עבור הטרזיס של יכול בעגבניות לתעשייה	9:25-9:40 שי תורג'מן
השבחה תות-שדה במכון וולקני	9:40-9:55 ניר דאי
החיטה המסורתית בישראל, תשתית גנטית חדשה למחקר וטיפוח	9:55-10:10 סיוון פרנקין



10:40-12:00 מושב שישי - גידולים חדשים ומתחדשים

אביב אשר, עינב מייזליש-גתי

קנאביס – קודם כל צמח, אח"כ כל השאר	10:40-11:00 סלעית לזר
קינואה כגידול חדש רב תכליתי בישראל	11:00-11:20 ליאור רובינוביץ' ואביב אשר
חיטים עטויות – גידול חדש ישן והתאמה אגרוטכנית לגידול בישראל	11:20-11:35 אביה פדידה-מאירס
השפעת דישון בחנקן על ההרכב הכימי של הזרעים בשני מיני קצח	11:35-11:50 טל בוחניק
השפעת מועד זריעת צמחי האם על נביטה של זרעי קינואה	11:50-12:05 שמואל גלילי
	12:05-12:20 ישיבת ועד האגודה

12:00-13:00 ארוחת צהרים והצגת פוסטרים

13:00-14:25 מושב שביעי - ממשקי גידול לקידום חקלאות בת קיימא

גיל אשל, אורן שלף

חנקן בחקלאות - מה למדנו מהמהפכה הירוקה ולאן פנינו	13:00-13:20 שחר ברעם
גיבוש ממשק לניהול עשבים וצמחים פולשים בסביבה חקלאית-נחלית	13:20-13:40 מאור מצרפי
אגרופורסטרי ים-תיכוני - שילוב של גידולי שדה ומטע	13:40-13:55 אייל בן שמחון
השפעת צפיפות הזריעה וגודל הצמח של גידולי שדה על ייצור חומר יבש	13:55-14:10 שמוליק פרידמן
דישון עלוותי של זרחן מוצק: בחינת מנגנונים כימיים, פיזיולוגיים ומיקרוביאליים על פני שטח העלה המאפשרים קליטת זרחן דרך העלים	14:10-14:25 אלנתן גולן

14:25-15:45 מושב שמיני - חקלאות מדייקת

טריין פז כגן, אנה ברוק

השקיה מדייקת בתירס וכותנה: גישות ומקורות נתונים לאזורי ממשק והשוואה להשקיה אחידה	14:25-14:45 יפית כהן
רובטיקה בשירות חקלאות מדייקת	14:45-15:05 אביטל בכר
שילוב נתונים מטאורולוגיים וספקטראליים להערכת תכונות פיזיולוגיות בחמצה בתנאי שדה	15:05-15:20 עומר פרה
ניתוח צילומי לוויין לזיהוי שונות בחלקה ללא עלות	15:20-15:35 הראל גרינבלט
קביעת מינרלים בצמח בשיטות ספקטראליות ככלי לקידום מערכת מתקדמת לקביעת מימשק דישון בגידולים חקלאיים	15:35-15:50 אורי ירמיהו



16:10-17:10 מושב תשיעי - מהשדה לצלחת: שולחן עגול חברות אגרו-טק - אקדמיה

אולגה טרנופולסקי ולאה רוסוף

רון ברוכי, Agmatix

נדב רותם, Arugga AI Farming

עדו שוורץ, Weedout

עידו בראב, Agroscout

גלעד מרק Verticalfield

17:10-17:30 דברי סיכום רואי בן דוד, יו"ר האגודה

טקס חלוקת תעודות ע"ש מרים ופרופ' רפי פרנקל לסטודנטים.ות שהציגו

הרצאה או פוסטר מצטיינים

נעילת הכנס

רשימת פוסטרים

1. Bernard Ng'eno¹ Evaluating The Effects Of Environmental Conditions And Biotic Factors On Antimicrobial Activity Of Algal Biocontrol Agent
2. Gulab Chand Arya Manipulating the structural and biochemical traits of the tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit skin as a strategy to improve fruit quality
3. Nomo Dotse Samuel Effects of Gibberellin and Paclobutrazol on Potato Phenology and Tuber Yield
4. אלכסנדר פיבצ'נקו פיתוח מודל למידת מכונה המבוסס על מידע מולטי-מודאלי להערכת תכונות התאמת החיטה לשינויי אקלים
5. גבריאלה היינט שימוש בריסוס סיליקון לשיפור סבילות לחום בעגבניות
6. יותם מנחם פיתוח אבטיפוס של מערכת חיזוי יכול חיטה עונתי לישראל בעתות של שינויי אקלים
7. סריניבאס קונטה Genetic dissection of the maturity trait reveals a significant flowering pattern effect in peanut
9. שקד פניני בחינת ההשפעה של אתר גנומי המבקר את יחסי הגומלין בין מועד הפריחה לרכיבי יכול בשומשום תחת מועדי זריעה שונים
10. נועה קירבי שונות גנטית בהתפתחות והיסטולוגיה של שורשי טף והשלכותיה על רביצה
11. פאולה טפר במנולקר הפעלת מסלול חלופי למטבוליזם של סוכרוז מובילה לעמידות מוגברת לעקות אביוטיות בצמח תפוח אדמה
12. אלכסנדרה קרן קייסרמן גנים ממשפחת CLASS-II KNOX אחראים לוויסות התקדמות ההבשלה בין רקמות הפרי בעגבנייה.
13. פטריסיה אימס דשני פוספט ממוחזרים מזרמי פסולת אורגנית לייצור מזון בר קיימא יותר
14. אנה ברוק מפת עשבייה בחיטה לצמצום שימוש בקוטלי עשבים
15. Schewach Bodenheimer Dissecting Cytonuclear Diversity Underlying Pleiotropic Effects on Circadian Robustness and Yield Traits in Barley

הרצאת פתיחה

פיתוח גידולי דגניים המקבעים פחמן

Engineering Biological Nitrogen Fixation in Cereals

Eduardo Blumwald

University of California, Davis, USA.

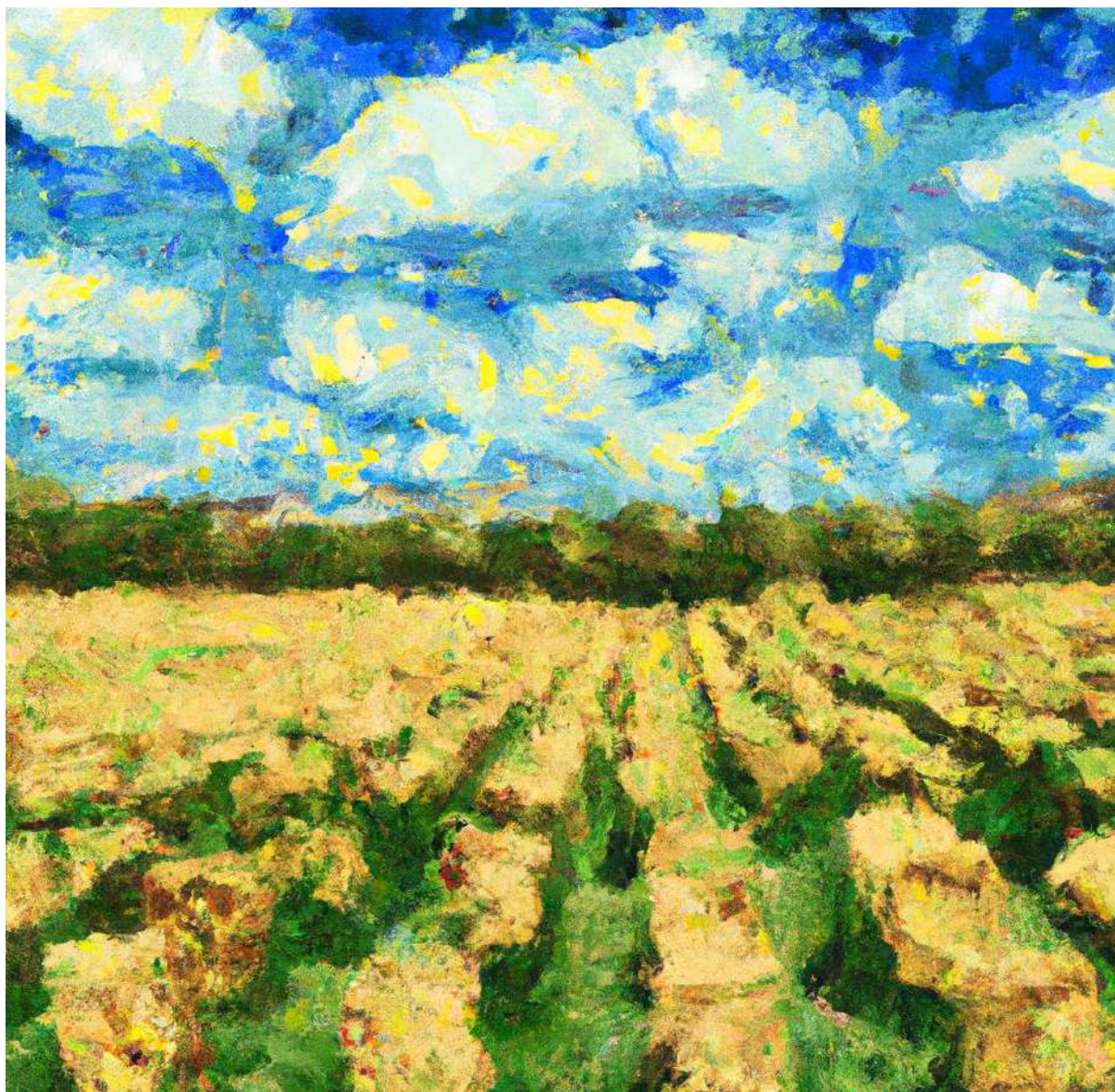
eblumwald@ucdavis.edu

Nitrogen is essential for plant growth. Plants cannot directly assimilate the abundant nitrogen gas available in our atmosphere; instead, they rely on the uptake of inorganic forms of nitrogen. Approximately, half of the N fertilizer used in agriculture is lost through volatilization into the atmosphere, increasing the N₂O concentrations in the atmosphere, contributing to greenhouse gas emissions and global warming. N fertilizers also leach from the soil profile to underground water systems, contributing to the eutrophication of water bodies. Nitrate contamination of public water resources has significantly increased with the use of N fertilizers and may pose serious health challenges to the general population .

There is a growing need to develop sustainable alternative agricultural practices that reduce the extensive use of inorganic nitrogen fertilizers and improving Biological Nitrogen Fixation (BNF) in cereal crops is a long-sought objective, however no successful modification of cereal crops showing increased BNF has been reported. Here, we described a novel approach in which rice and wheat plants were genetically modified to increase the production of compounds that stimulated biofilm formation in soil diazotrophic bacteria, improving BNF with increased grain yield at limiting soil nitrogen contents. We first used a chemical screening to identify plant-produced compounds that induced biofilm formation in nitrogen-fixing bacteria and demonstrated that some flavones induced BNF. We then used CRISPR-based gene editing targeting pathways for flavones breakdown in cereals, increasing the flavone plant contents and root exudation. When grown at limiting soil nitrogen conditions, modified rice plants displayed increased grain yield. Biofilm production also modified the root microbiome structure, favoring the enrichment of diazotrophic bacteria recruitment. Our results support the manipulation of plant biosynthetic pathways as a feasible strategy for the induction of biological nitrogen fixation in cereals and a reduction in the use of inorganic nitrogen fertilizers

מושב ראשון – הערכות ודרכי התמודדות עם שינויי אקלים

אודי שטרנברג, גזעון טופורוב



מושב ראשון – הרצאה 1

בחזרה לשורשים: גמישות פנוטיפית לצמצום השפעת שינויי אקלים על יבולי החיטה

צבי פלג

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

zvi.peleg@mail.huji.ac.il

חיטה היא מהגידולים החקלאיים החשובים ביותר בעולם מבחינת שטחי מזרע וכמקור מזון וחלבון, עם מעל 770 מיליון טון של גרעינים מיוצרים מידי שנה בעולם. החיטה מהווה את הגידול המרכזי של השטחים הפתוחים בישראל ומדי שנה נזרעים בה כמיליון דונם. גידול החיטה בארץ חשוף למזג האוויר תנודתי (גלי חום וכמויות משקעים נמוכות ולא סדירות) אשר משפיע על יבול הגרגרים ואיכותו. למרות החשיבות העצומה של מערכת השורשים והאינטראקציה שלה עם הקרקע, לכושר הייצור של גידולים, הם לא היוו מטרה לטיפול עד השנים האחרונות, ורוב הטיפול התרכז בחלק העל קרקעי של הצמח. תכונות שורש קשורות קשר הדוק למנגנוני הסתגלות לשינויי אקלים, אך השונות הגנטית העומדת בבסיס התכונות הללו נותרה בלתי מנוצלת, למרות שיש להן פוטנציאל אדיר לשפר את היבולים. שיפור הפירוס המרחבי של השורשים ובמיוחד הגעה לשכבות הקרקע העמוקות היא חיונית במיוחד באקלים ים תיכוני, המאופיין בעקה טרמינלית בסוף עונת הגידול. במחקר זה נבחן הפוטנציאל של שימוש באללים מחיטת הבר כמקור גנטי מבטיח לשיפור ארכיטקטורת השורש תחת תנאי עקת יובש טרמינלית. בחינה של קו מחדר של חיטת דורום על מקטע גנומי מחיטת הבר (IL20) לצד קו ההורה (Svevo) שגודלו בתנאים מבוקרים זמינות מים משתנה, חשפה שקו המחדר הגדיל את מערכת השורשים בתגובה ליובש ובעקבות כך, שמר על קצב צימוח וחילופי גזים גבוהים. תחת עקה טרמינלית, הקו IL20 הגיע לעומק יותר משמעותי (2 מטר), מה שמצביע על יכולת משופרת לקלוט מים מעומק הקרקע. בחינה בשדה של שני קווים אלו ע"י שימוש במערכת חדשנים מבוססת על מיפוי ההתנגדות החשמלית, חשף שבעוד שתחת תנאי השקיה מיטביים שני הקווים לא נבדלו, תחת עקה טרמינלית IL20 הראה יתרון מובהק מבחינת קליטת המים בעומק. בחינה של החלק העל קרקעי הראתה בהתאמה שהקו IL20 מראה תחת עקה טרמינלית פוטנציאל מים יותר נמוך (יותר מים בעלה). ובהתאמה מצליח לשמור על פיוניות פתוחות תחת עקה. יתרה מזאת, התרומה של קליטת מים יותר טובה מעומק הקרקע התבטאה ביעילות פוטוסינתטית מוגברת של IL20. היתרון המשמעותי של הקו IL20 בארכיטקטורת שורשים עמוקה יותר ויכולת לקלוט מים שארייתים מעומק הקרקע תרמה להגדלת קיבוע הפחמן ובסופו של הניסוי ליבול גרעינים גבוה בצורה מובהקת לעומת הקו Svevo. תוצאות המחקר מדגישות את הפוטנציאל הרב בהשבת אללים ש"נשכחו מאחור" מחיטת הבר לחיטה התרבותית לצורך טיפוח והתאמה לתנאי אקלים משתנים.

מושב ראשון – הרצאה 2

אינטראקציה בין אותות סביבתיים והשפעתם על גדילה והתפתחות צמחים

יוגב בורקו

המכון למדעי הצמח, המחלקה לגידולי שדה וירקות מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני.

yogevb@volcani.agri.gov.il

גודלם וצורתם של איברי הצמח משתנים במהלך התפתחותו וכמו כן גם כתוצאה מחשיפה לעקות ביוטיות ואביוטיות. לדוגמא, קצב התארכות הגבעול עולה משמעותית כתגובה לעליה בטמפרטורה כמו גם כתגובה להצללה מצמחים שכנים. התגובה לעקות אלו מבטיחה את "צינון" הצמח על ידי הגדלת זרימת האוויר בין העלים במקרה של התגובה לחום או לחילופין מבטיחה חשיפה לאור השמש בעת הצללה על ידי צמחים שכנים. בשנים האחרונות נמצא שבמרכז שתי התגובות, חום והצללה, פועלים חלבוני שעתוק ממשפחת ה- PHYTOCHROME-INTERACTING FACTOR (PIF) וההורמון הצמחי אוקסין. מאחר וכל אחת משתי התגובות מובילות להתארכות זהה של הגבעול ושתייהן מבוקרות על ידי חלבוני PIF - והאוקסין בצורה זהה, שאלנו כיצד יגיבו צמחי אראבידופסיס וצמחי עגבנייה כאשר נחשוף אותם לשתי העקות בו זמנית, מצב המחקר בצורה טובה יותר את תנאי השדה.

אפיינו את התהליכים המולקולריים העומדים בבסיס התגובה המשולבת לחום וצל והרחבנו את הידע של תהליך קבלת ההחלטות באורגניזם ללא מערכת עצבים מרכזית. תוצאות ניסוי זה הראו שהצללת הצמח בשילוב עם עליה בטמפרטורה הובילו לתגובה סינרגיסטית, המאופיינת בהתארכות מהירה אף יותר מהתגובה לכל עקה בנפרד. בנוסף, אנחנו מציעים על נוכחותו של פקטור, בלתי מזוהה עדיין, המבקר את גדילת הצמח בתגובה לחום ופועל במורד הזרם ל-PIF ואוקסין באראבידופסיס אך במקביל אליהם בעגבנייה. על ידי ממצאי מחקר זה נוכל בעתיד לעדן את תגובת הצמח לעליה בטמפרטורות ולהצללה מצמחים שכנים בתנאי שדה וכתוצאה מכך להגדיל את היכול ליחידת שטח בגידולי עגבניות בפרט וגידולים אחרים בכלל.

מושב ראשון – הרצאה 3

פיתוח מודל חיזוי תלוי טמפרטורה לנביטת זרעים והנצת קנה שורש של המין הפולש סולנום זיתני

עומר קפילוטו^{1,2}, חנן איזנברג¹, רן לאטי^{1,2}

¹המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות ע"ש רוברט ה. סמית, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.
²היחידה לחקר עשבים ופיתולוגיה, מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי.

omerki4@gmail.com

שינויי האקלים, ההתחממות הגלובלית והרגולציה המחמירה להגבלת השימוש בק"ע גורמים להשפעות על המערכות החקלאיות והמגוון הביולוגי הכוללות התפשטות של מינים פולשים. סולנום זיתני, ס"ז, (*Solanum eleagnifolium*), הינו מין עשבוני רב שנתי הנחשב לעשב קשה הדברה מהבעייתים ביותר בעולם. מין זה גורם לנזקים כבדים בשדות בגד"ש, בפלחה, במטעים ובשטחי בור. מין זה מתרבה מינית באמצעות זרעים ו-ווגטיבית באמצעות קני שורש. האפשרויות הטכנולוגיות הקיימות היום הכוללות אמצעים לעיבוד מסת נתונים גדולה ולניתוחי הסתברות פותחת דלת לשימוש בנתונים אמפיריים כבסיס לפיתוח מודלי חיזוי. פערי הידע אודות הקשר בין תנאי סביבה ובפרט הטמפרטורה לנביטה מזרעים והנצה מקני שורש של ס"ז הינו מועט. מטרת המחקר הייתה פיתוח מודל חיזוי תלוי טמפרטורה לנביטה והנצה של ס"ז מזרעים וקני שורש. מודל חיזוי לנביטה התבסס על שלוש אוכלוסיות מאזורים שונים בארץ עם תנאי אקלים מגוונים (כפר בלום, נווה יער ואורים). הזרעים הונבטו בשבעה משטרי טמפ' 2/8, 7/13, 12/18, 17/23, 22/28, 27/33, ו-32/38 °C. מספר הזרעים שנבטו, היומי והמצטבר היה בסיס לפיתוח המודל. מודל חיזוי להנצה התבסס על אוכלוסייה אחת מנווה יער שנאספה ונחתכה לארבעה אורכים שונים של קנה שורש 2.5, 5, 7.5 ו-10 ס"מ. מקטעי קני השורש הונחו בשבעה משטרי טמפ' קבועים 15, 20, 25, 30, 35 ו-40 °C. מספר ההנצות היומי והמצטבר מכל מקטע היה בסיס לפיתוח המודל. עבור כל מודל בוצע ניתוח Time to Event לבחינת השונות בדפוסי הנביטה וההנצה, שיעור הנביטה וההנצה וקצב הנביטה וההנצה. שלבי הנביטה וההנצה תוארו באמצעות מודלים בעלי רגישות לטווחי טמפרטורת קיצון β function ו Triangle בהתאמה. מודלים אלה אפשרו להעריך את ערכי טמפרטורות הסף T_b , T_o , T_m של מין זה בשלב הנביטה: 10.8, 23.8 ו-35.9 °C ובשלב ההנצה: 9.2, 35.8 ו-41.1 °C. השימוש בערכים שחושבו מהמודל פתח צוהר לפיתוח מודל ימי מעלה אשר יאפשר בעתיד קבלת החלטות מושכלות.

מושב ראשון – הרצאה 4

השפעות שינויי האקלים על חקלאות ישראל

עמיר גבעתי

חברת אינוורומנג'ר

amir.g@enviromanage.co.il

לשינויי האקלים השפעה על כמעט כל תחומי החיים. סקטור החקלאות הינו רגיש במיוחד לשינויים בתנאי מזג האוויר. עבודה ראשונה מסוגה אשר מוביל משרד החקלאות מנסה לכמת את השפעות שינויי האקלים על תפוקת גידולים שונים בארץ ולהעריך את ההשפעות הכלכליות של השינויים הצפויים. העבודה עושה שימוש בכלים שונים כגון מודלים מטאורולוגיים, אקלימיים, אגרונומים וכלכליים. המודלים לקוחים בחשבון את תנאי האקלים החזויים בעשורים הקרובים עבור האזורים השונים בארץ, סוגי ותכונות הגידולים, תנאי ההשקיה וניהול וממשק הגידולים ומחשבים את ההשפעה הצפויה על תפוקת הגידולים בחלוקה גיאוגרפית, על ציר הזמן.

תוצאות העבודה מצביעות על קשרים חזקים וברורים בין התנאים המטאורולוגיים: טמפרטורות מינימום ומקסימום, התאדות ומשקעים, לבין תפוקת יבולי שדה: תפוחי אדמה, חיטה וגזר, באזורים כמו הנגב המערבי והעמקים הצפוניים בתקופה 2015-2021. בשנים בהן כמויות המשקעים היו נמוכות מהרגיל, הטמפרטורות גבוהות מהמוצע ובעיקר כאשר התפתחו גלי חום קיצוניים כבר בתחילת האביב, נרשמה ירידה חדה בתפוקת היבולים. תוצאות המודלים האקלימיים מראים על המשך מגמת התחממות והתייבשות: עלייה בתדירות גלי החום בשנים הקרובות, ירידה של כ-10% בכמויות המשקעים השנתיות וירידה חדה עוד יותר בכמויות בעונות המעבר בראשית וסוף החורף, עלייה של כ-5-10% בשיעורי ההתאדות ועלייה של יותר מ-10% בצריכת המים להשקיה. ניתוח תוצאות המודלים האגרונומיים מצביע על ירידה של בין 10-20% בתפוקת גידולי השדה ב-20-30% השנים הקרובות וירידה חדה עוד יותר בחצי השני של המאה ה-21. טווח התוצאות מצביע על כך שעקב התגברות אירועי הקיצון כגון גלי חום, צפוי גידול במספר ותדירות השנים בהן תפוקת הגידולים תיפגע עד לרמה של כ-70%. מסקנות העבודה יכולות לשמש את משרד החקלאות ואת חקלאי ישראל בתכנון ממשק החקלאות, התשומות, מועדי זריעה, קטיף וקציר ומיקום הגידולים בהתאם למגמות האקלימיות הנצפות.

מושב ראשון – הרצאה 5

מעורבות ציטוקינין והאינטראקציה עם אוקסין במהלך התפתחות אברי הפרח הזכריים בעגבנייה בתנאי עקת טמפרטורה

חגי יסעור

מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר, מנהל המחקר החקלאי.

hagai@agri.gov.il

להורמונים צמחיים תפקיד מפתח בבקרה על תהליכים פיזיולוגיים רפרודוקטיביים בצמחים. מטרת מחקר זה הינה לנסות ולהבין את התפקיד של ציטוקינין האינטראקציה עם אוקסין בתהליכי התפתחות אברי הפרח הזכריים (תאי האבקן והגמטות). במחקר 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 (UHPLC-ESI-MS/MS). בנוסף השתמשנו בצמחי עגבנייה שמבטאים סמני תגובה לציטוקינין (TCS::Neon-N7) ולאוקסין (PIAA::Scarlet-N7). ביטוי סמני התגובה בזמן ובמרחב נקבע באמצעות כלים מיקרוסקופיים (קונפוקלי וביניקולר פלורסנטי). ביטוי הגנים והפרופיל ההורמונלי של רקמות הפרח מצביעות על מארג מורכב הן בזמן והן במרחב בין ציטוקינין ואוקסין, 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), ובגרגרי האבקה. דינמיקת הביטוי של ההורמונים מצביעה על תפקידם החשוב בבקרה על גמטוגנזה. בנוסף הורמונים אלו מעורבים בהתפתחות רפרודוקטיבית בתנאי עקת טמפרטורה ואף עשויים לשפר עמידות כנגד עקה זו.

אנליזה של ביטויי הסמנים לתגובה להורמונים בצמחים שנחשפו לעקת טמפרטורה מראה שינויים דרמטיים בעוצמת הסיגנל לתגובה להורמונים אלו באברי הפרח השונים במהלך התפתחות ניצן הפרח. עקת טמפרטורה באברים הרפרודוקטיביים, גרמה לירידה בעוצמת הסיגנל לתגובה לציטוקינין ואוקסין באברי הפרח הזכריים (אבקנים, וגרגרי האבקה), באברים הנקביים (צלקת, ובביציות בתוך השחלה). 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.

מושב ראשון – הרצאה 6

יצרנות מספוא גס בתנאי יובש קשים בנגב: בחינה השוואתית של זנים מסורתיים של חיטה ושעורה

ראיד אלמחדי^{1,2}, דוד בונפיל³, כמאל נאשף¹, דוד מלדה¹, עוזי מועלם⁴ רואי בן דוד¹

¹המחלקה לגידול ירקות וגד"ש, מנהל המחקר החקלאי.

²המחלקה לצאן ובקר, שירותי הדרכה והמקצוע.

³תחנת נסיונות גילת, מנהל המחקר החקלאי.

⁴המחלקה המחלקה לחקר בקר וצאן, מנהל המחקר החקלאי.

Raedall@shaham.moag.gov.il

בישראל מגדלים כמיליון דונם חיטה, רובם בממשק פלחה. גידול זה מהווה את המקור המרכזי למספוא גס להזנת מעלי-גרה. בשנים האחרונות גידולי המספוא הגס נדחקים לקרקעות שוליות ולאזורי גידול יובשניים, דבר המקשה מאד על אספקת מספוא איכותי ויציב. שעורה שהיוותה עד אמצע המאה הקודמת גידול מספוא מרכזי בישראל נדחקה לחלוטין מהמזרע. בשני העשורים האחרונים היא מוצעת שוב כחלופה למספוא חיטה. 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 עשויים להיות בעלי התאמה ליצרנות מספוא 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. בניסוי שדה שנערך בגילת בעונת 2020-2021 (ממשק השקיית עזר סה"כ 220 מ"מ) הראו יתרון לשעורה מול חיטה באון הצימוח בשלבי הגידול הראשונים. בנוסף התאפיינו זני השעורה בהסתעפות יתר מה שפיצה על קמתם הנמוכה בהשוואה לזני החיטה המסורתיים ואפשר יכול ח"י (בשלב חלב-דונג) דומה לחיטה כולל בפרופיל האיכות (נעכלות דופן התא). על סמך יכול הח"י בעונה הראשונה נבחרו שני זנים מצטיינים מכל סוג דגן לבחינה נוספת בגילת תחת ממשק פלחה (170 מ"מ ללא השקית עזר), בחלקות גדולות (400 מ"ר, n=4). תחת תנאי יובש אלו השעורה הראתה יתרון מובהק ביכול ח"י בהשוואה לחיטה (+30%). באופן מעניין, בשני הגידולים הזן היצרני היה זן מסורתי: ניצנה (שעורה) 8238 (חיטה). בעונת 2022-23 מגודלים שני זנים אלו בשדה מסחרי בגילת (50 דונם לחלקה) ואלו יקצרו לניסוי הזנה השוואתי בטליות לבחינת ערכם התזונתי.

מושב ראשון – הרצאה 7

שינויי אקלים וחיטה כשרה לפסח - "הלכה למעשה"

דוד י. בונפיל, יסמין שמחון

מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי.

bonfil@volcani.agri.gov.il

החיטה המגודלת בישראל משמשת לאפיית לחם, ולאפיית מצות כשרות לפסח. אחת התופעות המתרחשת לעתים, ובמיוחד בשנים האחרונות, הינה אירוע גשם שלא בעיתו (מאוחר). לא ברור האם אירועי הגשם אלו יכולים להביא לידי החמצה והאם ניתן לאבחן זאת. מדי שנה נבחרים שדות לקציר חיטה עבור מצות, כאשר אין בידי הקוצרים אפשרות לדעת האם החיטה ראויה או פסולה, היות שהיא חמץ (או חשש חמץ). מטרת מחקר זה היא פיתוח שיטת זיהוי של גרגרים שהחמיצו. מטרת המחקר הראשית תושג ע"י שתי מטרות ביניים: 1- פיתוח כלי אבחון פשוט ומהיר לזיהוי גרגרים שספחו מים ואח"כ התייבשו; 2- זיהוי שינויים בגרגר שספח מים אשר יכולים להוות בסיס להחמצה. המחקר התבסס בעיקר על הדמית גשם והרטבת חיטה מזנים שונים בתנאי שדה לאחר הקציר של תתי החלקות הסמוכות אשר שימשו כהיקש יבש. ההרטבה, הן בהמטרה והן בהתזה גרמה לגרגרים להתנפח, להתרכך אך לא להיבקע, קל וחומר שלא לנבט. פותחו שתי אפשרויות לזיהוי גרגרים שהורטבו, הראשונה על בסיס סריקת NIR ומולטיפלקס במעבדה והשנייה מבוססת מדדים זמינים ופשוטים, משקל נפחי, ומשקל אלף.

להרטבה נמצאה השפעה מובהקת על המדדים הבאים, הפחתה: משקל נפחי, אלסטיות הבצק, ספיחת מים של הבצק; עליה: גודל החלקיקים של הקמח, Falling no. וחוזק הבצק. באיפיון גודל הגרגרים על בסיס צילום יש משתנים שעלו ויש שירדו. פיתוח כלי האבחון מאפשר בפעם הראשונה קבלת החלטה בלתי מוטה לקביעה האם הגרגרים הורטבו לאחר הבשלה לקציר אם לאו, בכך נפתחת הדרך לשמירת הפסח כהלכתו, ולקוצרים חיטה לאפיית מצות ל"שמור את המצות". יתר על כן, ממצאי המחקר מדגישים את הצורך בשינוי אופן החישוב שבה חיטה מתומחרת בשיווק רגיל עקב גשמים מאוחרים.

מושב שני – הדרכה חקלאית: רגליים במחקר עם הפנים לחקלאי

יחיאל שטיינמץ, שמשון עומר



מושב שלישי – התמודדות עם עקות ביוטית וא-ביוטית והשילוב ביניהם

חגי יסעור, מרי דפני ילין



מושב שלישי – הרצאה 1

השפעת מתילציה של DNA על עמידות לחום בעגבניה

גולן מילר, Pawan Kumar, Prashant Kumar Singh, עדי פייגנבוים, מיכל ליברמן-לזרוביץ'

המחלקה לחקר ירקות וגד"ש, המכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני.

michall@volcani.agri.gov.il

בשנים האחרונות נחשפה המעורבות של מנגנונים אפיגנטיים בתהליכי תגובה לעקות אביוטיות בצמחי מודל ויכול רבים. לכן, בנוסף על שונות גנטית, לאפיון ויצירה של שונות אפיגנטית פוטנציאל להעשיר את מאגר הכלים להתמודדות עם עקות אביוטיות. המעבדה שלנו מתמקדת באפיון התגובה ומנגנוני עמידות לעקת חום כרונית בצמחי עגבניה. במסגרת זו, מצאנו כי מוטנט אפיגנטי, המראה ירידה במתילציה של DNA, הינו טולרנטי לחום. משמע, בתנאי עקת חום מתונה כרונית, מוטנט זה מציג חנטה טובה יותר לעומת גנוטיפ הרקע האיזוגני. בנוסף, המוטנט שומר על רמת זרעים בחום בדומה לתנאי ביקורת. אנליזה טרנסקריפטומית העלתה כי ישנו פקטור שיעתוק הקשור בחום אשר ביטוי עולה במוטנט בתנאי ביקורת, ועובר הגברה בתנאי חום. בבחינה של אזור הפרומוטר של הגן מצאנו אזור שבו רמת מתילציה פחותה במוטנט לעומת קו הרקע. השערת העבודה לכן גורסת כי אובדן מתילציה של DNA באזור הפרומוטר גורמת לעלייה בביטוי של פקטור השיעתוק אשר מפעיל את מנגנון התגובה לחום במוטנט, ולכן הוא מתמודד טוב יותר עם תנאים של עקת חום. בימים אלו אנו מבצעים אנליזה פונקציונלית של הגן על מנת לבחון השערה זו.

מושב שלישי – הרצאה 2

יחסי גומלין בין *Magnaporthiopsis maydis* ו-*Macrophomina phaseolina* והשפעתם על מחלות התייבשות בתירס ובכותנה

אופיר דגני^{2,1}, שלומית דור^{2,1}, רוני כהן³, פז בכר^{2,1} ואסף גורדני^{2,1}

¹מיגל - מכון למחקר מדעי בגליל.

²המכללה האקדמית תל-חי.

³מנהל המחקר החקלאי, נווה יער, מרכז וולקני, משרד החקלאות.

d-ofir@migal.org.il

פטריית הקרקע *Magnaporthiopsis maydis* גורמת למחלת הנבילה המאוחרת בתירס המהווה גורם סיכון חמור בארץ ובעולם. בישראל, אזורים נגועים במחלה מאוכלסים גם בפתוגן מחלת ריקבון הפחם בכותנה *Macrophomina phaseolina* שמשתרר בקרקע אודות למחזורי גידול תירס-כותנה. כאן נלמדו קשרי הגומלין בין שני הפתוגנים והשפעתם על המחלה בגידולים אלו. במחקר בתנאי שדה שארך שתי עונות מלאות, נמצא שנוכחות הפטריות יחד גורמת לדיכוי הדדי, לשיפור משמעותי במדדי הגידול והיבולים ולירידה משמעותית של כל פתוגן בפונדקאי העיקרי שלו: של *M. maydis* בתירס ושל *M. phaseolina* בכותנה. תוצאה זו התקבלה בתנאי השקיה מיטביים, אולם השקיה על סף יובש הגבירה את חומרת המחלות. עבודת המשך בנבטי כותנה מלמדת על מורכבות היחסים.

הדבקת הקרקע שבועיים לפני הזריעה בכל פתוגן בנפרד או אילוח קרקע ב *M. phaseolina* - לפני *M. maydis* גרמה לעיכוב חזק (עד 65%) בהתפתחות נבטי כותנה והישרדותם, ולרמות DNA גבוהות של הפתוגנים בשורשי הצמחים. מנגד, הדבקה בו-זמנית בשני הפתוגנים או אילוח מקדים של הקרקע עם *M. maydis* הובילה לשני תרחישים שונים. בניסוי אחד פעל האחרון כאנדופיט מגן מפני ממחלת ריקבון הפחם וגרם למדדי צמיחה גבוהים ולהפחתה של פי 10 בכמות ה-DNA של *M. phaseolina*. מאידך בניסוי שני נחשף טבעו של *M. maydis* כמנצל הזדמנויות (אופורטוניסט) – כשהוסף בזריעה הוא היה אלים ופגע ב- 43%-69% בצמיחה ובהישרדות הנבטים. הממצאים מלמדים ששני הפתוגנים מגבילים זה את זה, ושתנאים המפרים שיווי משקל זה עלולים להוביל להתפרצות קשה יותר של מחלת הנבילה המאוחרת בתירס ושל מחלת ריקבון הפחם בכותנה. מעניין וחשוב יהיה לבחון בהמשך את מעורבותם האפשרית של גורמי מחלה אחרים ואת התגובה המשותפת של שני פתוגנים אלו לטיפול הדברה שונים.

מושב שלישי – הרצאה 3

הפחתת הנזק מפסילת הגזר באמצעות חומרים שזוהו בגזר בר

מופק אבדאח¹, ליאורה שאלתיאל-הרפז²

¹נווה יער.

²מו"פ צפון.

mwafaq@volcani.agri.gov.il

גזר קיפח הוא צמח בר שממנו פיתחו את הגזר התרבותי. גידול הגזר סובל ממזיקים ומחלות כגון צהבון 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 נזקיה 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. 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.

בבדיקת פרופילים מטבולומיים של החומרים הנדיפים הנפלטים מהעלים של זני גזר שונים תוך שימוש בשיטת SPME-GC-MS נימצא כי החומרים elemicin ו-sabinene ריכוזם עלה בזנים המועדפים ע"י הפסילה. כמו כן נמצא כי החומרים הנדיפים cymen-8-ol, myrcene-*p*, elemicin- β , ionone, myristicin ו-sabinene הנפלטים מזני הבר העמידים לפסילה. כאשר בדקנו באולפקטומטר את השפעת חומרים אלו על התנהגות פסילת הגזר נמצא שהפסילות נמשכות ל- cymen-8-ol-*p* ו-ionone- β . כאשר בדקנו בבית רשת ובשדה מסחרי של גזר, את השפעת ריסוס החומר sabinene על פסילת הגזר נמצא ש-sabinene פגע בהישרדותן של הבוגרים. תוצאות אלו נותנות פתח להמשך המחקר ביצירת זנים מסחריים עמידים לפסילת הגזר בעזרת הכלאות, ביצירת חומרי משיכה לפסילה לשימוש במלכודות וביצירת תכשירי הדברה חדשים ממקור טבעי.

מושב שלישי – הרצאה 4

התפקיד ההגנתי של רקמת פריזרם בקליפת זני פרי המלפפון במניעת חדירת

פטריית העובש האפור

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

¹המחלקה לגד"ש וירקות - המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.
²המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.

hagaic@volcani.agri.gov.il

במהלך התפתחות הפרי מופעלים לחצים על הקליפה, דבר שעלול להוביל להיווצרות קרעים בקליפה ובשכבת הקוטיקולה. ניתן להבחין בתופעה כזו במיני דלועיים כגון מלפפון ומלון המייצרים רקמת פריזרם, המורכבת מהפולימרים הארומטיים 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 הפריזרם במניעת חדירה והתבססות של פטריות פתוגניות. במחקר זה אפיינו את התפקיד ההגנתי של רקמת הפריזרם בקליפת זני פרי מלפפון במניעת חדירת הפטרייה הנקרופית *Botrytis cinerea* הגורמת למחלת העובש האפור. הפטרייה מפרישה אנזימים הידרוליטיים המשתתפים בפירוק שכבת הקוטיקולה ודפנות התאים המאפשרים לה לחדור דרך הקליפה לתוך רקמות הפרי הבשרניות. עבדנו עם זן מלפפון בעל קליפה חלקה בעל שכבת קוטיקולה רגילה (*Cucumis sativus*) וזן מלפפון בעל קליפה מרושתת ושכבת פריזרם עבה (*Cucumis sativus* var. *sikkimensis*).

אנליזות מיקרוסקופיות ומטאבוליות הצביעו כי שכבת הפריזרם 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 *sativus* ולאלח אותו לחלוטין, אך כשלה לעשות זאת במלפפון המרושתת, מה שמרמז כי אופי הקליפה משפיע משמעותית על יכולת החדירה של הפטרייה. אנליזת ביטוי גנים בפטרייה הצביעה על רמות שונות של ביטוי גנים המקודדים לקוטינאזות - אנזימים הידרוליטיים האחראים לפירוק פולימר הקוטין הבונה את קוטיקולת הפרי. הממצאים תורמים להבנת המנגנונים המשתתפים בעת האינטראקציה שבין פטריית העובש האפור לפני שטח שונים בקליפת הפרי, ולתפקיד ההגנתי של רקמת הפריזרם בפירות בשרניים במניעת חדירה של גורמי מחלה, מה שיוכל בעתיד לסייע במאמצי הטיפול ופיתוח אמצעים להקטנת הנזקים של פטריות פתוגניות.

מושב שלישי – הרצאה 5

השפעת עקת מים וטמפרטורה על התפרצות מקרופומינה בגידולי כותנה רגישים

חגי רענן¹, נועם עמיר²

¹המחלקה למחלות צמחים, מרכז מחקר גילת.
²מגדלי הדרום.

hagair@volcani.agri.gov.il

בשנים האחרונות ישנה עליה בנזקים הנגרמים מהתפרצותה מחלת רקבון הפחם (*Charcoal rot*) הגורמת לנבילה בכותנה ונגרמת ע"י הפטרייה *Macrophomina phaseolina* לה רגישים יותר זני הפימה שהיקף גידולם עולה. הדבקה הצמחים בפטרייה לא בהכרח גורמת להופעת תסמיני מחלה, והופעת המחלה תלויה בשינוי תנאי הסביבה כדוגמת טמפרטורה וזמינות מים הגורמים לצמח להיכנס לעקה. עם זאת עדיין לא ברור לחלוטין מה בדיוק גורם להתפרצות. ניסויי שדה קודמים הראו הפחתה של המחלה בעזרת השקיה נאותה. עם זאת מאחר והשקיה מוגברת יכולה גם לגרום לצימוח מוגבר על חשבון יצירת פרחים והלקטים יש צורך לדייק את ממשק ההשקיה כדי לאזן בין הגורמים.

חקלאים רבים נוטים "לזרוע ברטוב" על מנת לחסוך במים. פרקטיקה זו המנצלת את המים שנאגרו בקרקע במהלך עונת הגשמים מחייבת זריעה בטמפרטורות קרקע נמוכות יותר ולעיתים מחייבת העמקת הזריעה במספר סנטימטרים. בעקבות כך העלנו השערה שהזריעה ברטוב מחלישה את הצמחים ומגבירה את רגישותם להתקפה ע"י מקרופומינה. במחקר זה אנו בוחנים את הקשר בין עקת מים וטמפרטורות שונות להדבקה והתפרצות סימני מחלת ריקבון הפחם בתנאי חממה מבוקרת. בנוסף בחנו את השפעת מועד ועומק זריעה על עוצמת ההדבקה במקרופומינה במעבדה ובשדה. התוצאות הראשוניות שהושגו בשנה זו מצביעות על כך שדווקא טמפרטורה נמוכה בשלבי הגידול הראשוניים מגבירה את רגישות הצמחים להתפרצות ריקבון הפחם. ייתכן שזריעה מוקדמת ברטוב אינה פרקטיקה מייטבית וגורמת להתפרות המחלה. עם זאת מחקר נוסף דרוש על מנת לבסס טענה זו.

מושב שלישי – הרצאה 6

השפעת וירוסים על איכות ועמידות ירקות דלועים באחסון

עמית רז מגיד^{1,4}, נטע מור², אביב דומברובסקי³, כרמית זיו¹

¹המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מכון ולקני, ראשון לציון.

²אגף הירקות, שה"מ, בית דגן.

³המחלקה להגנת הצומח, מכון ולקני, ראשון לציון.

⁴המחלקה לאגרואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

amit.razmagid@gmail.com

מינים רבים ממשפחת הדלועים משמשים למאכל אדם, וכ-30 מינים נחשבים לחיוניים לכלכלת המזון העולמית. מלפפון (*Cucumis sativus*) נחשב לאחד מגידולי הירקות הפופולריים בעולם. הירק נצרך בצורתו הלא בשלה ולכן הוא יותר פגיע לעקות ביוטיות (פטירות וחידקים) וא-ביוטיות (אחסון בקור). דלעת טריפולי היא זן מקומי של מין הדלעות *Cucurbita moschata*. הדלעות נמצאות באחסון לאחר הקטיף לתקופה ממושכת שבין 10 ל-12 חודשים. בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית באובדן היבול במהלך האחסון של דלעות גדולות מזן טריפולי, עד כדי 50% פחת, כתוצאה מרקבונות והתמוטטות הפירות.

וירוסים של צמחים הוכחו כמשפיעים על תהליכים פיזיולוגיים בצמח, משפיעים על בריאותו, על הנראות שלו ועל היבול בגידולים חקלאיים. יחד עם זאת, עבור גידולים חקלאיים רבים לא הרבה ידוע בנושא השפעת הווירוסים על פירות וירקות באחסון. נגיף נימור ומוזאיקה ירוקה של המלפפון (*cucumber green mottle mosaic virus*) (CGMMV) שייך לסוג של ה-*Tobamovirus* גורם לנזקים גדולים בגידול מלפפון, מלון, אבטיח ודלועיים נוספים. על מנת לחקור את השפעת הווירוס על מלפפונים באחסון, ביצענו ניסויי אחסון מבוקרים בהם השווינו פירות מלפפון נגועים ב-CGMMV לפירות ללא נגיעות בוירוס. פירות נגועים בוירוס לא נבדלו ויזואלית מפירות בריאים ביום הקטיף אולם היו רגישים יותר לריקבון העובש האפור (*Botrytis cinerea*) ולעקת קור באחסון. ממצאים אלו מדגימים כי הדבקה ב-CGMMV מגבירה את רגישות הפרי לעקות ביוטיות וא-ביוטיות לאחר הקטיף. בנוסף, תוצאות ראשוניות הצביעו על נגיעות בוירוסים, שמועברים ע"י כנימות-עש-טבק, כגורם המגביר את רגישות פרי הדלעת לריקבון פטרייתי באחסון. סקר וירוסים אשר מיפה נוכחות וירוסים בפירות מאזורים שונים בארץ, הדגים מתאם גבוה בין נגיעות הפרי בוירוסים לבין ריקבון ע"י פוזריום, ופגיעה בחיי המדף של הדלעות. למיטב ידיעתנו, אין עבודות קודמות בנושא השפעת וירוסים על איכות הפרי באחסון, ואנו מאמינים שהעמקת ההבנה בנושא תסייע לפתח כלים לשימור איכות התוצרת החקלאית באחסון, ובכך תסייע במאבק העולמי במניעת איבוד מזון.

מושב שלישי – הרצאה 7

בחינת השונות המטאבולית בשעוות אפי-קוטיקולריות בעלים של זני שעורת בר לעומת זנים מבויתים, והשפעתה על אינטראקציות עם הסביבה

סוטני סארקר^{1,2}, קטרינה מנשרובה¹, חגי כהן¹

¹המחלקה לגד"ש וירקות, מכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני.
²המחלקה למחלות צמחים ומיקרוביולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים.

ekaterina@volcani.agri.gov.il

שעורה נחשבת לאחד מגידולי הדגן העתיקים ביותר וביתה לפני כ-8000 שנה באזור הסהר הפורה. אספקטים שונים של תהליכי הביות בזני שעורה נבחנו עד כה, אולם אין מידע בדבר ההשפעה של הביות על המסלולים המטאבוליים של ייצור הקוטיקולה ושעוות אפי-קוטיקולריות בעלים של שעורה. במסגרת מחקר זה ערכנו אפיון השוואתי של הרכב הקוטיקולה ושעוות בעלים של זני שעורת בר וזנים מבויתים, תוך שימוש בכלים מעולם המיקרוסקופיה והכימיה האנליטית. הממצאים מצביעים על הבדלים פנוטיפיים משמעותיים במורפולוגיה של הצמח השלם והעלים של זן הבר לעומת הזן המבוית. בנוסף, ראינו כי עלי שעורה בר מכוסים בצפיפות רבה יותר של שעוות אפי-קוטיקולריות והם בעלי הרכב שונה של שעוות מקבוצות ביוכימיות שונות, אך שכבת הקוטיקולה בעלים שני הזנים הייתה זהה. הממצאים הללו נתמכו באנליזות ביטוי גנים שהראו ביטוי זהה של גנים המשתתפים ביצירת פולימר הקוטין הבונה את הקוטיקולה בעלים של שני הזנים, יחד עם ביטוי גבוה משמעותית של גנים שאחראים על יצירת שעוות בעלי הזן המבוית. ערכנו אנליזות פיזיולוגיות ואנליזות חילוף גזים ונוכחנו כי עלי שעורה בר מאבדים כמויות גבוהות יותר של מים, ככל הנראה בגלל שצפיפות הפיוניות בהם הייתה משמעותית גבוהה יותר מאשר בעלי הזן המבוית, מה שהוביל לערכים גבוהים יותר של מוליכות פיוניות. לבסוף, עדויות קודמות טענו כי להרכב השעוות האפי-קוטיקולריות בעלי שעורה תפקיד מרכזי באינטראקציה עם הפטרייה הביוטרופית והכמות השונים של השעוות שזיהינו בעלי שני הזנים יובילו לאינטראקציות שונות עם הפטרייה, אולם סדרת מבחני אילוח הראו כי לא הייתה כל השפעה על הפטרייה שאילחה באותו האופן את עלי שני הזנים.

מושב רביעי – אגרו-אינפורמטיקה, מידול ופנומיקה

להתמודדות עם אתגרי המחר

יפית כהן, רן לאטי



מושב רביעי – הרצאה 1

חושו אחים ואחיות חושו - חישה ספקטרלית בגד"ש

איתי הרמן

הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש ר. סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות.

Ittai.Herrmann@mail.huji.ac.il

כדי לעמוד בדרישה הגדלה של מזון ומוצרים אחרים המבוססים על גידולי שדה יש רצון להעלות את כמות היבול המיוצרת ליחידת שטח יחד עם צמצום טביעת הרגל הסביבתית ולשמר או לשפר את הרווחיות וכל זאת תחת תנאי אקלים משתנים. ניתן לעשות זאת בשדות המסחריים ע"י ייעול השימוש במשאבים תוך התבססות על עקרונות החקלאות המדייקת כמו גם ע"י טיפוח זנים שיבולם מושפע פחות מתנודות אקלימיות או מחלות שונות. היכולת לחוש מרחוק תכונות צמח בהתאם לצרכים החקלאיים מתבססת על שילוב של שלוש רזולוציות עיקריות: מרחבית, ספקטרלית ועיתית. לצורך אפיון מצב הגידול בשדות מסחריים יש צורך באיסוף מידע משטח גדול ופלטפורמות חלליות או מוטסות יכולות לתת לכך מענה. לעומת זאת, בניסויי שדה קטנים, מבחני זנים וניסויי טיפוח בהם יש מספר חלקות גדול (גם אלפים) על שטח קטן יחסית רחפנים ולעיתים כלים קרקעיים יוכלו לתת מענה. יוצגו דוגמאות ממוקדות של מחקרים שהשתמשו במגוון פלטפורמות חישתיות: הערכת תכונות חמצה בשדות מסחריים ע"י דימותי הלויין ונוס, הערכת יכול בניסוי זנים של סויה על ידי מצלמה היפרספקטרלית נישאת מטוס, הערכת תכונות חיטה בניסוי השפעת יובש על זני חיטה באל מטר בעזרת מצלמה היפרספקטרלית נישאת רחפן והערכת תכולת חומצה קרנוזית בצמחי רוזמרין על ידי מדידות היפרספקטרליות קרקעיות. חשוב לציין שניתן לשפר את יכולת ההערכה של תכונות מסוימות ע"י שימוש בציר הזמן כמו גם שילוב מידע נוסף, בעיקר סביבתי. למרות שחישה היא אינה הפתרון לשאלת היקום, החיים והכל (42) יש לה יתרונות רבים ובשילוב עיבוד נתונים איכותיים ממגוון מקורות באופן מושכל ניתן לספק תוצאות טובות ושימושיות בחקלאות שאותן יש לבחון לאורך זמן גם בעיניים כלכליות וסביבתיות.

מושב רביעי – הרצאה 2

שימוש בגישות לימוד מכונה לנתוני שדות: ממצאים, אתגרים והמציאות

גלעד רביד

אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

rgilad@bgu.ac.il

בשנים האחרונות גישות לימוד מכונה לניתוח נתונים הפכו להיות זמינות. גישות אלו מאפשרות ליישם גישות מפוקחות, בהן ידוע משתנה המטרה, וגישות בלתי-מפוקחות, בהן אין משנה מטרה על מגוון יישומים והקשרים ביניהם בחקלאות. בתחומי הייצור, השיווק, בריאות וחינוך ישנם מקרי בוחן רבים בהם הגישה הגדילה את התוצר והפריון ואפשרו ליישם גישות חדשות משופרות. מספר מקרי הבוחן בחקלאות הוא מצומצם יותר. גישת החקלאות המדייקת והחדירה הרבה של מערכות מידע לניהול התהליך החקלאי מאגדות הרבה נתונים על הגידולים השונים. שתי המגמות האלו, איפשרו ניתוח וקיומם של נתונים, מבטיחות שימוש בנתונים החקלאיים ליצירת תובנות חדשות המפיקות מן הנתונים ידע אשר יכול להיות יישומי בטווח הקצר. במסגרת עבודה זו נסקור ונדגים מספר פרויקטי שימוש בגישות לימוד מכונה להפקת תובנות חקלאיות לגבי החלטות השקיה ופיקוח מזיקים. דיון בממצאים ובניסיונות שנעשו יעלו ויציפו את האתגרים והפוטנציאל הטמון בשיטות אלו ויאפשרו בסיס להעצמת הגישה לתועלת כל בעלי העניין.

מושב רביעי – הרצאה 3

זיהוי מוקדם של פטריה *Macrophomina phaseolina* בצמחי כותנה מהזן פימה באמצעות מדידות ספקטרליות וצילומי רחפן

אנה ברוק¹, רון סגל², מנחם אליה³, עוז צעירי³, נעם עמיר³, אריה בוסק³

¹מעבדה לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק, אוניברסיטת חיפה.

²חברת "אגרידע".

³מגדלי הדרום.

abrook@geo.haifa.ac.il

גבעול פגוע (ריקבון) של כותנה נגרם על ידי פטריה *Macrophomina phaseolina* מחלה ששוכנת בקרקע ידוע בענף הכותנה ברחבי העולם. הפתוגן נמצא בקרקע ופוגע בשורשי הכותנה במיוחד בתקופה המאוחרת של עונת הגידול. שורשי הצמחים הנגועים נרקבים, הצמחים נובלים ובסופו של דבר מתים. במהלך ההדבקה, הפטריה מייצרת אנזימים שפוגעים בדופן תא, אנזימים הידרוליטיים ופיטוטוקסינים וביוטריידיפלואידי.

טיפול נגד *M. phaseolina* בשלב התפרצות המחלה חסר יעילות. על אף שהדבקה ראשונית על ידי *M. phaseolina* מתרחשת בשלב השתיל, אין זה אומר שהצמח חולה, אלא אם בשלבי צימוח הבאים (עד לבגרות) הצמח לא גדל בתנאים אופטימליים, הוא נדבק ומזוהה כצמח חולה. עם זאת, נראה כי *M. phaseolina* משפיע על זני כותנה מסוימים בצורה פחות חמורה מאחרים, מה שמעיד על קיום של פוטנציאל עמידות גנטית *M. phaseolina* גורמת לאובדן משמעותי בייצור על ידי צמצום אוכלוסיית הצמחים בחלקת הגידול. זוהי מחלה קשה במיוחד להדברה משום שהיא שורדות בקרקע לזמן רב ובעלת טווח רחב של פונדקאים. לכן זיהוי מוקדם של המחלה ומעקב אחר התפתחותה יעזור למגדל בניהול החלקה. לעומת המחקר הביולוגי הרחב, למיטב ידיעתנו מעט מאוד מחקרים עוסקים בפיתוח כלים לזיהוי ומעקב אחר המחלה בשדה. המחקר הנוכחי מציע לרתום את אמצעי חישה מרחוק לזיהוי מוקדם של פטריה *M. phaseolina* בצמחי כותנה מהזן פימה. במחקר הנוכחי הצלחנו לרתום אמצעים טכנולוגיים (צילומי רחפן ומידע ספקטרלי) לזיהוי מוקדם של המחלה בשדה. לטובת זיהוי מוקדם ופיתוח כלים למעקב אחר התפתחות המחלה בחלקה באמצעות אלגוריתם חכם (מבוסס למידת מכונה). תוצאות המחקר מצביעות על זיהוי מוצלח את המחלה, בנוסף התוצאות מראות כי ניתן לקשור בין עיתוי ההדבקה (תאריך זיהוי באמצעות האלגוריתם) עם חומרת המחלה.

מושב רביעי – הרצאה 4

שילוב ישומי חישה מרחוק ומידע גנומי לאפיון ומיפוי תגובת חיסת לחם לעקת יובש תחת אקלים משתנה

רועי שדה¹, פואד חיר¹, אלכסנדר פיבצ'נקו¹, מייקל מטנגה¹, ויקטור אלחנתי² רואי בן-דויד³,
איתי הרמן¹ וצבי פלג¹

¹הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש ר.סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות.

²המכון להנדסה חקלאית מכון וולקני, בית דגן.

³המכון למדעי הצמח, מכון וולקני, בית דגן.

roy.sadeh@mail.huji.ac.il

באזורי אקלים ים תיכוניים, המאופיינים בעונת גשמים קצרה עם כמות משקעים נמוכה וטמפרטורות גבוהות יחסית בשלבי הפריחה וההבשלה, גידול החיטה חשוף לתנאים של עקת יובש טרמינלית. התאמה ליובש כוללת מארג מורכב של תכונות מורפו-פיזיולוגיות, ביניהן התאמה של המערכת הפוטוסינטטית, מערכת שורשים עמוקה, והתאמה אוסמוטית. זיהוי הדינמיקה של הבקרה הגנטית לתכונות התורמות להתמודדות עם תנאי סביבה משתנים מחייבת יכולת מדידה אמינה והדירה של התכונות במרחב ובזמן. שימוש ביישומי חישה ע"ג רחפן מאפשר הערכה של תכונות מורפו-פיזיולוגיות במספר רב של חלקות בזמן קצר יחסית ועם פחות כוח אדם. מטרת מחקר זה הייתה לבחון את איכות ההערכה הספקטרלית של תכונות פיזיולוגיות על מנת לאשש את השימוש במידע פנוטיפי שהושג בחישה מרחוק למיפוי גנטי. בעונת 2021-22 נבחן פנל שונות שכולל 300 קווים תחת שני משטרי השקיה במערכת אל-מטר (Pheno-IL) מערכת זאת מאפשרת לדמות תנאי בצורת ולהשוות בין צמחים שגודלו בתנאי עקת יובש לגידול עם זמינות מים טבעית. לאורך העונה נלקחו מדידים פיזיולוגיים שונים וכן צילומי רחפן היפרספקטראלי ותרמי בכדי לשמש כפנוטיפי במיפוי גנטי. מתוך המידע ההיפר ספקטראלי כוילו מודלים להערכות תכונות פיזיולוגיות שונות. לדוגמה, ערכי ה-LAI-החזויים שימשו כערך פנוטיפי למיפוי גנומי אסוציאטיבי (GWAS) ונמצאו שני אתרים על כרומוזומים B 2 ו-A 7 בתאחיזה לתכונה. בניית צברים של התכונות השונות תחת תנאי עקת יובש טרמינלית נמצא כי הזנים בעלי היכול הגבוה ביותר הראו הבדלים בחתימה הספקטרלית, טמפרטורת עלווה נמוכה ותכולת כלורופיל גבוהה יותר בזמן מילוי גרגר תוצאות מחקר זה מניחות את התשתית הגנטית-פיזיולוגית לטיפול זני חיסה חדשים המותאמים לאקלים משתנה החזוי בישראל במטרה להבטיח את ביטחון המזון ורווחיות החקלאים.

מושב רביעי – הרצאה 5

איתור הגורמים המשקיים אשר בעלי השפעה על יעילות הדברת עשבים כימית בתירס באמצעות גישת אקואינפורמטיקה

שלומי אהרון^{1,3}, יפית כהן², חנן אינזברג¹ ורן לאטי¹

¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי.

²המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי.

³החוג לגידולי שדה וירקות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, האוניברסיטה העברית.

shlomiaharon123@gmail.com

עשבים רעים (ע"ר) מהווים גורם ביוטי עיקרי המביא לפחיתה ברמת ואיכות היבולים בגידולי שדה, כאשר קוטלי עשבים (ק"ע) כימים הינם אמצעי ההדברה המרכזי ברוב העולם המפותח. עם זאת, בשנים האחרונות גוברות העדויות לפחיתה ביעילותם. הבנת ההשפעה של גורמים היסטוריים משקיים על יעילות ההדברה של ק"ע הינה בעלת חשיבות רבה ויכולה לספק קווים מנחים להפחתה נוספת ביעילותם. מטרת מחקר זה הינה אפיון ההשפעה של שינויים במחזור הגידולים ומחזור ק"ע על יעילות הדברת עשבים כימית באמצעות גישת מחקר חדשנית המכונה "אקואינפורמטיקה", קרי איסוף וניתוח נתוני עתק (Big data) בשלב ראשון, נוצר בסיס נתונים היסטוריים עבור 350 חלקות גד"ש הפרוסות ברחבי ישראל לאורך השנים 2015-2020 הכולל את מחזור הגידולים והטיפולים נגד עשבים. מסט נתונים זה הופקו מדדי יעילות הדברה על פי הערכת מידת אינטנסיביות השימוש בק"ע לאורך עונות הגידול. לאחר מכן, הפוקו מדדים היסטוריים המבטאים את השינויים במחזור הגידולים וק"ע במזרע בישראל. 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). (P.value=0.005) באינטנסיביות השימוש בק"ע בתירס בין השנים 2015-2020, מה שמצביע על פחיתה ביעילות ההדברה בגידול זה. הגורם שהראה את ההשפעה המרבית על תופעה זו הינו הפחיתה בהיקף גידול הכותנה במחזור הגידול בשנים האחרונות. (P.value < 0.001) תוצאות אלו מחזקות את ההתייחסות אל גידול הכותנה כ "גידול מנקה" ומדגישות את הפוטנציאל הגלום במידע אקואינפורמטי לשיפור ההבנה בתהליכים ארוכי טווח בתחום חקר העשבים בגד"ש.

מושב רביעי – הרצאה 6

זריעת דגן מוקדמת למניעת סחף כבול- מקרה בוחן ליטום חישה מרחוק ומקרוב

און רבינוביץ¹, אביב צוברי², רואי בן דוד², כמאל נאשף², דוד מלדה², אלי ארגמן³

¹מו"פ צפון.

²מנהל המחקר החקלאי – מכון מדעי הצמח.

³משרד החקלאות- התחנה לחקר הסחף.

onnrab@gmail.com

המחקר בחן את ההשפעה של ממשק זריעה מוקדמת של גידולי דגן חדשים (כוסמין, שעורה וחיטה אפילים), בעמק החולה כאמצעי לצמצום נזקי סחף רוח וייעול השימוש במים, ע"י שיפור כושר הכיסוי הקרקעי, לפני תקופת השרקיות המתרחשות בעמק בחודשי החורף המוקדמים – ללא סיכון פגיעה ביבול. שימור קרקע הכבול חיונית בהיבט האקולוגי והאגרונומי וכן לגיוון מחזור הזרעים והגידולים שעומדים לרשות החקלאי כתנאי להבטחת הקיימות של מערכת קרקעית מקיימת.

בתום שנתיים של מחקר הושלמה הסלקציה של קווי דגן האפיל (מאות קווים של שעורה חיטה וכוסמין). מתוך 15 קווים שנבחנו בשנה ראשונה נבחרו ששה קווים מצטיינים לשנה 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 לשנה השלישית - "אלי" ו"מספוא 37"). קווים אלו נזרעו בהיקף חצי מסחרי והדגימו גם ברמת השדה את פוטנציאל כיסוי השטח מוקדם בעונה. מיפוי פוטוגרמטרי תלת-ממדי מצילומי אוויר סייע להערכת מהירות ועובי שכבת החספוס, גובה ההעתקה, בעזרתם ניתן לחשב את מאמץ הגזירה ליחידת שטח המופעל על ידי הרוח בשדה, במהלך עונת הגידול. הערכה מרחבית ועיתית של ביצועי הגידול (כיסוי הצומח, גובה, ביומסה ותכולת חומר יבש) בוצע בסיוע תוצרי רחפן (Phantom RTK), במקביל לאימות קרקעי, מהם נבנו שכבות מידע מורפולוגיות של תכסית הצומח והקרקע, ע"י מיזול פוטוגרמטרי תלת-ממדי בכל עונת גידול. נמצא מתאם מובהק בין המדדים הנבחנים המאפשר הערכה מרחבית ועיתית של מדדים מורפולוגיים להערכת מיתון פוטנציאל סחף ע"י רוח. כמו כן, נמצא מתאם גבוה בין מדדי צומח בתחומי RGB-NIR-SWIR (לוייניים ומוטסים) המאפשרים ניטור עונתי רציף של ביצועי הגידול.

מושב חמישי – כיוונים חדשים בגנטיקה והשבחה

שחל עבו, שריאל היבנר



מושב חמישי – הרצאה 1

שילוב מושכל של טכנולוגיות חדשות בתהליך הטיפוח; האמנם "ישן מפני חדש תוציאו?"

יונתן אלקינד

האוניברסיטה העברית בירושלים

yonatan.elkind@mail.huji.ac.il

יצירת שונות גנטית מועילה היא מפתח להצלחת טיפוח. מרבית השונות מתקבלת מאוכלוסיות שמקורן בהכלאות בין זני עלית והכלאות ביניהם לבין זנים מקומיים ומיני בר. טרנסגנזה, טכנולוגיה בת 35 שנה, מאפשרת הגדלת השונות הגנטיות והניבה פיתוחים ייחודיים בתחום העמידות לקוטלי עשבים ולחרקים. ואולם יש פער גדול בין הציפיות שהיו מיכולות הטרנסגנזה לבין התוצרים שיושמו בהצלחה. הסיבה המרכזית היא מחסור בידע איזה גנים להכניס, ומה תהיה השפעתם. הטכנולוגיה הטרנסגנית מהווה כלי מחקרי לייצור ידע, ולעיתים רחוקות מייצרת שונות משמעותית לטיפוח. עריכה גנטית, טכנולוגיה חדשה יותר, מעוררת ציפייה עצומה אך יישום מוצלח שלה מצריך ידע שרובו חסר עדיין. סלקציה ואיתור גנוטיפ בעל יתרון וייצובו מהווה את עיקר עבודת הטיפוח. בשיטות הקונבנציונליות, עיקר ההתקדמות מושגת על ידי אפיון ו\או מדידה של הפנוטיפ, בפרטים או באוכלוסיות בעלות מבנה משפחתי. סמנים גנטיים במגוון טכנולוגיות מתחדשות מאופיינים ביכולת איתור פולימורפיזם רב בעלות פוחתת. רוב הסמנים מתבססים על תאחיזה לגנים בעלי חשיבות כלכלית. סלקציה בעזרת סמנים (MAS) מיושמת בצורה רחבה ביותר לצורך סלקציה לגנים עיקריים לעמידות או לתכונות אחרות ומיעלת את תהליך הטיפוח על ידי קיצור זמן והורדת עלויות. בסלקציה לתכונות כמותיות, המטפח זקוק לעזרה כדי לברור תכונות בעלות תורשתיות נמוכה. מציאת סמנים ל-QTL לתכונות אלה כרוכה באוכלוסיות גדולות ובעלות גבוהה. מאחר ו-MAS מתבססת על תאחיזה עולה בעיה של רלוונטיות המידע לגבי QTL באוכלוסיות טיפוח מגוונות. MAS לתכונות כמותיות מאפשרת בעיקר צרוף גנים תוספתיים ויכולתה מועטה לנצל השפעות גומלין בין גנים ולאפשר הופעת שונות גנטית חדשה. הטיפוח הקונבנציונלי מאפשר התקדמות גנטית בהתבסס על עקרונות גנטיקה של אוכלוסיות ותורשה כמותית למרות העדר ידע ספציפי לגבי התכונות החקלאיות הנדרשות. קיים מחסור גדול במטפחים אשר יוכלו לשלב וליישם טכנולוגיות חדשות בתהליך הטיפוח הקונבנציונלי להגברת ההתקדמות הגנטית.

מושב חמישי – הרצאה 2

כוחו של המגוון: תשתית מרובת הורים ופאן-גנום למחקר גנטי וגנומי של תכונות עם חשיבות חקלאית במלון

אלעד אורן¹, אסף דפנא¹, גליל צורי¹, אילן הלפרין¹, טל אייזקסון¹, מיטל אלקבץ¹, איילה מאיר¹, עוזי סער¹, שחר אוהלי¹, יעקב תדמור¹, ארתור שפר², אדוארד בקלר^{3,4}, רוני כהן¹, יוסף בורגר¹ ועמית גור¹

¹יחידת הדלועיים, מרכז מחקר נווה-יער, מנהל המחקר החקלאי.

²המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי.

³Institute for Genomic Diversity, Cornell University

⁴USDA-ARS

amitgur@volcani.agri.gov.il

קישור בין גנוטיפ לפנוטיפ הוא יעד בסיסי בביוולוגיה ודורש נתונים מקיפים עבור שניהם. המגוון הטבעי הוא כלי מרכזי במחקר גנטי וטיפוח צמחים ואחד האתגרים הוא הנגשתו למחקר אפקטיבי. ההתקדמות הטכנולוגית ב-10 השנים האחרונות בריצוף חומצות גרעין האיזה את היכולת להשוות בין רצפי הגנום השלם של פרטים רבים בעלי קרבה. שכיחות השונות הגנומית המבנית התוך-מינית שהתגלתה מצביעה על כך שגנום ייחוס יחיד אינו יכול לייצג היטב את המגוון הגנומי המלא של מין, מה שהוביל ליצירת הקונספט של פאן-גנום והרחבת השימוש בו. עבור מחקר גנטי מקיף וברזולוציה גבוהה, נגישות חסרת תקדים זו לשונות גנומית צריכה לבוא במקביל ולהיות משולבת עם אפיון פנוטיפי של המגוון הגנטי. לאחרונה פיתחנו מסגרת רב-הורית לניתוח של תכונות במלון (*Cucumis melo*), תוך מינוף פאן-גנום ראשון שנבנה עבור גידול חשוב זה ממשפחת הדלועים. סט ליבה של 25 קווים מייסדים שנבחרו מתוך אוסף רחב ומייצגים את מרבית השונות הגנטית הקיימת במלון (MelonCore25) רוצפו תוך שימוש בשילוב של טכנולוגיות לקריאה של רצפים קצרים וארוכים, והגנום שלהם הורכב de novo בנייתו של הפאן-גנום למלון חשפה שונות מהותית בגודל ובמבנה הגנומי, כולל זיהוי של כ-300,000 וריאנטים מבניים וכ-9 מיליון SNPs. סט של 300 אוכלוסיות F2 שפותחו מתוך אוכלוסיית חצי-דיאלל המייצגת את כל השילובים ההוריים האפשריים בסט הליבה, נבנה כמסגרת לניתוח גנטי וגנומי של תכונות באמצעות אינטגרציה עם הפאן-גנום. אנו מדגימים את הפוטנציאל של מסגרת מאוחדת זו לניתוח גנטי וגנומי של מגוון תכונות יכול, איכות פרי ועמידות למחלות במלון. אנו צופים כי ניצול משאב משולב זה יוכל להרחיב ולשפר את המחקר הגנטי של תכונות בעלות חשיבות חקלאית ויאץ את טיפוח המלון.

מושב חמישי – הרצאה 3

שילוב של מבחני אסוציאציה וחיזוי גנומי לבחינה גנטית של תכונות פנוטיפיות ורכיבי יבול בשומשום

עידן סבאג^{1,2}, צבי פלג¹ וגוטה מורוטה²

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

Idan.sabag@mail.huji.ac.il

השומשום (*Sesamum indicum*) 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 מבקרים 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 פולימורפיים (SNPs) על גבי גנום השומשום. במקביל, אופיין האוסף פנוטיפית בשדה לאורך שתי עונות גידול (2018,2020) לתכונות מורפו-פיסילוגיות ורכיבי היבול. אפיון התכונות חשף שונות פנוטיפית רחבה במספר הימים לפריחה, גובה להלקט ראשון, גובה הצמח, מספר סעיפים וכן לרכיבי היבול השונים. 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) על בסיס ניתוח חד ורב שנתי. שילוב של רכיב השפעת הגומלין בין הגנוטיפ לסביבה הביא לשיפור של בין 15% ל-58% בתוצאות החיזוי. תוצאות מחקר זה מעידות שקיים פוטנציאל גנטי המתאים לזיהוי אתרי תכונות כמותיות וחיזוי עתידי של תכונות מורפו-פיסילוגיות ורכיבי יבול בשומשום כבסיס לפיתוח תשתית גנטית לטיפוח השומשום והחזרתו למזרע בישראל.

מושב חמישי – הרצאה 4

בחינת QTL אפיסטטי עבור הטרזיס של יבול בעגבניות לתעשייה

שי תורג'מן, דני זמיר

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

shaitorgeman@gmail.com

מחקרים של תכונות מורכבות בצמחים (כמו יבול ועמידות לתנאי יובש) התבססו עד היום על אוכלוסיות קטנות משמעותית המכילות עד כ-200 פריטים, מה שלא אפשר לזהות את כל יחסי הגומלין (אפיסטזיס) בין הגנים ואת מידת השפעתם על תכונות חקלאיות חשובות. במחקר זה ניתחנו אפיסטזיס, תוך שימוש באוכלוסיית מחדר בין מינית (BILs) בגודל חסר תקדים המכילה 1400 פריטים ממופי גנום, אשר נבנתה במעבדתנו מהכלאה בין מין בר ירוק פרי, העמיד לתנאי יובש ממדבריות מערב פרו (*Solanum pennellii* (LA5240), לבין מין תרבות מודרני (*Solanum lycopersicom*) ברקע של עגבניות לתעשייה (LEA). ה-BILs ההומוזיגוטיים והמכלואים שלהם (BILH) עם ההורה המחזיר (LEA) אופיינו למרכיבי יבול שונים כגון: משקל פרי ממוצע(גרם), סך סוכרים מסיסים(Brix%), משקל צמח(ק"ג) ויבול כללי(ק"ג). היבול הממוצע באוכלוסיית ה-BILs היה 50% פחות מזו של המכלואים שלהם (BILH). כל המחדרים ההומוזיגוטיים ממין הבר על פני הגנום הפחיתו את היבול הכללי ביחס להורה LEA בעוד שמספר QTLs בדידים ב-BILHs ההטרוזיגוטיים שיפרו באופן עצמאי את הפרודוקטיביות. מניתוח של אינטראקציות בין אזורים שונים בגנום נצפו 61 מקרים בהם האינטראקציה הייתה פחות מתוספתית (less than additive) ו-19 מקרים בהם האינטראקציה יותר מתוספתית (more than additive). באופן מרשים, אינטראקציה אפיסטטית בודדת בין שני אזורים המכילים מחדר ממין הבר במצב הטרזיגוט על כרומוזומים 1 ו-7, הגדילה את היבול הכללי ב-20-50%, בתנאי שילחין ובגידול בעל לאורך תקופה של ארבע שנות ניסויי שדה וברקעים גנטיים שונים. העבודה שלנו מדגימה את הכוח של פיתוח אוכלוסייה גנטית גדולה על מנת לחשוף פנוטיפים נסתרים, וכיצד אינטראקציות אפיסטטיות נדירות יכולות לשפר את פרודוקטיביות היבול באמצעות הטרזיס בעגבניה.

מושב חמישי – הרצאה 5

השבחת תות-שדה במכון וולקני

גיא תמיר, קארן סילברמן, אולג גורביץ, ליאת סינואני, עדנה בן אריה, ניר דאי

המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, וולקני.

nirdai@agri.gov.il

כבר יותר מארבעה עשורים עוסקים במכון וולקני בטיפול תות-שדה שהובא מאמריקה הצפונית. תות שדה גדל בישראל על שטח של כ- 4500 דונם בעיקר בשרון במנהרות נמוכות קרקע ומקצתו בגידול במצע מנותק באחיטוב ובנגב המזרחי. התות בישראל הוא מטיפוס יום קצר הפורח בחורף ונמכר כולו בשוק המקומי מתחילת נובמבר ועד חג שבועות. כבר בשנות ה-80 הושגה מהפכה בענף תות השדה כאשר המטפחת אווה איזק וצוותה שברו את הדרישה ההכרחית של הצמח לתקופת צינון ארוכה ויום קצר מאוד בכדי לפרוח ויצרו בהצלחה מרובה טיפוס תות-שדה בכירים המניבים עונה ארוכה.

בתות-שדה כמו גם בגידולים אחרים הוכח שוב היתרון הגדול בטיפול מקומי ומאמצע שנות ה-90 כל הזנים המסחריים בענף הם השבחה כחול-לבן. ב-2005 חידשנו בוולקני את תוכנית ההשבחה בשותפות של שולחן המגדלים, במטרה לטפח זני תות-שדה איכותיים ומוקדמים המניבים יכול גבוה ורצוף על פני העונה. הזנים הראשונים, תמיר, יסמין, גילי, ברק והדר בעלי יכול או איכות בינוניים נכנסו לענף בצורה חלקית. לאחריהם, הזנים רוקי ומתן בעלי פרי גדול ויפה ואיכות טובה הפכו להצלחה מסחרית בענף. בשנתיים האחרונות הצלחנו לברר את הזנים החדשים אילן, לביא ותמוז, שלקחו צעד קדימה את איכות הפרי, טעמו וחיי המדף של התות. זני התות של מכון וולקני כיום, גדלים כמעט ללא יוצא מן הכלל בכל שטחי המגדלים ומקבלים ביקורות טובות ברשתות השיווק ובקרב סוחרים והציבור הרחב. במחקר נוסף אנו לומדים את במסלולי הביוסינתזה של מספר חומרים נדיפים עיקריים המצטברים בפרי במגמה לטפח זנים בעלי ארומה גבוהה וייחודית ולאחרונה בררנו זן בעל ארומה דומה לזו של תות הבר. שילוב מחקר וטיפול מושכל עשוי להניב זנים ייחודיים נוספים בהמשך הדרך.

מושב חמישי – הרצאה 6

החיטה המסורתית בישראל, תשתית גנטית חדשה למחקר וטיפוח

סיון פרנקין^{1,2}, אלון כנעני³, ורד צין³, דוד בונפיל⁴, יסמין שמחון⁴, דורון דגן⁴, כמאל נאשף¹, מרינה זיידרמן¹, דוד מלדה¹, חנן סלע⁵, עינב מיילזליש-גתי⁶, ביזי גודלברג⁷, אברהם לוי⁸, נעמי אביבי רגולסקי⁸, Maria Itria Ibbba⁹, שחל עבו², רואי בן-דוד¹

¹מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ²הפקולטה לחקלאות, רחובות, ³אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר, ⁴מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר גלת, ⁵אוניברסיטת חיפה, ⁶המרכז למשאבים גנטיים מכון וולקני, ⁷מיזם ארץ חיטה, ⁸מכון וייצמן למדע, ⁹Global Wheat Program, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico

sfrankin@volcani.agri.gov.il

זני החיטה המסורתיים שגודלו באזורנו משחר החקלאות, טופחו במרוצת הדורות לבתי גידול מגוונים ומכילים פוטנציאל של מגוון גנטי במנעד תכונות רחב. מרבית הזנים המסורתיים המקומיים אבדו עם דחיקתם ממפת המזרע במעבר לגידול זני-עלית, אולם, מספר אסופים היסטוריים אפשרו לבנות אוסף רחב של זני חיטה מסורתיים (n=901) משדות הפלחה של ישראל ושכנותיה (Israel Palestine Landraces (IPLR) ובמקביל לשמר ולאפיין משאב גנטי ייחודי זה. תחילה נבנה מסד נתונים לכלל אוסף ה-IPLR שכלל אפיון גנטי (DArTseq) ופנוטיפי במשך שלוש עונות למדדים אגרונומיים ולאיקות הגרגר והקמח, אפיון מורפולוגי של השיבולת והגרגר, ואפיון עמידות לחלדונות. אוסף ה-IPLR התאפיין בשונות פנוטיפית בהשוואה לזני חיטה מודרנית (n=56). סריקת איכות הגרגר לכלל האוסף התבטאה בשונות גבוהה במדדי איכות גרגר ובערכי %חלבון ופיגמנט צהוב גבוהים יותר מבזנים המודרניים. באפיון גנטי עמוק אותרו K30 סמנים אינפורמטיביים ששימשו למיפוי אוסציאטיבי בו אותרו סמנים אחוזים לתכונות בעלות ערך טיפוחי; צורת ואיכות הגרגר, בכירות-אפילות, ועמידות לחלדון עלה. בהמשך, נערכה בחינה אגרוטכנית בשדה של תת-אוסף מייצג של זנים מסורתיים אל מול זנים מודרניים כולל היבטים של איכות הגרגר איכות אפיה ופרופיל חומרים נדיפים בקמח ובלחם. ככלל, בסביבות חצי יובשנית וים-תיכונית אופיין תת-האוסף המסורתי ביצרנות נמוכה, אפילות, קמה גבוהה ונטייה לרביצה. מתוכם, חמישה זני מורשת בלטו כבעלי פוטנציאל אגרוטכני מבחינת יכול גרגירים וביומסה, בכירות ועמידות יחסית לרביצה. זנים אלו אופיינו במבחני אפיה, טעם ופרופיל חומרי ארומה. לחמים מקמח מלא מאותם זנים קיבלו הערכה גבוהה יותר מאשר אלו שנאפו מחיטה מודרנית, וביטאו גם פרופיל חומרי ארומה עשיר. מחקר זה פותח צוהר להמשך בחינת הזנים המסורתיים בהיבט רב תחומי לשימוש עתידי במחקר והשבחה של זני חיטה.

מושב שישי - גידולים חדשים ומתחדשים

אביב אשר, עינב מייזליש-גתי



מושב שישי – הרצאה 1

קנאביס – קודם כל צמח, אח"כ כל השאר

סלעית לזר

RCK – Science-based Cannabis Genetics

silitl@rckmc.com

לאורך אלפי שנים צמח הקנאביס שימש את המין האנושי בתחומים רבים ומגוונים – מתעשיית הטקסטיל והנייר עד לשימושי רפואה ופנאי. עקב הכנסתו לפקודת הסמים המסוכנים והאיסורים הנלווים נוצרה רתיעה ציבורית כללית, ובמהלך השנים אבד ידע מקצועי רב. כיום קנאביס חזר למעמד של גידול חקלאי לגיטימי, ויש צורך לגשר על הפערים. בהרצאה נסקור את הצמח מנקודת מבט בוטנית ואגרונומית, נבין מהם האתגרים בגידול שלו, ונכיר את האופן בו תעשייה חקלאית צעירה נעזרת בתעשייה חקלאית ותיקה ו"מיושנת" ומייצרת חדשנות המבוססת על מסורת. כמו כן נסקור את מרחבי המחקר, הפיתוח והגידול של קנאביס בישראל במבט אל העתיד.

מושב שישי – הרצאה 2

בחינה ופיתוח של צמח הקינואה כגידול חדש רב תכליתי בישראל

אביב אשר¹, שמואל גלילי², שאול גרף¹, אהרון בללו² וליאור רובינביץ¹.

¹מיגל-מו"פ צפון.

²מנהל המחקר החקלאי.

liorr@migal.org.il

avivas@migal.org.il

הקינואה (*Chenopodium quinoa*) הוא צמח ממשפחת הירבוזיים אשר מקורו באזור הרי האנדים שבדרום אמריקה. גרגירי הקינואה הינם בעלי ערך תזונתי גבוה והצמח נחשב עמיד ביותר לעקות סביבתיות שונות. כיום, ישנן מעל 120 מדינות המגדלות את הקינואה ברחבי העולם. מטרת המחקר היא לבחון ולפתח את צמח הקינואה כגידול שדה חדש בישראל למאכל אדם ולמספוא ובכך לגוון את מחזור הגידולים. תוצאות מניסויים אגרוטכניים הראו כי בגידול חורפי בדרום רמת הגולן יכול שחת הקינואה הגיע לכ-1,200 ק"ג/דונם ויכול הגרגירים הגיע לכ-600 ק"ג/דונם בממוצע תלת שנתי בחלקות הניסוי, זאת תוך שימוש מינימלי בהשקיה. בניסיונות אחרים נראה כי תכולת החלבון בנצר של צמחי הקינואה הצעירים (באחוז ח"י של כ-10%) הגיעה למעלה מ-25% בגידול קיצי ואף למעלה מזה בגידול חורפי. מתוך ניסויי ההזנה של תחמיץ/קש קינואה בבקר לבשר עולה כי יעילות ניצולת המזון הפרטנית הייתה גבוהה באופן מובהק בעגלים שהוזנו בקינואה (תחמיץ או קש) וכן נצפתה הפחתה של 42% בפליטת גזי החממה לעומת עגלים שהוזנו בחיטה. תוצאות מניסוי הזנה שביצענו בפרות חלב הראו כי תנובת החלב ואיכות החלב של פרות שהוזנו בתחמיץ קינואה היו גבוהים יחסית לפרות שהוזנו בתחמיץ חיטה. תוצאות ניסוי הזנה של עזים הראו שתנובת החלב של העזים שהוזנו בשחת קינואה צעירה הייתה גבוהה ב-11% ויעילות ניצולת המזון הייתה גבוהה ב-18% יחסית להזנה באספסת. כמו כן, תוספת המשקל ותפוקת הבשר של טלאים שהוזנו בשחת קינואה צעירה היו גבוהים באופן מובהק יחסית לטלאים שהוזנו בשחת חיטה. לאור תוצאות ניסויי ההזנה בבקר ובצאן, הרכב ואיכות הצמח ובשילוב יתרונותיו החקלאיים בשדה, מסתמן כי לקינואה פוטנציאל גבוה להשתלב גם כמספוא איכותי במחזור גידולי השדה בישראל.

מושב שישי – הרצאה 3

חיטים עטויות – גידול חדש ישן והתאמה אגרוטכנית לגידול בישראל

פדידה מאירס אביה^{1,2}, צוברי אביב¹, נאשף כמאל¹, מרינה ביזמן¹, דוד מלדה¹, בונפיל דוד²,
בן דוד רואי¹

¹מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני.

²מנהל המחקר החקלאי - מרכז מחקר גילת לחקלאות על סף המדבר.
³זרעים דליה.

Aviya.fadida@mail.huji.ac.il

שחיקת רווחיות ענף הגד"ש והדרישה העולה מהצרכנים לנישות מזון בריאות הביאה לבחינה חדשה של שני מיני חיטה עתיקים בעלי גרגירים עטויים, עתירים במינרלים ובעלי הרכב גלוטן שונה: (1) הכוסמין (*T. aestivum spp. Spelta*) הינה חיטה הקסהפלואידית המאופיינת בשיבולת רפה וזניה רגישים לאורך יום ואפילים, (2) חיטה דו-גרגירית (חד"ג, *T. turgidum ssp. dicoccum*) הינה מין טטראפלואידית, הראשון שבויית, ממנו התפתחה חיטת הדורום. מטרת המחקר, היא התאמה טיפוחית ואגרוטכנית של החיטים העטויות לגידול בישראל. בניסויי שדה בגילת ובדליה נבחנו שני קווי חד"ג וכוסמין מול זנים מודרניים של חיטת דורום ולחם כביקורת. בגילת (2020-21, 2021-22) ובדליה (2020-21) הקווים נבחנו תחת ממשקי עומד זריעה שונים ובגילת גם תחת ממשקי השקיה (בעל מול השקיית עזר), רמות דישון והשפעת קילוף הזרעים העטויים טרם זריעה. נמצא כי קווי הכוסמין מתקשים בחנטה עקב הרגישות לאורך היום והפריחה המאוחרת. הן בכוסמין ובחד"ג לא נמצאה השפעה של העומד על היבול בניגוד לזנים המודרניים בהם נמצאה פחיתה מובהקת ביבול. בנוסף לא ניכרה השפעת הקילוף טרם הזריעה על התבססות הגידול והיבול הסופי כך שזריעת זרעים מקולפים עשויה להקל על הזריעה ואף לשפר את אחידות ההצצה בשדה. השפעה מובהקת של רמות המים השפיעה על יבול הכוסמין והזנים המודרניים, לעומתם החד"ג לא הראתה פחיתה מובהקת ביבול. תוצאות אלו אפשרו מעבר בחינת החד"ג בחלקות חצי-מסחריות (עונת 2021-22). החסם העיקר להתאמת הכוסמין לישראל הוא האפילות שמקורה ברגישות לאורך יום. כפתרון לכך פותח מערך טיפוח לקווי כוסמין אדישים לאורך יום שנבחנו העונה (2022-23) לראשונה בתנאי שדה (BC_2F_4). ממצאי המחקר ידונו לאור שאלת התאמתם של גידולי הדגן חדשים אלו לתנאי הגידול הים-תיכוניים כחלופה כלכלית ליוגבים בישראל.

מושב שישי – הרצאה 4

השפעת דישון בחנקן על ההרכב הכימי של הזרעים בשני מיני קצח

טל בוחניק^{1,2}, איזבלה גלילוב¹, שרית מלמד¹, דוד בונפיל², נעמי תל צור³, ציפורה טייטל¹

¹המחלקה למדעי המזון, מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני.

²המחלקה לגידולי שדה, מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי מכון וולקני.

³אוניברסיטת בן גוריון, המכונים לחקר המדבר, שדה בוקר.

talboochnik@gmail.com

הקצח *Nigella* הינו צמח חד שנתי ממשפחת הנוריתיים, הגדל בר בישראל, בדרום מערב אסיה, וצפון אפריקה ודרום אירופה. הקצח נחשב לצמח מרפא בעיקר בקרב עמי האסלם ומיוחסות לו תכונות בריאותיות רבות, ביניהן פעילות נוגדת חמצון חזקה, פעילות המעוררת את מערכת החיסון ונוגדת זלקת, פעילות נוגדת סרטן, טיפול בסוכרת ובסינדרום המטבולי והשפעה על פרופיל שומני הדם, פעילות מגנה על מערכת העיכול ומערכת העצבים וכן תכונות המשפרות את בריאות ותפקוד העור. רבות מהתכונות הבריאותיות המסורתיות שיוחסו לזרעי הקצח, לשמן ולתמצית האתרית שלו באופן היסטורי, מיוחסות למספר מטבוליטים שניוניים, בהם טרפנים, סטרולים, אלקלואידים, פלבנואידים, פנולים, ליפידים ובמיוחד ל *Thymoquinone* ו *Nigellidine* כחומרים הפעילים, ואף אוששו בשנים האחרונות בניסוי מעבדה ובניסויים קליניים. הידע לגבי השפעת תנאי הגידול על ההרכב הכימי של הזרע מוגבל מאד, ואולם ניסויים בגידולי שמן אחרים הראו כי לזמינות מינרלים השפעה משמעותית על ההרכב הפיטוכימי. במחקר זה אנו בוחנים את השפעת הדישון בחנקן על הפרופיל הכימי של הזרעים, השמן, והגפת, בשני מינים של קצח: *Nigella Sativa* ו *Nigella Damascena*. אנו משערים כי לתנאי הסביבה השפעה על הרכב ותכולת החומרים הפעילים, וכן על מדדי איכות בשמן כמו חומצות שומן חופשיות ויציבות חמצונית, ולפיכך גם על פעילותו הביולוגית.

הבדיקות נעשות בשיטות של כימיה אנליטית, HS-SPME-GC-MS לבדיקת נדיפים וחומצות שומן, וספקטרופוטומטריה לבדיקת פעילות אנטיאוקסידנטית, DPPH, ABTS ו FRAP. לבדיקת ליפידים LC-MS, ולאנליזה מטבולומית GC-MS. תוצאות ראשונות ב *Nigella Sativa* מראות השפעה של זמינות הדשן על תכולת הפיטוסטרולים ועל הפעילות האנטיאוקסידנטית של השמן. מידע זה יסייע לביסוס הקצח כגידול בישראל, כמזון בריאות וכחלק ממחזור הזרעים. המחקר יאפשר בחינת פיתוח מוצרים חדשים מהזרע, מ השמן ומן הגפת, לתעשיית המזון, הבריאות, והקוסמטיקה.

מושב שישי – הרצאה 5

השפעת מועד זריעת צמחי האם על נביטה של זרעי קינואה

אהרון בללו³, מרים דקלו-קרן¹, וופא אבו-עקלין¹, גלינה סידן¹, רחל סוקולסקיה¹, ליאור רובינוביץ², אביב אשר², אבישי לונדנדר², אורית עמיר שגב³, אנה פרבר¹ ושמאל גלילי³

¹המעבדה לזרעים, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי.

²מיגל-מו"פ צפון.

³המחלקה לירקות וגד"ש, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי.

aharonb@volcani.agri.gov.il

קינואה (*Chenopodium quinoa Willd.*) צמח חד שנתי ממשפחת הירבוזיים (*Amaranthaceae*) שבשנים האחרונות זכה לתשומת לב רבה ברחבי העולם בזכות היתרונות התזונתיים והבריאותיים שלו. גם בישראל בוחנים בשנים האחרונות את הפוטנציאל החקלאי של גידול קינואה כצמח דו תכליתי לזרעים ולמספוא. אחת הבעיות היכולות להוות צוואר בקבוק לגידול הקינואה בארץ הוא אחוז הנביטה נמוך של הזרעים מייצור מקומי שלא מאפשר קבלת עומד רצוי בשדה. מצב זה יכול לנבוע מכך שייצור הזרעים המתבצע בעונה אופטימלית לקבלת יכול גבוה אינו מתאים לייצור של זרעים לחקלאים. בעבודה זו בחנו את ההשפעה של מועדי זריעה של צמחי האם על אחוז הנביטה של זרעי קינואה. לשם כך, בדקנו את אחוז הנביטה של זרעי קינואה שנוצרו על צמחי האם שנזרעו ב- 8 מועדי זריעה מנובמבר 2018 ועד אוקטובר 2019. התוצאות הראו שלמועד הזריעה של צמחי האם ישנה השפעה על אחוז הנביטה של הזרעים. צמחי אם שנזרעו בין יולי לאוקטובר יצרו זרעים חיוניים יותר מאשר צמחי אם שנזרעו בנובמבר 2018. זרעים שנוצרו על צמחי אם שנזרעו בינואר לא נבטו כלל. מצב זה יכול לנבוע מהטמפרטורות חמות ששוררות בזמן מילוי הגרגרים של צמחי אם שנזרעו בנובמבר 2018. עוד הראנו שמשך הזמן מזריעה עד להבשלה מלאה בזריעות יולי-אוקטובר עמד על כ- 100 ימים, והיה קצר יותר מאשר בצמחים שנזרעו בנובמבר 2018 או בינואר 2019 שעמד על 173 ו- 155 ימים, בהתאמה. אנחנו מניחים שניתן יהיה לגדל קינואה לזרעים באזורים דרומיים כמו הערבה הדרומית, למרות שמועד הקציר של זריעות יולי-אוקטובר נמצא בתוך עונת הגשמים ויש חשש לקבלת נביטה של הזרעים בעודם על הצמח.

מושב שביעי – ממשי גידול לקידום חקלאות בר קיימא

גיל אשל, אורן שלף



מושב שביעי - הרצאה 1

חנקן בחקלאות - מה למדנו מהמהפכה הירוקה ולאן פנינו

שחר ברעם

המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מכון וולקני

shaharb@volcani.agri.gov.il

ייצור תעשייתי של דשן חנקני בראשית המאה ה-20, היווה מנוע עיקרי לקידום המהפכה הירוקה בעולם עם סיום מלחמת העולם השנייה. אולם, מאז ועד היום, דישון עודף של חנקן מוביל לזליגה של צורני חנקן ראקטיביים אל הסביבה הפוגע באיכות מי התהום (ניטרט), באיכות האוויר (אמוניה), ומאיץ את ההתחממות הגלובלית (חנקן דו-חמצני). כיום, יעילות דישון החנקן בגידולי שדה נמוכה מ-50%, בעיקר עקב אילוצים אגרו-כלכליים המנחים את דרכי הפעולה של החקלאים. עקב כך, דליפת חנקן מחקלאות מהווה מקור זיהום עיקרי מעשי ידי אדם לנחלים, מי תהום ואוקיינוסים, ומובילה לשינוי מערכות אקולוגיות עקב השקעה (deposition) של אמוניה.

בשנת 2013, כחלק מהמאמץ לצמצם את הנזק הסביבתי הקימו חברות הדשנים בצפון אמריקה את היוזמה הידועה בשם R4 (ארבעת הממים: מקור, מיקום, מועד, מינון). מטרת היוזמה הייתה לעודד התאמה של מקור הדשן לגידול, זיהוי של המיקום המיטבי ליישום הדשן, במועד ובמינון הנכון. מאמץ זה לווה גם במהלכים רגולטורים לצמצום השימוש בדשנים עם יעילות יישום נמוכה (קרי, אוריאה), ובדחיפה לפיתוחים טכנולוגיים, שכללו פיתוח של דשני אוריאה עם חומרים המעקבים את פעילותו של האנזים ההופך אוריאה לאמון, פיתוח דשני אמון ואוריאה עם חומרים מעקבי ניטרפיקציה, פיתוח דשנים עם שחרור מבוקר, שילובים של הנ"ל ועוד. דרך נוספת שהתפתחה במקביל הינה השימוש בגידולי כיסוי/שירות ללכידת עודפי דישון, ואף השימוש בקטניות כמקור חנקן חליפי לגידול. בעוד שהוספת גידולי השירות לממשק החקלאי מלווה ביתרונות רבים (כגון: שיפור מבנה הקרקע, הגברת המגוון הביולוגי, שמירה על הקרקע ועוד), השפעתם על מחזור החנקן אינה תמיד מועילה, ולעיתים מגבירה את שטפי החנקן הדו חמצני לאטמוספירה, ואף מקטינה אוגר החנקן בקרקע עקב שינוי היחס בין הפחמן והחנקן.

מושב שביעי – הרצאה 2

גיבוש ממשק לניהול עשבים וצמחים פולשים בסביבה חקלאית-נחלית

¹מאור מצרפי, ^{1,2}סמדר טנר ³רון כפיר, ⁴רועי אגוזי, ²יעל לאור

- ¹המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני, מרכז מחקר נווה יער.
²היחידה למיחזור פסולות, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני, מרכז מחקר נווה יער.
³משק מודל לחקלאות בת קיימא, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.
⁴התחנה לחקר הסחף האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

maorm@volcani.agri.gov.il

שטחים חקלאיים רבים בישראל, במיוחד באזור הגליל ועמק יזרעאל, נמצאים בסמיכות לבתי גידול טבעיים, שמורות טבע, נחלים ומקורות מים שונים. סביבות אלו מהוות אתגר לניהול ממשקי גידול חקלאיים תוך פגיעה מינימלית בבתי גידול טבעיים. שימוש תדיר בכימיקלים (דשנים וחומרי הדברה) בממשקים קונבנציונליים עלול להפר את האיזון האקולוגי במערכות טבעיות ולפגוע בשירותי המערכת אותן הן יכולות להציע למערכות הייצור החקלאיות. בנוסף לכך, תהליכי סחף קרקע בשדה החקלאי, אשר מואצים תחת ממשקי עיבוד אינטנסיביים, עלולים להביא לסתימה של אפיקי מים סמוכים. במסגרת עבודות תחזוקה שגרתיות, רשויות הניקוז חופרות את הקרקע הצבורה באפיק (אדמת סחף), ובהיעדר חלופות מתאימות, אדמות הסחף מוערמות על גדת הנחל/שולי השדה. ערימות הסחף מהוות מקור להתבססות של עשבים רעים וצמחים פולשים, ועם הזמן גדל בנק הזרעים של מינים אלו באדמות סחף לפני או מיד לאחר השבתן לשדה החקלאי, במטרה להפחית את הסיכון של שיבוש השדה בעשבים וצמחים פולשים. לאחר פינוי הערימות מהאזור הסמוך לנחל, וכחלק משיקום השטח, מתקיימים מאמצים לפיתוח של רצועת חיץ בין השדה החקלאי לסביבה הטבעית. מטרת רצועת החיץ היא לבודד את ההשפעות ההדדיות בין השדה החקלאי לנחל ובכך להפחית, בין היתר, את הסחף המגיע אל האפיק. עשבים וצמחים פולשים אשר אינם רצויים בסביבה החקלאית-נחלית עלולים לגרום לירידה ביכולת התפקוד של רצועת חיץ ובהתבססות של מיני צמחים רב-שנתיים רצויים המרכיבים את הרצועה. בנוסף לכך, צמחים אלו יכולים להוות פונדקאים שניוניים למזיקים הפוגעים בגידול החקלאי הסמוך. המחקר שיתואר בהרצאה הוא חלק מהפלטפורמה החמישית במשק המודל לחקלאות בת-קיימא במרכז המחקר נווה יער, אשר עוסקת בשיקום נחלים לצד סביבה חקלאית ובנחל נהלל כמקרה בוחן. במחקר זה אנו בוחנים דרכים להדברה וריסון של עשבים וצמחים פולשים (כגון: קיקיון מצוי, קנה מצוי ולכיד הנחלים) בסביבה החקלאית-נחלית. ההתייחסות הכוללת לעשבים וצמחים פולשים באדמות הסחף, בשדה החקלאי, ברצועת החיץ והנחל, מהווה חלק מגישה הוליסטית של טיפול במפגעים אלו בסביבה החקלאית-נחלית.

מושב שביעי - הרצאה 3

אגרופורסטרי ים-תיכוני - שילוב של גידולי שדה ומטע

אײל בן שמחון^{1,2}, אורן שלף¹, ז׳יזזה גרינצוויג²

¹המחלקה למשאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

²הפקולטה לחקלאות האוניברסיטה העברית.

eyal.ben-simchon@mail.huji.ac.il

הדרישה למזון בכמות ובאיכות מספקת, וההבנה שלאופן ייצורו יש השלכות כלכליות וסביבתיות נרחבות - מגבירה את הדחיפות לביסוס של ממשקים חקלאיים יעילים ויציבים, שאינם מכלים את משאבי הטבע בעידן של שינויי אקלים גלובליים. לפי ארגון המזון והחקלאות העולמי של האו"ם (FAO) ודו"חות ה-IPCC האחרונים מתחזקת ההבנה שממשקים כאלה כרוכים באסטרטגיה של עיצוב מחודש של המרחב החקלאי באמצעות שילוב גידולים (Intercropping) ובעיקר ממשקי אגרופורסטרי המשלבים במרחב עצים-גד"ש-ובע"ח (Agroforestry). ספרות המחקר מצביעה על יתרונות רבים של שילוב גד"ש ומטע כתוצאה מיעילות בניצול השטח החקלאי ותמיכה בשירותי המערכת האקולוגית שבבסיס הייצור החקלאי. בנוסף, מצטברות ראיות לכך שמערכות חקלאיות בממשק אגרופורסטרי הן בעלות חוסן גבוה לשינויים, תומכות בבריאות הקרקע ובקיבוע פחמן ומצמצמות פגיעה סביבתית.

כיום ענפי החקלאות בישראל מופרדים לחלוטין זה מזה ומבוססים על חקלאות חד-גידולית (Monoculture). אחידות הממשק החד-גידולי מובילה לפגיעות גבוהה וחוסן נמוך של מערכות ייצור המזון בפני שינויים כלכליים ואקלימיים. לפגיעות זאת יש השפעות סביבתיות נרחבות, והיא מקושרת לרגישות למחלות ומזיקים, פחת ביבול, חשיפה לחדירה של מינים פולשים.

מטרת המחקר לבחון באופן שיטתי מערכות חקלאיות משולבות גד"ש ומטע, ולעמוד על מנגנוני התחרות על משאבים בין העצים לעשבונים למול מיתון התנאים האקלימיים שהאינטראקציה יכולה לאפשר. תובנות המחקר יאפשרו התאמות לאימוץ של שילוב גידולים בחקלאות הישראלית ובאקלים המקומי. אנחנו מתמקדים בשילוב דגן וקטנית במטעי זית ומעמיקים בחקר יחסי הגומלין שבין העץ לגידול העשבוני, כדי שנוכל בהמשך לעצב מערכות חקלאיות חדשניות, יצרניות ובעלות חוסן. אנחנו שמים דגש על ההשפעות המיקרו-אקלימיות בין הגידולים ובנוסף על השפעת השילוב על בריאות הקרקע. אציג את תחום האגרופורסטרי, כפוטנציאל לממשק חקלאי בר-קיימא לים התיכון, ותוצאות ראשוניות ממחקר שדה.

מושב שביעי - הרצאה 4

השפעת צפיפות הזריעה וגודל הצמח של גידולי שדה על ייצור חומר יבש

שמוליק פרידמן

המחלקה לפיסיקה סביבתית והשקיה, המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי,

מכון וולקני.

vwsfried@agri.gov.il

המחלקה לגידולי שדה, מושקים ובבעל, מהווים את הרוב (כ-90%) של שטחי הגידול בעולם, ומטמיעים כ-12 PgC/y, כ-10% משיעור ההטמעה העולמי. קצב ייצור החומר היבש בתקופת הגידול הקצרה של מספר חודשים הוא מהגבוהים בממלכת הצומח, ובממוצע, נקלטים כ-1.75 גרם פחמן אטמוספרי לכל 1 גרם חומר יבש. לכן, חשוב להעריך את תרומתם של גידולי שדה שונים, ואת השפעתם של גורמי ממשק חקלאי שונים, לא רק על ייצור מזון לבני אדם ולחיות משק, אלא גם על קיבוע פחמן מהאטמוספירה כחלק ממחזור הפחמן העולמי.

אחד המשתנים החקלאיים החשובים הקובעים את ייצור החומר היבש של גידולי שדה הוא צפיפות הזריעה. בהרצאה אתאר מטה-אנליזה של נתונים מהספרות של ייצור חומר יבש ליחידת שטח ($DMa, kg/m^2$) או לצמח ($DMp, kg/pl$) מול צפיפות הצמחים ($N, pl/m^2$) ($DMa=NDMp$) עבור 8 גידולי שדה עיקריים, 4 דגניים: חיטה, תירס, דורה ודוחן פנינה, ו-4 ממשפחות אחרות: סויה (קטניות), חמניות (מורכבים), לפתית (מצליבים) וכוסמת (ארכוביים).

כאשר משלבים את כל גידולי השדה יחד, נראה כי ייצור החומר היבש השטחי אינו תלוי לכאורה בצפיפות אוכלוסיית הצמחים, $DMa=1.24N-0.03$. עם זאת, כאשר מנתחים בנפרד כל אחד מהגידולים ישנה מגמה ברורה של גידול DMa עם $DMa=aNb$, N , עם מעריך (b) ממוצע של כ-0.25. המעריך (b) עבור הגידולים השונים עולה באופן שיטתי עם ירידה בצפיפות הזריעה הממוצעת, מכ-0 ל- N של 1000 pl/m^2 לכ-0.5 עבור N של 1 pl/m^2 . הקשר בין DMa ל- DMp מתואר על ידי $DMa=3.4DMp0.38$, וחריגות ממנו מצביעות על כך שייצור חומר יבש מירבי של חיטה מושג בעיקר על ידי צפיפות זריעה גבוהה יותר, בעוד זה של תירס, חמניות ודורה מושג על ידי גודל צמח בודד גבוה.

מושב שביעי – הרצאה 5

דישון עלוותי של זרחן מוצק: בחינת מנגנונים כימיים, פיזיולוגיים ומיקרוביאליים על פני שטח העלה המאפשרים קליטת זרחן דרך העלים

^{1,3}אלנתן גולן, ²אבנר גרוס, ³נורית אגם, ¹רן אראל

¹מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני, מרכז מחקר גילת.

²אוניברסיטת בן גוריון, המחלקה לגיאוגרפיה סביבתית.

³בית הספר הבינלאומי ללימודי מדבר, אוניברסיטת בן גוריון, קמפוס שדה בוקר.

elnatangolan2@gmail.com

זרחן (P) הוא הגורם המגביל השני בחשיבותו להתפתחות הצמח. הזרחן מגיב עם מינרלי הקרקע או שוקע עם סידן ולבסוף, מתקבע לתרכובות בלתי מסיסות אשר זמינותן לצמח מוגבלת ביותר. כתוצאה מכך יעילות הניצול של דשני זרחן היא נמוכה ביותר. בנוסף, רוב הדשנים הזרחניים מיוצרים מסלע פוספט, שמוגדר כמשאב מתכלה. לכן, יש צורך להתגבר על קיבוע הזרחן בקרקע ולפתח שיטות הזנה יעילות יותר.

דישון עלוותי בזרחן נמצא יעיל ביותר, אך אינו נמצא בשימוש נרחב עקב מחיר גבוה, חשש מצריכות ופגיעות נוספות בעלים שמופיעות כבר בריכוז של 0.5% בלבד. לאחרונה נמצא שאבק שנחת על גבי העלה יכול להוות מקור לזרחן. במחקרים שערכנו, מצאנו שגם צמחים מתורבתים כמו חיטה וחימצה (חומוס), אשר הורעבו לזרחן הצליחו לקלוט בצורה מובהקת זרחן שיושם על העלים והביומסה שלהם הוכפלה. איפיון ורתימה של מנגנוני קליטת הזרחן הם ליבת המחקר הנוכחי.

בשנה האחרונה גידלנו כ-10 זנים שונים של חומוס הכוללים זני בר ותרבות וכן כ-50 קווי אינטרוגרסיה של חיטה, תוצרי הכלאה בין חיטת הבר (Zavitan) לדורום עלית (Svevo). הצמחים דושנו עלוותית באבן זרחן והבדלים מובהקים התגלו ביכולתם לקלוט זרחן מהאבקה על העלה. זנים מסוימים הראו עלייה בביומסה של כ-60% לעומת זנים שהגיבו בירידה של כ-20%. בנוסף, הבדלים מובהקים בתכונות הכימיות על גבי העלה הראו שזנים מסוימים מחמיצים את פני שטח העלה יותר מאחרים וכן שיש קשר ישיר בין ה-pH, ויכולת הצמח לאחוז אבק. המשך המחקר מתבצע כרגע עם זנים נבחרים בהם נבדקות התכונות הפיזיולוגיות על פני שטח העלה, סימביוזה עם חיידקים הנמצאים על העלה ויכולים לאפשר את הפיכת הזרחן לזמין. תוצאות מחקר זה עשויות להאיץ פיתוח אסטרטגיות הזנה חדשניות ע"י יישום דישון עלוותי מוצק.

מושב שמיני - חקלאות מדייקת

טרין פז כגן, אנה ברק



מושב שמיני – הרצאה 1

השקיה מדייקת בתירס וכותנה: גישות ומקורות נתונים לאזורי ממשק והשוואה להשקיה אחידה

¹יפית כהן, ^{1,2,3}אלכס ברסקי, ^{1,2,3}אזשר בוכריס ¹אוהליאב קיסר, ¹גיא לידור, ¹איתן גולדשטיין, ⁴אביבה פיטרסד, ²אלון בן-גלב

¹המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי.

²המכון לקרקע ומים, גילת, מנהל המחקר החקלאי.

³הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות.

⁴חברת TerraVision.

yafitush@volcani.agri.gov.il

מחקר רב-שנתי שעסק בהערכה ומיפוי של מצב מים בכותנה באמצעות צילומים תרמיים מן האוויר העמיד את הבסיס לבחינת השקיה מדייקת ברמה חצי-מסחרית. נמצא קשר ליניארי יציב בין מדד העקה התרמי (CWSI) ובין פוטנציאל המים בעלה (Leaf water potential – LWP) מחד ופוחת הליך לחישוב CWSI והתבסס שמאפשר מיפוי של מצב המים בצורה מדוייקת ומהירה בקנה מידה של השדה השלם. השקיה מדייקת מיושמת בדרך כלל באמצעות חלוקת השדה לאזורי ממשק. בעונות 2019 ו-2020, קודמו שני שלבים ביחס לתיחום אזורי ממשק: 1. נבדק ויושם הליך לתיחום אזורי ממשק סטטיים באמצעות שכבות מידע של הקרקע (מוליכות חשמלית של הקרקע וטופוגרפיה), יכול היסטורי ושכבת מדד צמחיה ספקטראלי 2 ; NDVI. בוצעה השוואה בין אזורי ממשק סטטיים ודינאמיים (המתבססים על חישה מרחוק מולטי-ספקטראלית ותרמית לאורך העונה) ביחס להומוגניות של מצב המים שלהם. ההשוואה בין אזורי ממשק סטטיים ודינאמיים נעשתה בשדה בגילת בו מותקן קונוע להשקיה מדייקת. ההשוואה הראתה כי בתירס בשלבים הווגטיבי ופרודוקטיבי מדד ה-GVF (Goodness of Variance fit) של גובה הצמחים היה גבוה יותר באזורי הממשק הדינאמיים שהתבססו על חישה מרחוק מולטי-ספקטראלית ב-30% וב-15%, בהתאמה. בכותנה, ה-GVF בשלב הווגטיבי ערכי ה-GVF דינאמיים היו גבוהים יותר ב-30% ואילו בשלב הפרודוקטיבי ההבדלים היו פחות יציבים אך הגיעו במקסימום לכ-40%. בעונת 2020 בוצעה השוואה בין השקיה מדייקת על בסיס אזורי ממשק סטטיים ובין השקיה אחידה כאשר ההשקיה המדייקת החלה רק בשלב הפרודוקטיבי ומצב המים בכל אזור ממשק נקבעה באמצעות צילומי רחפן תרמיים. ההשוואה נעשתה בשלושה אזורים שונים בתוך השדה. לא נמצאו הבדלים לא ביבולים ולא ביעילות השימוש במים. בעונת 2021, בוצעה השוואה בין שלושה טיפולים: השקיה מדייקת על בסיס אזורי ממשק סטטיים ודינאמיים והשקיה אחידה כאשר ההשקיות המדייקות החלו כבר בשלב הווגטיבי. השקיה מדייקת לפי אזורי ממשק דינאמיים השיגה יכול גבוה יותר ב-5% ויעילות שימוש במים ב-16% ביחס להשקיה האחידה. לעומת זאת, ההשקיה המדייקת על בסיס אזורי ממשק סטטיים הגדילה את יעילות השימוש במים ב-7% אך היכול היה קטן ב-4%.

מושב שמיני – הרצאה 2

רובטיקה בשירות חקלאות מדייקת

אביטל בכר

המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי - מכון וולקני.

avital@volcani.agri.gov.il

רובוטים הם מכונות שניתן לתכנת לבצע משימות ספציפיות, לקבל החלטות ולפעול בזמן אמת. הם נדרשים בתחומים שונים שבדרך כלל דורשים הפחתת כוח אדם ועומס עבודה, והם מתאימים ביותר ליישומים הדורשים דיוק ותפוקה גבוהה בתנאים קבועים. עם זאת, אין להם את היכולת להגיב לאירועים לא מוגדרים, לא ידועים, משתנים ובלתי צפויים. ההיתכנות הטכנית של רובוטים חקלאיים למגוון משימות חקלאיות הוכחה באופן נרחב. עם זאת, למרות כמות המחקר הרבה, יישומים מסחריים של רובוטים מסחריים בסביבות חקלאיות מורכבות עדיין אינם זמינים.

חקלאות מדייקת הוצגה לראשונה לפני כארבעה עשורים. הטכניקות והמחקר בחקלאות מדייקת בוצעו לארבעה יעדים עיקריים: הגדלת הפריון החקלאי, הגדלת איכות התוצרת, הפחתת עלויות הייצור והפחתת ההשפעה הסביבתית.

עד לאחרונה, המחקר בתחומי הרובטיקה החקלאית והחקלאות המדייקת התפתח בדרכים מקבילות עם מעט אינטראקציה ביניהם.

בהרצאתי אראה פיתוח של גישות משולבות ותפיסות תפעול הן של רובטיקה והן של חקלאות מדייקת, יצירת אלגוריתמים חכמים לחישה, תכנון, בקרה וקבלת החלטות. כמו כן אראה כיצד האינטגרציה בין חקלאות מדייקת, רובטיקה ובינה מלאכותית מובילה את הדרך לחקלאות חכמה ואציג מספר פיתוחים של רובוטים חקלאיים לביצוע משימת חקלאות מדייקת.

מושב שמיני – הרצאה 3 שילוב נתונים מטאורולוגיים וספקטראליים להערכת תכונות פיזיולוגיות בחמצה

בתנאי שדה

1עומר פרח,¹שחל עבו,¹אסף אבנרי,²אור רם,¹איתי הרמן

¹הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
²משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

Omer.perach@mail.huji.ac.il

חמצה היא אחת מגידולי הקטנית החשובים בעולם. גרגרי החומס מהווים מזון בעל ערך תזונתי לאוכלוסיית העולם בזכות ריכוז גבוה, יחסית לדגניים, של חלבון, סיבים תזונתיים ומינרלים. מרבית שטחי המזרע בעולם אינם מושקים והגידול נזרע כגידול אביב כאשר הצמח נסמך על מים שנצברים בקרקע מעונת הגשמים; עם יכול ממוצע של כ – 1 טון להקטאר. בעקבות מחקרים שנעשו במכון וולקני בשנות ה-60, מועד הזריעה בישראל הוקדם לאמצע החורף, זאת בכדי לנצל את הגשמים בשלבי הגידול המוקדמים, ובתום הגשמים, מתן השקיה בכדי לתמוך בפריחה ותרמול. בשיטת גידול זו נרשמו יכולים של עד 6 טון להקטאר. למרות זאת, המשימה למימוש פוטנציאל יכול החמצה לא פשוטה לחקלאים בישראל. כגידול בלתי מסיים, מועד תחילת ההשקיה ומנות ההשקיה לאחר מכן הן קריטיות ליכולת הצמח להתמיד בפריחה והתרמול לאורך זמן; המפתח ליכולים גבוהים. לאור זאת, ניטור תכונות פיזיולוגיות בחמצה על פני שטח גדול ובזמן קצר יכול לתמוך בהחלטות תפעוליות כמו מועד השקיה או ניטור אזורים עם גדילה מואטת בתוך השדה. מחקר זה בחן את השילוב בין מידע מתחנות מטאורולוגיות ומידע ספקטראלי מהלוויין סנטינל-2 להערכת תכונות פיזיולוגיות כמו מדד שטח עלה, פוטנציאל מים ויכול. שיפור של שורש ממוצע סכום הטעויות הריבועיות (RMSE) התקבל בכל אחת מהתכונות כאשר הוכנסו למודל משתנים סביבתיים. ערך ה-RMSE של מדד שטח עלה ירד מ- 0.94 ל- 0.9, ליכול סופי ירד מ- 0.96 טון להקטאר ל- 0.9 ולפוטנציאל מים ירד מ- 3.01 באר ל- 1.77 באר. מכאן ניתן להסיק ששימוש במידע מטאורולוגי וצרוף המידע הספקטראלי משפר את יכולתנו להעריך תכונות צמחי חמצה במהלך עונת הגידול בשדה.

מושב שמיני – הרצאה 4

ניתוח צילומי לוויין לזיהוי שונות בחלקה ללא עלות

[הראל גרינבלט](#)^{1,2}

¹שה"מ, משרד החקלאות.

²אוניברסיטת חיפה.

harelg@shaham.moag.gov.il

כיום מספקות כמה חברות גישה נוחה לצילומי לוויין, הכוללים מדדי צימוח שונים, ביניהם אשר מצוטט במחקרים רבים. מדד ה-NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), הנחשב למדד הצימוח הנפוץ ביותר, 1973, ומאז הוא מהווה כלי לזיהוי ולכימות אזורים עם צימוח. בשלוש שנים האחרונות פותחו בשה"מ כמה אתרי אינטרנט, המבוססים על אתר אינטרנט ייעודי לניתוח צילומי לוויין ובאמצעותם יכול כל אדם לצפות במדדי ה-NDVI בכל מקום, ללא תשלום וללא צורך בהרשמה.

לפני שהחל השימוש בצילומי הלוויין, נאלצו החקלאים לסייר בין חלקותיהם ללא כל הכוונה כדי לדלות את הנתונים מהשטח, אולם כיום ביכולתם לאתר אזורים שבהם הצימוח מוגבר או מועט, ולהתמקד רק באזורים הבעייתיים.

באתרים, שאציין להלן, נעזרים כמה עשרות משתמשים קבועים, בעיקר חקלאים ומדריכים אך גם חוקרים וחברות מסחריות מוצאים בהם תועלת. אתרים לצפייה במדדי NDVI בסדרת זמן (אנימציה) אתר המיועד למחשב: <https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-animation>

אתר המיועד לטלפון הסלולרי: <https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-m>

אתר לקבלת גרף NDVI ממוצע לחלקה:

<https://harelg25.users.earthengine.app/view/ndvi-chart>

אתרים אלה ידידותיים למשתמש, כשהמשתמש רק צריך להיכנס לאתר, להתמקד באזור הרלוונטי לו ולהתאים את התאריך. שכבת ה-NDVI תתעדכן אוטומטית לפי האזור הנבחר.

האתרים מבוססים על לווייני סנטינל 2, שהם בעלי רזולוציה מרחבית של 10 מטרים, כלומר 10 פיקסלים בדונם, וזמן חזרה של 5 ימים. בשל גודל הפיקסל, אתרים אלה נחשבים מתאימים ביותר עבור גידולים בשטח פתוח, כמו דגנים וירקות. בכל אחד מהאתרים ישנו סליידר, המאפשר לנוע בקלות בין תאריכים שונים, וכך אפשר לזהות בקלות ולהשוות את הדפוס בחלקה ולצפות בשונות המרחבית.

מושב שמיני – הרצאה 5

קביעת מינרלים בצמח בשיטות ספקטרליות ככלי לקידום מערכת מתקדמת לקביעת מימשק דישון בגידולים חקלאיים

¹אורי ירמיהו, ²ויקטור אלחנתי, ¹אור שפרלינג, ²זאב שמילוביץ, ²טל רפפורט, ¹עומר חן, ¹אביעד פרי, ²קלרה שנדר ¹וריבה גברילוב

¹מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני.
²המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי – מכון וולקני.

uri4@agri.gov.il

חקלאות העולם נדרשת לדישון מדויק להפחתת זיהומים, שיפור יכולים והבטחת קיימות כלכלית. אלא שמדידות מעבדה כימיות הנדרשות להערכת מצב ההזנה של הצמח, הן יקרות, דורשות מיומנות ומקצועיות רבה ונמשכות זמן רב. השימוש בשיטות אנליטיות שונות לקביעת ריכוז המינרלים בצמח מקשה על ביסוס מסדי נתונים גדולים. כך, מערכות קבלת החלטות לדישון מסתמכות כיום על מדידות פרטניות שמתאימות למועד קבוע המתקיימות פעם אחת בעונה. בגידולי שדה לעיתים אף מוותרים על בדיקות מינרליות בגלל הזמן הממושך שלוקח עד קבלת התשובות והיכולת ליישם דישון מותאם. לכן, יזמנו להמיר את השיטות הכימיות אנליטיות בשיטות חדשניות המתבססות על ספקטרומטריה וסטטיסטיקה. ראשית פתחנו מערכת לייצור רקמות צמחיות המכילות ריכוזי מינרלים בטווח רחב. בהמשך, אמצנו טכנולוגיות ספקטרליות (אדום-קרוב ורנטגן) לזיהוי מינרלים מתעשיות מקבילות (גאולוגיה, מזון ורפואה) תוך שילוב מגוון כלים חישוביים לכיול מודלים כמומטרים על-פי המטריצות הכימיות בצמחים. המדידות הספקטרליות התאימו למדידות מעבדה כימיות (מקדם התאמה גדול מ-0.85) של מרבית יסודות ההזנה החיוניים לצמחים. המדידות היו הדירות מאוד (שונות של פחות מ-1% בין מדידות חוזרות של אותה רקמה) וסטיית המדידה הסתכמה ב-5% מתוצאות המעבדה (בתווך הסטייה המקובל במדידות מינרלים בצמחים לחקלאות). העבודה נעשתה על מגוון רחב של גידולים כולל: כותנה, עגבנייה, פלפל, גפן, שקד, בזיל, רימון, אבוקדו, זית, בננה ועוד. השיטה החדשה מהירה במיוחד וההוצאות הנלוות להן נמוכות משמעותית מעלויות המדידה במעבדות כימיות. הרחבנו את פעילותנו מהמחקר לתעשייה על-ידי תמיכה במעבדות שירות שדה חקלאיות בישראל ובהודו (בשיתוף עם כי"ל). כעת, אנו מתעדים לסרוק את מירב הגידולים החקלאיים בישראל לאורך כל עונת הגידול כדי לייצר מסדי נתונים גדולים ופיתוח האלגוריתמים שנדרשים לביסוס מערכות קבלת החלטות ממחושבות והנחיית הדישון בחקלאות.

פוסטרים



Evaluating the Effects of Environmental Conditions and Biotic Factors on Antimicrobial Activity of Algal Biocontrol Agent

Bernard Ng'eno^{1,2}, Yaron Shitrit² and Hagai Raanan¹

¹Gilat Research Center, Volcani Institute, Ministry of Agriculture, Israel.

²The Jacob Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev.

ngenob@post.bgu.ac.il

Many of the most dangerous plant pathogens are soil-borne fungi. The chemical fungicides used to combat them are mostly ineffective. Additionally, in the absence of a suitable host, they form dormant structures that are tolerant to environmental stresses and pesticides. Pesticides are toxic, and their accumulation in plants and soils poses a serious threat to humans and the environment. Currently, extensive research has focused on developing sustainable solutions such as biological control agents. However, the complex interactions of these agents with their biotic and abiotic environments pose challenges to the development of effective BCAs. Co-culturing of a green microalga isolated from a BSC in the NW Negev significantly inhibited the growth as well as the production and viability of the resting structure of several pathogenic fungi, including *Rhizoctonia solani*. Its resilience and observed antifungal activity make this alga a promising candidate for the development of a biological control agent against soil-borne pathogenic fungi. We initiated an experiment to investigate the effects of different light conditions, salinity levels, and various media on the antimicrobial activity of this green alga against *R. solani*. The results show that cultivating the green algae under light conditions trigger production of antifungal molecules which suppress production of melanin. Additionally, spent medium from the microalgae cultured in TAP supplemented with 0.2 mM NaCl was found to reduce growth significantly while reducing melanin production, which is associated with pathogen virulence. Currently, experiments planta are underway to establish its effectiveness on suppressing the effect of pathogen on plants.

Manipulating the structural and biochemical traits of the tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit skin as a strategy to improve fruit quality

Gulab Chand Arya¹, Ekaterina Manasherova¹ and Hagai Cohen¹

¹Department of Vegetable and Field Crops, Institute of Plant Sciences; Agricultural Research Organization (ARO), Volcani Institute, Israel

garya56@gmail.com

The outermost epidermal surfaces of plants are covered by the lipophilic protective barrier known as the cuticle. The cuticle is mainly composed of the cutin polymer - a blend of C16 and C18 fatty acid derivatives cross-linked to a glycerol backbone by ester bonds. To investigate the roles of the tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit skin cuticle, we generated transgenic tomato fruit overexpressing the *Arabidopsis thaliana* GPAT4 (*AtGPAT4*) - a key cutin biosynthetic gene, or the *Fusarium oxysporum lycopersici* Cutinase (*FolCut*) that breaks down the cuticle by hydrolyzing the ester bonds linking cutin monomers. Both manipulations were driven under the fruit skin-specific promoter of the *S. lycopersicum* *SHINE3* gene (*pSISHN3*). Transgenic plants displayed similar morphologies as wild type M82 plants, however, *pSISHN3:FolCut* fruit showed severe skin damage, increased permeability and lost more water during postharvest storage unlike wild type M82 and *pSISHN3:AtGPAT4* fruit. Light and electron microscopy demonstrated that the epidermal cells of *pSISHN3:FolCut* fruit have altered patterning and severe micro-cracks, while epidermal surfaces of *pSISHN3:AtGPAT4* fruit were relatively flat compared to those of wild type M82 fruit. Surprisingly, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) inferred lower and higher cutin and epicuticular wax contents in *pSISHN3:AtGPAT4* and *pSISHN3:FolCut* fruit, respectively. These metabolic rearrangements in the fruit skin cuticle were then corroborated by various microscopic analyses. Currently, skin samples from these fruit is subjected to RNA-Seq profiling expecting to shed light on the effects of these manipulations on the fruit skin transcriptome, and to provide additional explanations for the metabolic changes detected.

Effects of Gibberellin and Paclobutrazol on Potato

Phenology and Tuber Yield

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

¹Agriculture Research Organization, Volcani Institute, Gilat Israel

²Jacob Blaustein Institutes for Desert Research, Ben Gurion University of the Negev, Israel

nomosam@post.bgu.ac.il

Potato is the fourth largest consumed crop globally, climate change effects plant phenology by reducing tuber yield and quality. Higher temperatures and long photoperiods orient the sink to source balance in favor of canopy. Gibberellin (GA) is elevated by both conditions delaying tuber initiation and growth. GA effects on potato phenology have been tested as an agricultural practice to control tuber size for intermediate planting size thus 'Seed tubers'. Additionally the GA inhibitor Paclobutrazol (PBZ) used in agriculture, reduces GA levels and tip the balance to tubers. Tuber initiation is early and growth is faster. These finding suggests PBZ as a means to regulate tuber growth in warm climates. In this study we utilize GA3 and PBZ in an agricultural field to probe the effects of GA levels in regulating tuber size and growth rate. Foliar application of GA3 increased seed tubers in previous studies and late PBZ application increases tuber size. We hypothesize that timely application of PBZ to GA3 treated plants will drive early uniform tuber filling for a shorter potato growth cycle. Additionally we aim to understand the molecular workings underlying the action of the tuber forming signal protein *Solanum tuberosum* SELF PRUNNING 6A (StSP6A).

פיתוח מודל למידת מכונה המבוסס על מידע מולטי-מודאלי להערכת תכונות התאמת החיטה לשינויי אקלים

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

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

²הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, חיפה.

³מנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני, ראשון לציון.

alexander.pivchenko@mail.huji.ac.il

חיטה (*Triticum sp.*) היא אחד מהגידולים החשובים בעולם. היקפי הגידול של החיטה, חשיבותה לביטחון התזונתי והתנודתיות האקלימית המתגברת, מחייבים האצה של תוכניות טיפוח לזני חיטה עתירי יכול המותאמים לשינויי האקלים. כיום ניתן לאסוף מידע פנוטיפי רב במגוון כלי חישה רבי הספק ויש צורך לפתח יכולות עיבוד המשלבות נתונים ממגוון מקורות. לאחרונה אנו עדים לעלייה בהיקף המחקר העוסק בלמידת מכונה בתחומים השונים של החקלאות אך הפוטנציאל בתחום עדין רחוק ממיצוי. מטרת המחקר היא לפתח כלי לעיבוד מידע פנוטיפי ממגוון מקורות לצורך הערכת תכונות צמחי חיטה. במחקר זה, אנו מציעים שילוב של דימומים שנאספו ממצלמות נשיאות רחפנים יחד עם מדדים סביבתיים שיעובדו בעזרת מודלים חדישים של למידת מכונה במטרה לשפר את אומדני האפיון הפנוטיפים של חיטה תוך שימוש בכל מקורות המידע יחד ובנפרד. ניסוי שדה הועמד במערכת אל-מטר בחוות הפקולטה לחקלאות ברחובות במטרה לאפיין את תגובת אוסף קווי חיטת לחם, הכולל זנים מסחריים וקווי טיפוח (WheatMAX panel, n=300), תחת תנאי השקיה מיטביים ועקת יובש טרמינלית. איסוף הנתונים נעשה לאורך עונת הגידול מהאוויר באמצעות רחפנים הנושאים מצלמות היפרספקטרלית ושלושה ערוצים בתחום הנראה (RGB). כמו כן על הקרקע בוצעה מדידת תכונות צמח מורפו-פיזיולוגיות ונאספו נתוני אקלים. הנתונים כולם הוספו למאגר מולטי-מודאלי שהנתונים בו מעובדים בכלים של לימוד מכונה. לפי התוצאות הראשוניות ניתן לראות יכולת הערכת מדד שטח עלה על בסיס דימוטי RGB ברמת דיוק של דימות היפרספקטרלי כאשר הערכים עמדו על ($R^2 \sim 0.7$, $RMSE \sim 0.3$). לכן, להערכתנו שילוב מודל מתקדם יאפשר העלאת איכות החיזוי ושיפור תהליך הטיפוח של זני חיטה חדשים המותאמים לאקלים החזוי באזורנו.

שימוש בריסוס סיליקון לשיפור סבילות לחום בעגבניות

גבריאלה היינט¹, רבקה אלבאום¹

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

gabriela.haint@mail.huji.ac.il

טמפרטורות קיצון פוגעות בחנטת עגבניות על ידי פגיעה במיזזה והתפתחות האבקה, התארכות עמוד העלי מעבר לקונוס האבקנים, ופגיעה בנביטה והתפתחות האבקה על הצלקת. פגיעה בחנטה משבשת את אספקת העגבניות בסתיו וגורמת לאיבוד יכול המגיע לעשרות אחוזים. ייבוא של עגבניות מספרד וירדן פוגע בחקלאים המקומיים ומסכן בהכנסת מזיקים ומחלות חדשים. ההצעה לפתרון בעיה זו היא ריסוס צמחי העגבניה בחלקיקי 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 בחרנו זן עגבניה הרגיש לחום וגידלנו אותו בעצמים בפיטוטרון תחת תנאי טמפרטורה אופטימליים וחמים. כאשר הצמחים הגיעו לשלב הפריחה ריססנו את הצמחים בחלקיקי סיליקה המורשים לשימוש אותם ניתן לרסס על הצמחים. עקבנו אחר מורפולוגית הפרחים והפירות בצמחים מטופלים לעומת צמחי ביקורת. תוצאות ראשוניות הראו כי טיפולי הסיליקה אינם מזיקים לצמח, ובתנאי טמפרטורה אופטימליים ישנה השפעה חיובית על חנטת פירות לאשכול. במידה ותוצאות המחקר חיוביות יהיה ניתן לפתח לפיהן המלצות לטיפול בעגבניות.

פיתוח אבטיפוס של מערכת חיזוי יכול חיטה עונתי לישראל בעתות של שינויי אקלים

מנחם יותם^{1,2}, אהוד שטרובך¹, רואי בן דוד³, אבימניו ראוי¹

¹המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ראשון לציון.
²הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות.
³המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ראשון לציון.

yotam.menachem@mail.huji.ac.il

ההתעניינות במודלים לחיזוי יכול עולה בשנים האחרונות, בשל היכולת שלהם לחזות יכול בתנאי אקלים משתנים. נמצא שמודלים מצומדים אקלים - צמח מתארים בצורה טובה יותר את המעגל השנתי של שטפי פחמן דו חמצני בין הצמח לאטמוספירה ואת השונות באינדקס כיסוי העלים. אחת ההתפתחויות בתחום תחזיות היכול, הרלוונטית למחקר זה היא ביצוע תחזיות יכול בעזרת מודל יכול המצומד למודל אקלים. לפני מספר שנים, מודל הקרקע MP-Noah צומד למודל יכול ולאחר מכן שולב כחלק ממודל האקלים האזורי WRF. התפתחות גידול החיטה בתנאי שדה משולבת במודל בעזרת מספר פרמטרים פיזיולוגיים, לדוגמא, הטמעת פחמן זמין מהאטמוספירה לחלקי הצמח השונים. הוויסות משתנה בהתאם לשלבי ההתפתחות של הגידול שנקבעים על פי ימי המעלה שנצברים לאורך עונת הגידול. למרות התפתחות זו, כיום אין תחזיות עונתיות ליכול חיטה בישראל. ישנם מספר פערים במודל שדורשים השלמה בהקשר של חיטה בכלל וישראל בפרט. אחד הפערים המרכזיים בחלק של מודל היכול נובע מכך שלא נעשתה התאמה של הפרמטרים עבור זני חיטת אביב המגודלים בארץ.

השערת המחקר היא שפרמטרים פיזיולוגיים של הצמח משתנים עבור זני חיטה המותאמים לאזורי גידול שונים ומטרות יכול שונות. מחקרים מראים שהטמעת נתונים ממדידות שטח לכיול הפרמטרים יכולה לשפר מאוד את הביצועים של מודלים פיזיקליים.

בשלב הראשוני של המחקר אנו מבצעים איסוף של סט נתונים התחלתי לאורך עונת גידול 2022-2023 אשר יאפיין את זני החיטה המגודלים בישראל. סט הנתונים יהווה בסיס לכיול הפרמטרים של מודל היכול, ואלו יאפשרו הרצה של המודל בתנאי אקלים משתנים. אנו נציג תוצאות ראשוניות מאיסוף הנתונים והרצות של המודל המצומד.

Genetic dissection of the maturity trait reveals a significant flowering pattern effect in peanut

Srinivas Kunta^{1, 2*}, Yael Levy², Ilan Hedvat², Shahal Abbo¹ and Ran Hovav²

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

² Institute of Plant Sciences, Volcani Center, Agricultural Research Organization, Rishon LeZion.

kunta.srinivas@mail.huji.ac.il

Time-to-maturation (TTM) is one of the most recognized trait of peanut, crucial for crop adaptability and yield. Flowering pattern (FP) is another major characteristic, also contributing to the plant adaptability, and it is differentiating the two subspecies of cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.); subspecies *fastigiata* possess sequential FP, whereas subspecies *hypogaea* exhibits an alternate FP. In spite their importance, not much is known regarding the genetic and molecular control behind these traits and their association in peanut. The aim of this study was to define quantitative trait loci and fine mapping for the TTM and FP traits. The study was performed a recombinant inbred line population derived from a cross between *hypogaea* × *fastigiata* subspecies segregating for both traits. TTM was studied directly by phenotyping the maturity level and through FP and pod/seed traits. 15 QTLs were found for maturity trait with the phenotypic explanation ranging in 4.5-14.4%. QTL co-localization was found for TTM with FP and pod/seed traits. A candidate gene was identified for the FP trait on chromosome B02, a Terminal Flowering 1-like (*AhTFL1*) gene with a 1492 bp deletion that completely co-segregated with the FP phenotype in this population and in two independent EMS-mutagenized M2 families. *AhTFL1* was significantly less expressed in flowering than non-flowering branches. Field trial showed that a Hanoch-based EMS line mutagenized in *AhTFL1* with a sequential FP had a higher maturity level than the parental line Hanoch. Growing the *AhTFL1* EMS line in 5 rows per bed (instead of 3 rows) completely compensated the yield loss due to the flowering pattern. The results revealed new insights into the molecular basis for TTM and generated new information that will promote informed targeting of peanut idiotypes by MAS.

בחירת ההשפעה של אתר גנומי המבקר את יחסי הגומלין בין מועד הפריחה לרכיבי יכול בשומשום תחת מועדי זריעה שונים

שקד פניני¹, עידן סבאג^{1,2}, גוטה מורטה², וצבי פלג¹

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

shaked.pnini@mail.huji.ac.il

השומשום (*Sesamum indicum* L.) הוא גידול קיץ חד-שנתי שנחשב לאחד מגידולי השמן המוקדמים ביותר בעולם. זרעי השומשום עתירי שמן, חלבון, מינרלים חיוניים ונוגדי חמצון, ומשמשים כחומר גלם לתעשיית המזון (שמן, טחינה ואפייה) והפרמקולוגיה. בעקבות הביקוש העולמי הגובר לצריכת שומשום ומוצריו, נעשה בשנים האחרונות מאמץ לשפר יכולים ואיכותם. לאחרונה השתמשנו במיפוי אסוציאטיבי (GWAS) באוסף קווי השומשום SCHUJI לזיהוי אתר תכונה כמותי (QTL) על קבוצת תאחיזה מספר 2 שנמצא באסוציאציה עם מועד הפריחה והיכול הסופי לצמח. במטרה לוודא את תוצאות המיפוי הקודמות ולבחון את השפעת מועד הזריעה על הפריחה ורכיבי היכול, נבחרו זוג קווי שומשום אשר נבדלים הן בזמני הפריחה ביניהם והן באלל של אתר התכונה הכמותי (G, מאחר או T מקדים), ופותחו שתי אוכלוסיות F₂. האוכלוסיות (~200 פרטים כל אחת) נזרעו בשדה בשני מועדי זריעה (אופטימאלי ומאוחר) ואופיינו ל-12 מדדים מורפו-פיסילוגיים ורכיבי יכול. במקביל, כל הפרטים באוכלוסיות נסרקו לסמן פולימורפי (SNP) שנמצא אחוז עם מועד הפריחה ורכיבי היכול, באמצעות High Resolution Melt Analysis (HRM) על אף העובדה שבמועד הזריעה האופטימאלי הקשר בין מועד הפריחה ליכול הכללי היה בעל ערך של -0.37 ו-0.46 במועד הזריעה המאוחר, נמצאה נקודת אופטימום לקבלת יכול מקסימאלי, בין 50 ל-56 ימים לפריחה. מסריקת האתר הגנומי עולה שנוכחות האלל (G או T) משפיעה על חלק מרכיבי היכול אך לא על תכונת הפריחה. בנוסף נמצא שפרטים בעלי האלל ההטרוזיגוטי G/T היו בעלי ערכים גבוהים לתכונת משקל אלף זרעים מאשר פרטים בעלי מופע הומוזיגוטי לאלל. תוצאות המחקר מלמדות על הקשר בין הפריחה לרכיבי היכול תחת תנאי אורך יום משתנים ומהוות בסיס לטיפול קווי מכלוא ולהשבת גידול השומשום לממשק הגידול בישראל.

שונות גנטית בהתפתחות והיסטולוגיה של שורשי טף והשלכותיה על רביצה

נעה כרבי¹, רבקה אלבאום¹ ויהושוע סרנגה¹

¹מכון סמית למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.

noa.kirby@mail.huji.ac.il

בן חילף טף (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) הוא זגן בעל מערכת פוטוסינתיזה C4 שמקורו באתיופיה. הבעיה החקלאית החשובה ביותר המגבילה את ייצורו בעולם היא רביצה, המוגדרת כהסטה קבועה של הגבעול מהמנח המאוונך לקרקע. מחקרים קודמים הראו כי תכונות שורשי הכתר וצוואר השורש נמצאות בקשר מובהק לחומרת הרביצה של צמחי טף, קשר זה הולך ופוחת עם התקדמות העונה ועם התפתחות הרביצה. מטרתו של מחקר זה היא לבחון את ההשפעות של שונות גנטית בין קווי טף תחת תנאי סביבה שונים על התפתחות רקמות שורש הכתר, וההשפעה שלהן על רביצת הצמחים.

המבנה האנטומי של השורשים בקווי טף שונים המייצגים מנעד רחב של רביצה (עמידים ורגישים מאוד לרביצה) אופיינו במועדים שונים במהלך העונה בשני אזורי גידול. כמו כן נבדק פיזור ליגנין בחתך השורש באמצעות מיפוי אוטו-פלואורסנציה כחולה של החתכים. נמצא כי בשבוע 8 מהצצה, כאשר הצמחים מתחילים לרבוץ בשדות, אחוז הארנכימה של קו המאופיין כעמיד לרביצה היה נמוך באופן מובהק מהקווים הרגישים, וכי השפעה זו פחתה עם התקדמות העונה (שבוע 10 מהצצה). בנוסף, גם לאתר הגידול נמצאה השפעה על אחוז ארנכימה והשפעה זו נשארת גם עם התקדמות העונה. לגנוטיפ ולאתר הגידול הייתה השפעה מובהקת על אחוז דפנות התאים המלוגננות בשבוע 8. בניגוד לזאת, בשבוע 10 לא נראה הבדל מובהק בין הקווים השונים ובין אתרי הגידול. מניסוי זה למדנו כי לגנוטיפ ולמועד הדיגום יש השפעה על מבנה והרכב השורש וכי ההבדלים בין הקווים הולכים ופוחתים עם התקדמות העונה והחמרת הרביצה בשדה. תוצאותיו של מחקר זה צפויות לשפוך אור על התהליכים המתרחשים בצמח סמוך למועד הרביצה כבסיס לטיפול זנים עמידים לרביצה.

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

פאולה טפר-במנולקר¹, מרינה רויטמן^{1,2} ודני אשל¹

¹המחלקה לחקר תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, ראשון לציון.
²הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות.

paula@agri.gov.il

צמחים פיתחו אסטרטגיות המשלבות שימוש בנוגדי חמצון והגנה אוסמוטית להתמודדות עם עקות אביוטיות. כך לדוגמה, חשיפת פקעת תפוח אדמה לקור מובילה לעליה בריכוז הסוכרים המסיסים כתוצאה מפרוק עמילן, סינתזת סוכרוז ופירוקו לסוכרים מחזרים. בתהליך המתקן זה יש לתוצרי הגן *Vacuolar acid invertase (StVInv)* תפקיד מרכזי בפרוק הסוכרוז להקסוז והעלאת הריכוז האוסמוטי בפרנכימת הפקעת. לבחינת חשיבותו של תהליך זה בהתמודדות עם עקת קור, יצרנו פקעות בהן ביטוי הגן מושתק. מוטציה בגן *StVInv* בוצעה תוך שימוש ב-CRISPR/Cas9-ליצירת צמחים טרנסגניים או בטרנספורמציה חולפת של פרוטופלסטים מבודדים, בזנים דזירה וברוק, בהתאמה. אנליזה סוכרית הראתה כי הפקעות המוטנטיות אינן ממתיקות במהלך האחסון בקור ושומרות על פעילות נמוכה של האנזים *StVInv*. להפתעתנו, הפקעות המוטנטיות הראו פחות חמצון של ליפידים ורמות נמוכות יותר של H₂O₂ בתגובה לעקת קור. הצמחים שהתפתחו מפקעות אלו, בניסויי חממה, הראו סבילות גבוהה יותר לתנאי יובש. אנליזה טרנסקריפטומית של פרנכימת הפקעות המוטנטיות הראתה עליה בביטוי של גנים המקודדים למעכבי חמצון והגברה של מסלול הגלקטינול עם עליה משמעותית בתכולת המיו-אינוזיטול בפרנכימת הפקעת. תוצאות אלו, מצביעות על חשיבותו של מסלול הגלקטינול כמסלול ביוכימי חלופי המוביל לדטוקסיפיקציה של ROS וסבילות לעקת קור ויובש; מסלול זה יכול להוות מטרה בהשבחת צמחים לעמידות לעקות אביוטיות.

גנים ממשפחת CLASS-II KNOX אחראים לוויסות התקדמות

ההבשלה בין רקמות הפרי בעגבנייה

קרן-קייסרמן, א., שטרן, ע., צלופוביץ, ד., פורומיזו, צ'., אלברז, ז'פ., אמסלם, ז., טוביה-אלקלאי, ש., עפרוני, ע., פליק, א., גולדשמידט, א.

מנהל המחקר החקלאי-מרכז וולקני, ראשון לציון.

alexandrak@agri.gov.il

פירות טריים הם מקור חיוני לחומרים מזינים הדרושים לתזונתו הבריאה של האדם. עם זאת, אחוז ניכר מהם נזרק עקב ריקבון לאחר הקטיף. לפיכך, פיתוח פתרונות חדשים להארכת חיי מדף של פירות וירקות תוך שמירה על האיכויות התזונתיות שלהם הוא הכרחי כדי לענות על צורכי החברה. כדי לזהות גישות חדשות לפתרונות גנטיים להארכת חיי מדף של הפירות, אנו חוקרים את התהליך העומד בבסיס ההתבגרות בשני סוגי פירות עיקריים: פירות יבשים ופירות בשרניים.

פירות יבשים מתבגרים באמצעות הזדקנות והתייבשות, ואילו פירות בשרניים מבשילים. למרות שקיים שוני רב בין שני סוגי הפירות, מחקרים הראו שהם חולקים תהליכים גנטיים דומים בתהליך ההתבגרות. עם זאת, עדיין חסר מידע לגבי אופי תהליכים אלו. מחקרים קודמים הראו כי גנים ממשפחת CLASS-II KNOX מווסתים הזדקנות פירות יבשים ב Arabidopsis, אך תפקידם בהתפתחות פרי בשרני נותר לא ידוע. במחקרנו, חקרנו את התפקיד של משפחת הגנים (TKN-II) SIKNOX CALSS-II בתהליך הבשלת פירות בשרניים בצמח המודל עגבנייה, באמצעות הורדה של רמות הביטוי בעזרת Micro-RNA סינטטי של כל המשפחה (35S:amir-TKN-II) והשתקה של גנים בודדים ממשפחה זו. פירות של קווי העגבניות המושתקים 35S:amir-TKN-II, ו- tkn-II-7/+ ו- tkn-II-3 הראו הבשלה מוקדמת באיזור הציפה (locular domain) בזמן שהבשלת החלק הבשרני של הפרי (pericarp) נעצרה.

ממצאים אלו מצביעים על כך שגנים ממשפחת CLASS-II KNOX מעורבים בתהליך ההתבגרות בפירות יבשים ובשרניים, אולם בעגבנייה גנים אלו משחקים תפקידים מנוגדים בבקרת ההבשלה של הרקמות הפרי פנימיות והחיצוניות ומשפיעים על תאום ההבשלה בין רקמות הפרי השונות. תוצאותינו מניחות את הבסיס לגילוי פתרונות גנטיים חדשים להארכת חיי מדף על ידי וויסות התקדמות הבשלה בין רקמות הפרי השונות.

דשני פוספט ממוחזרים מזרמי פסולת אורגנית לייצור מזון בר קיימא יותר

פטריסיה אימס

ICL, ישראל.

Patricia.imas@icl-group.com

רוב הזרחה המשמש בדשן מגיע מסלע פוספט שהוא חומר גלם קריטי. זהו משאב סופי ולא מתחדש שנוצר במשך מיליוני שנים בקרום כדור הארץ. מתבצעות שיטות להשבת ומיחזור פוספטים ממקורות אחרים כגון biosolids מטיפול שפכים, זבלים, ופסולת ביולוגית עירונית. ניתן להשתמש במקורות אורגניים אלה ישירות, לקומפוסט, לשלב עם חומרים אחרים ולהשתמש בהם כמטייבי קרקע. עם זאת, ישנם אתגרים רבים שצריך להתגבר עליהם, ולפעמים, שריפה היא אפשרות נוחה ביותר לשדרוג זרמי פסולת אורגנית. ניתן לשרוף זרמי פסולת אורגנית לאפר. במקרה של בוצת ביוב, ניתן לשרוף אותה לאפר בוצת ביוב (sewage sludge ashes - SSA). SSA יכול לשמש כתחליף לסלע פוספט לייצור דשנים.

ICL הקימה יחידת מיחזור פוספט להחלפת חלק מסלע הפוספט בפוספט ממוחזר בדשנים מורכבים במפעלה באמסטרדם. יחידת מיחזור הפוספט יכולה להשתמש בפוספטים בצורת SSA, סטרוויט (struvite) ומלחי פוספט מושקעים, המחליפים עד 100% מסלע הפוספט ששימשו בעבר לייצור דשנים מורכבים PK. התהליך החלוצי זה מאפשר משק פוספט מעגלי, כלומר שימוש במרכיב בעל ערך יותר מפעם אחת והגדלת שיעורי המיחזור לייצור מזון. המאמץ החדשני הזה הוא חסר תקדים בתעשיית הפוספט העולמית.

מאמצי הסברה ותקשורת נאותים לבעלי העניין הם קריטיים, כמו גם אישורים סביבתיים. אימוץ דשנים המכילים פוספט ממוחזר על ידי חקלאים יהיה תלוי בתפיסת החקלאי, שתהיה תלויה בביצועי המוצר ובתגובת היבול.

הדגמות אגרונומיות וניסויי שטח של דשנים המכילים פוספט ממוחזר נערכים כדי להוכיח את ביצועיו. היעילות האגרונומית של דשני זרחן החדשים המכילים פוספט ממוחזר מ-SSA נבחנת מול דשני זרחן קונבנציונליים (כמו TSP), בכמה ניסויי עציצים ושדה בישראל ובאירופה. התוצאות מראות שהדשנים המבוססים על SSA מבטיחים מאוד מבחינת זמינות הזרחן ותגובה בצמיחה וביבול של גידולים שונים.

מפת עשבייה בחיטה לצמצום שימוש בקוטלי עשבים

אנה ברוק¹, רון סגל², עוזי נפתליהו³, אריה בוסק⁴

¹מעבדה לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק, אוניברסיטת חיפה,

²חברת "אגרידע"

³מגדלי הנגב

⁴מגדלי הדרום

abrook@geo.haifa.ac.il

עשבים מהווים איום על מערכות אקולוגיות וחקלאיות ברחבי העולם: הפחתת תפוקת היבול, הפרעה בתפקוד ובאיזון המערכות והפחתת המגוון ביולוגי. התפשטות העשבים במערכות חקלאיות טומנת אתגר ממשי לייצור חקלאות בת-קיימא ולהבטיח את הייצור העולמי, כך שהעשבים משפיעים על יותר מ- 34% מאובדן התוצרת בכלל העולם. פיתוח ושימוש בטכנולוגיות חדשניות חיוני בעולם המצוי במשבר בעקבות הידלדלות משאבי הקרקע והמים בכמותם ובאיכותם. האפשרות לנתח דפוסי פעולה תורמת רבות ליכולת להפיק מוצרים איכותיים. לאחרונה, מחקרים רבים הוכיחו את תרומתן של ספקטרוסקופיה וחישה מרחוק לחקלאות מדייקת. פריצת דרך נוספת הינה אלגוריתמיקה לעיבוד הנתונים. היכולת לנתח ביעילות כמויות הולכות וגדלות של מידע היא אחת ההתפתחויות הטכנולוגיות המרכזיות של העשור האחרון. במסגרת המחקר פותח כלי מבוסס על שלבי עבודה הבאים: (1) צילומי רחפן עם ערוצים ספקטראליים ברזולוציה גבוהה, (2) מודל פוטוגרמטרי לחילוץ מודל פני השטח ואומדן של פרמטרים כגון נפח הנוף, ביומסה וגודל הצמרת, (3) מודל פענוח ספקטרו-צורני מבוסס אלגוריתם למידה עמוקה ובינה מלאכותית. לאחר פיתוח ואימון האלגוריתם בוצע טיסת ניסוי עבור חקר ביצועים ואמינות/דיוק הפענוח. האלגוריתם הצליח לזהות 98% מעשב מסוג צפורני חתול ש-75% מעשב מסוג קייצת מסולסלת בשדות חיטה. מיפינו כתמי עשבייה ברמת צמח בודד ברוחמה, זיהוי חרדל ברבדים (זיהוי עשב חרדל בחיטה בוגרת בנוף סגור ברבדים) וזיהוי 3 מיני עשב בחיטה בזריעה מאוחרת ברבדים. יכולת זיהוי, ניתוח וניהול השונות המרחבית של העשבים בשדה במהלך תקופת הגידול ואחריה הינה משמעותית לתשומות הכלכליות ומשפיעה ישירות על גורמי הסביבה השונים. לכן, שימוש במסווג שהתקבל במחקר זה כאמצעי למיפוי העשבים בשדה תוך התייחסות למאפיינים ספקטראליים ומרחביים יכול להוות בסיס לתהליך קבלת החלטות וביסוס תוכנית הטיפולים המותאמת לשדה.

Dissecting Cytonuclear Diversity Underlying Pleiotropic Effects on Circadian Robustness and Yield Traits in Barley

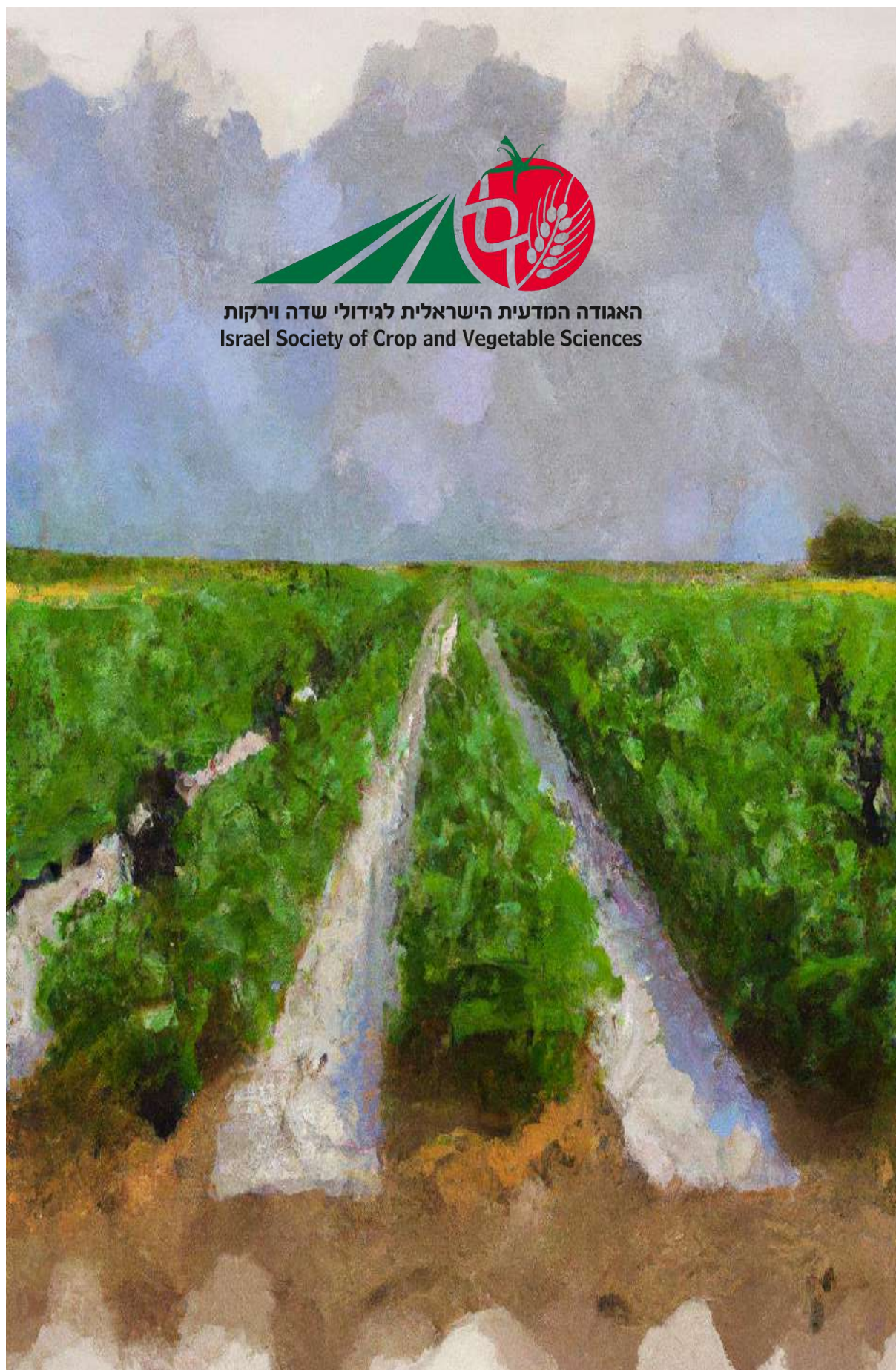
Schewach Bodenheimer^{1,2}, Lalit Dev Tiwari¹, Eyal Bdolach¹, Eyal Fridman¹

¹Plant Sciences Institute, Volcani Center, Rishon LeTsiyon.

²The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot.

schewach.bodenheimer@mail.huji.ac.il

Barley (*Hordeum vulgare*) is the fourth most widely grown cereal in the world, used mainly in the beverage and feed industries. The Fertile Crescent is believed to be the main geographic origin of domestication, which began with the wild relative *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. Mutations in genes regulating the circadian clock allowed the plant to cross into non-native geographical areas. Therefore, the study of such QTL is of particular interest, as genomic selection based on those QTL could lead to better adapted crops. Recent findings from our laboratory suggest that not only circadian traits per se, but also the temperature robustness of circadian traits was selected for during domestication. Field data also indicates that loci associated with robustness of circadian traits have an impact on yield phenotypes under adverse growing conditions. Analysis of reciprocal crosses between different wild barley accessions further showed that the plasmotype (i.e., chloroplast and mitochondrial genome) is another factor determining variation in circadian traits. To further investigate the relationship between the circadian trait and yield stability, together with the plasmotype's role, we developed the barley cytonuclear multi-parent population (CMPP). This population exhibits segregation of both nucleotype and plasmotype among 970 doubled haploids. Phenotyping by the SensyPAM platform for circadian trait phenomics and multi-field experiments are currently underway to collect yield-related traits. This data will be combined by whole-genome sequencing (WGS) of both the CMPP's nuclear and chloroplast genomes. Our goal is to identify QTL involved in interactions between nucleotype and plasmotype ($G \times G$) and to understand whether loci that modulate the output of the circadian clock can have pleiotropic effects on yield traits. The CMPP and its genotype information will also serve as an ongoing resource for the research community and provide a starting point for the molecular analysis of cytonuclear interactions in barley.



האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות
Israel Society of Crop and Vegetable Sciences