



האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות  
Israel Society of Crop and Vegetable Sciences  
[www.gadash.org.il](http://www.gadash.org.il)

בשיתוף:  
הקרון ע"ש פרופ' רפאל פרנקל  
והעמותה לפיתוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

יום עיון מקוון לדיווחי חוקרים צעירים

קישור זום לכנס:

<https://huji.zoom.us/j/81979808260?pwd=R1lzUytNZWJXd1JsaTISOU1RNEFLUT09>

## תכנית הכנס

כ"ג כסלו תשפ"א, 9 דצמבר 2020

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

יום עיון לדיווחי חוקרים צעירים

כ"ג כסלו תשפ"א, 9 דצמבר 2020

ברוכים הבאים ל"ביכורי מחקר בגד"ש וירקות"

יום עיון זה הנו חלק מהפעילות המשותפת של האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות, העמותה לטיפוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו והקרן ע"ש פרופ' רפאל פרנקל למען עידוד וטיפוח דור צעיר של אנשי מקצוע בתחומי גידולי השדה והירקות.

אנו מברכים את באי הכנס ומאחלים הצלחה לחוקרים הצעירים.

## ועדת השיפוט:

דרי רן חובב – יו"ר  
דרי עינב מייזליש-גתי  
מר שחר פינקוביץ  
מר בן אבני

## הועדה המארגנת:

דרי רואי בן-דוד – יו"ר  
מר שירן בן-זאב  
מר אריה בוסק  
פרופ' שחל עבו  
פרופ' יהושע סרנגה  
דרי חגי יסעור  
דרי צבי פלג  
מר ירון גדרי

## ועדה מדעית

פרופ' יהושע סרנגה – יו"ר  
דרי רן חובב  
דרי ורד צין  
דרי און רבינוביץ  
דרי מיכל ליברמן-לזרוביץ

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

## תוכנית יום העיון לדיווחי חוקרים צעירים

13:00-14:00 הצגת פוסטרים בחדרי הזום פרטניים

14:00-14:15 פתיחת יום העיון וברכות  
פרופ' אלי פיינרמן, ראש מנהל המחקר החקלאי

14:15-15:45 מושב ראשון - יו"ר, דר' חגי יסעור

14:15-15:15 הרצאות (כל אחת 12 דקות)  
מתנאל היפס פיתוח טכנולוגיה חדשה המבוססת על חישת חמצון חיזור לניטור מוקדם של עקות סביבתיות בצמחי תפוח האדמה  
נטע בשארי אפיון אוכלוסיית קווי אינטרוגרסיה ממין הבר של עגבנייה  
*S. pimpinellifolium* לתגובה לעקת חום  
אסף דפנא "עמוק באדמה": גנטיקה וטיפוח כנות משפרות יכול במלון  
מיכאל לאך מעורבות ציטוקינין בתקשורת שורש נוף  
הראל בכר אללים מחיטת מהבר תורמים לשיפור התגובה לעקת יובש על ידי שינוי יחס שורש נוף

15:15-15:45 פוסטר בשתי דקות (12 פוסטרים)

15:45-16:00 הפסקה

16:00-17:00 מושב שני - יו"ר, גב' צליל שץ

רועי שדה הרצאות (כל אחת 12 דקות)  
איפיון ספקטרלי של מדדי צימוח ויבול בחימצה תחת משטרי השקיה שונים  
סמדר צורי תשתית גנטית לשיפור עמידות ליובש באפונה  
סיוון פרנקין יצירת אוספי ליבה לאוסף זני חיטה מסורתיים משדות הפלחה של ארץ ישראל ושכנותיה  
דנה סיסו-כחלון אפיון גנומי של עמידות חמנית (*Helianthus annuus* L.) לעקת החמנית (*Orobancha cumana* W.)  
דנה פירסט חקירת המנגנון הגנטי של היווצרות איבר אגירה בשעורת הבולבוסיין

17:00-17:20 הרצאת אורח דר' נמרוד שוורץ, הפקולטה לחקלאות:

**שיטות גיאופיזיות במדעי הקרקע והחקלאות**

17:20-17:30 טקס חלוקת מלגות ע"ש פרופ' רפאל פרנקל - יו"ר מר אריה בוסק

דברים לזכרו של פרופ' רפאל פרנקל

17:30-17:40 סיכום וחלוקת פרסים

דר' רואי בן דוד - יו"ר האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות

דר' רן חובב - יו"ר ועדת השיפוט

## רשימת הפוסטרים:

פוסטרים יוצגו שעה לפני הכנס במפגשי זום פרטניים המצוינים מטה, בהרצאות קצרות במהלך הכנס ובהמשך באתר האגודה (<https://gadash.org.il>)

<a href="https://huji.zoom.us/j/85362657962?pwd=d2tZOHVXOmR6TUpPUDMxNVQwb1VLUT09">https://huji.zoom.us/j/85362657962?pwd=d2tZOHVXOmR6TUpPUDMxNVQwb1VLUT09</a>	הדברת עשבים בתוך שורת הצמחים (intra-row) בעזרת קלטרת אצבעות (finger-weeder) בגידולי שדה	1 אביתר אסף
<a href="https://huji.zoom.us/j/86865197660?pwd=Nm1rMU0wRtIDQ1JRSWhQT2g1ckZoQT09">https://huji.zoom.us/j/86865197660?pwd=Nm1rMU0wRtIDQ1JRSWhQT2g1ckZoQT09</a>	שיפור מערך ההדברה של הצמח המתפרץ חנק ממוחזר	2 אורי בר
<a href="https://huji.zoom.us/j/83463340771?pwd=SDlqMFpzc3dQaVtng5OHJBdHpBNFVQUt09">https://huji.zoom.us/j/83463340771?pwd=SDlqMFpzc3dQaVtng5OHJBdHpBNFVQUt09</a>	פיתוח מערכת תומכת החלטה להדברת עלקת מצרית ( <i>Phelipanche aegyptiaca</i> ) בכרוב ( <i>capitata</i> var <i>Brassica oleracea</i> )	3 עמית וולך
<a href="https://huji.zoom.us/j/82084959600?pwd=aHVqcFnF0VkJzTnNQWVZGRWdkbloxUT09">https://huji.zoom.us/j/82084959600?pwd=aHVqcFnF0VkJzTnNQWVZGRWdkbloxUT09</a>	תכונות הקנה בחיטה והשפעתן על מילוי גרגרים תחת עקה טרמינאלית	4 מיכאל זילברברג
<a href="https://huji.zoom.us/j/83644288428?pwd=aXF5STlDK0JlWm5KS0tuLzJlL042QT09">https://huji.zoom.us/j/83644288428?pwd=aXF5STlDK0JlWm5KS0tuLzJlL042QT09</a>	אפיון הביולוגיה והפנולוגיה באוכלוסיות משלבי פלישה שונים של המין הפולש פרתיניון אפיל ( <i>Parthenium hysterophorus</i> )	5 סהר מלכה
<a href="https://huji.zoom.us/j/84984497828?pwd=bzLXUzdpVkJvQvd1RlUGhiajdEZnF0Zz09">https://huji.zoom.us/j/84984497828?pwd=bzLXUzdpVkJvQvd1RlUGhiajdEZnF0Zz09</a>	לימוד דרישות ההזנה של קנאביס רפואי לחנקן	6 אביה סלונר
<a href="https://huji.zoom.us/j/89398304444?pwd=bW91WHVBSUZXMkNZemdLVGNxUjg0Zz09">https://huji.zoom.us/j/89398304444?pwd=bW91WHVBSUZXMkNZemdLVGNxUjg0Zz09</a>	פיתוח שיטת השקיה מדויקת בעזרת מדידות צריכת מים ולמידת מכונה בעגבניות לתעשייה	7 ליאור פיין
<a href="https://huji.zoom.us/j/89745824791?pwd=MUdHNnlhNXkrK1Q5YjI1QW83M2JRZz09">https://huji.zoom.us/j/89745824791?pwd=MUdHNnlhNXkrK1Q5YjI1QW83M2JRZz09</a>	השפעת בראסינוסטרואידיים על פוריות פרחי עגבניה בתנאי עקת חום	8 רון קגנטון
<a href="https://huji.zoom.us/j/89134010876?pwd=OS90RXVUblBaT1R4QnZ1S0Y3bGN0Zz09">https://huji.zoom.us/j/89134010876?pwd=OS90RXVUblBaT1R4QnZ1S0Y3bGN0Zz09</a>	השפעת מבנה, חומר וקשיחות פיגום תלת ממדי על תהליך ההרגרציה והתפתחות הצמח	9 נוי שדות-מוזיקה
<a href="https://huji.zoom.us/j/88669657281?pwd=NXp1cXJObDAyNmFJekVoMjFjXlZmMwUT09">https://huji.zoom.us/j/88669657281?pwd=NXp1cXJObDAyNmFJekVoMjFjXlZmMwUT09</a>	פיתוח ממשק הדברת עשבים משולב לגידול מורינגה מכוונת רב-קצירית למספוא	10 איתי שולנר
<a href="https://huji.zoom.us/j/84058726225?pwd=cFhxYThJWERMN3ZLaE9rcTz3d0Q1UT09">https://huji.zoom.us/j/84058726225?pwd=cFhxYThJWERMN3ZLaE9rcTz3d0Q1UT09</a>	החזרת אלל מהבר משפרת את התאמת החיטה לאקלים משתנה	11 יואב שרעבי
<a href="https://huji.zoom.us/j/88964817586?pwd=OUU5SzI4Y3hXREU4cTZYZazdzOWNtUT09">https://huji.zoom.us/j/88964817586?pwd=OUU5SzI4Y3hXREU4cTZYZazdzOWNtUT09</a>	Biomarker discovery through metabolic profiling for chilling injury tolerance in bell peppers	12 Tobias N. Strijker
<a href="https://huji.zoom.us/j/85919389884?pwd=OGhUMURqWGHxK0ZqTjZPaF4RFRHdz09">https://huji.zoom.us/j/85919389884?pwd=OGhUMURqWGHxK0ZqTjZPaF4RFRHdz09</a>	הבנת הבדלי חומרי ריח בעלים בין זני עגבנייה עמידים ורגישים לאקרית קורים לפיתוח זני עגבנייה עמידים	13 נתי ויינבלום
	הבנת המנגנונים הפיזיולוגיים המשפיעים על התפתחות העובר והזרע על רקע של הכלאות בין מיניות בעגבנייה ( <i>Solanum</i> )	14 צבי ברנר

(*Solanum habrochaites* X *Icopersicum*)



**כנס מדעי החקלאות בישראל 2021**  
מרכז הכנסים וואהל, רמת גן

אוקטובר 04-06, 2021



**כנס מדעי החקלאות בישראל יתקיים באוקטובר 2021  
הגשת תקצירים להרצאה או פוסטר פתוחה באתר הכנס  
לפרטים נוספים והרשמה מוזמנים לבקר באתר הכנס**

<https://agricon2020.wixsite.com/2020>

# פיתוח טכנולוגיה חדשה המבוססת על חישת חמצון חיזור לניטור מוקדם של עקות סביבתיות בצמחי תפוח האדמה

מתנאל היפש<sup>1</sup>, שילה רוזנווסר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה  
העברית  
[matanel.hipsch@mail.huji.ac.il](mailto:matanel.hipsch@mail.huji.ac.il)

תפוח אדמה (*Solanum tuberosum*) מדורג במקום הרביעי ברשימת הגידולים הנצרכים ביותר בעולם. בישראל חשיבותו של הגידול רבה, ומהווה כ-40% מהיצוא הכמותי של הירקות הטריים. חשיפה לעקות סביבתיות, פתוגניים וחרקים עלולים לגרום לפגיעה ביבול תפוח"א. לכן, זיהוי מוקדם של התפתחות מצבי עקה הינה בעלת חשיבות רבה למניעת הפסד יבול.

רדיקליים חופשיים של חמצן הינם תוצרי לוואי של תהליכי הפוטוסינתזה ונשימה ורמתם עולה בעיקר בתנאי גידול לא אופטימליים. יצור מוגבר של מולקולות ראקטיביות אלו עלולות לגרום לנזקים בתא הצמח. **גלוטתיון** (GSH) הינו אחד המרכיבים העיקריים של המערכת האנטיאוקסידנטית. שינויים בפוטנציאל החמצון-חיזור של GSH יכולים להעיד על התפתחות של מצבי עקה. בשנים האחרונות פותחה טכנולוגיה חדשנית לניטור פוטנציאל החמצון-חיזור של גלוטתיון באמצעות חלבון פלורוסנטי-ro (The reduction-oxidation sensitive Green Fluorescent Protein GFP) תהליכי חמצון-חיזור גורמים לשינוי בקונפורמציה החלבון ולשינוי בתכונות הפלואורסצנטיות שלו, אותם ניתן לנתר בצורה שאינה הרסנית. בעבודה זו יצרנו צמחי תפוח"א מזן דזירה המבטאים את חלבון ה-roGFP באברונים שונים ומשמשים כצמחי בוחן להערכת רמת העקה בצמח. באמצעות מצלמה פלואורסצנטית בעלת רגישות גבוהה בחנו, ברמת הצמח השלם, את מצבו החימצוני של חלבון ה-roGFP במהלך חשיפת הצמחים לעקות אביוטיות שונות כגון, קרינה גבוהה, שינויים בטמפרטורה ותנאי יובש. מצאנו כי ניתן למפות שינויים בפוטנציאל החמצון חיזור של-GSH בכלורופלסט באזורים שונים בצמח בשלבים מוקדמים של התפתחות מצבי עקה. לדוגמה, מצאנו כי ניתן לזהות שינויים בפוטנציאל החמצון של GSH בקורלציה גבוהה לירידה בפעילות הפוטוסינתטית בתגובה לעקת יובש. יתרה מכך, מצאנו שלעקות אביוטיות שונות, ישנה טביעת אצבע ייחודית התבטאת בפגיעה במערכת הפוטוסינתטית בחלקים שונים של הצמח, עובדה המאפשרת אפיון של מצב העקה על ידי בחינת שינויים בחמצון ה-roGFP ברמת הצמח השלם.

אפיון תגובת הצמחים למגוון רחב של עקות יאפשר בעתיד הקרוב, לפתח טכנולוגיה לניטור מוקדם של התפתחות מצבי עקה בשדה המבוססת על עיבוד התמונות המתקבלות. אנו מאמינים שטכנולוגיה זו יכולה להוות פריצת דרך באבחון מוקדם של התפתחות מצבי עקה בשדה וכך למזער את הנזק הנגרם ליבול.

# אפיון אוכלוסיית קווי אינטרוגרסיה ממין הבר של עגבנייה *S. pimpinellifolium* לתגובה לעקת חום

נטע בשארי<sup>1</sup>, ד"ר מיכל ליברמן-לזרוביץ<sup>1</sup>, פרופ' דני זמיר<sup>1</sup>

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

[neta.bashary@mail.huji.ac.il](mailto:neta.bashary@mail.huji.ac.il)

העגבנייה היא מגידולי הירקות המרכזיים בישראל ומהווה מרכיב פעילות חשוב של חברות הזרעים. צמח העגבנייה רגיש מאוד לטמפרטורות יום ולילה גבוהות, היוצרות תנאים של עקת חום. טמפרטורות העולות על  $32^{\circ}\text{C}$  במהלך היום ו-  $21^{\circ}\text{C}$  במהלך הלילה יגרמו לפגיעה בחנטה וירידה ניכרת ביבול. עם העלייה בטמפרטורות הסביבה עקב ההתחממות הגלובלית, נושא העמידות לחום הולך ותופס מקום חשוב בתוכניות טיפוח של זנים חדשים.

הבעיה העיקרית בטיפוח עגבנייה עמידה לחום באמצעות תכניות טיפוח הכוללות שימוש במינים מתורבתים (Cultivars) היא בכך שמינים אלו הינם בעלי מגוון גנטי מצומצם מאוד לעומת מיני הבר ולכן הסיכוי למצוא אללים אשר מקושרים לעמידות זו הינו קטן מאוד. בנוסף, תהליך הטיפוח שעברו המינים המתורבתים התמקד ברובו בתכונות יבול, מראה וטעם ולכן גנים לעמידות לא נשמרו. על כן, שימוש במיני בר לצורכי טיפוח לשם הקניית תכונות עמידות הינה גישה מקובלת בשנים האחרונות. מין הבר *S. pimpinellifolium* נחשב הקרוב ביותר לעגבנייה התרבותית (*S. Lycopersicum*). מקורו באזורים יבשים וחמים במדבריות דרום אמריקה, והוא ידוע בעמידותו למליחות, בעל נביטה טובה בתנאי יובש ורמות גבוהות של אנטיאוקסידנטים בפרי. כל אלו יחד, מציבים מין בר זה כמועמד טוב לאיתור גנים לעמידות נוספות, כגון עמידות לעקת חום.

אוכלוסיית קווי אינטרוגרסיה שפותחה במעבדתו של פרופ' דני זמיר מכילה מקטעים גנומיים של מין הבר *S. pimpinellifolium* ברקע גנטי של עגבנייה תרבותית מזנים 209TA ו-82M הרגישים למגוון עקות, בכללן עקת חום. מטרת המחקר הינה אפיון של אוכלוסייה זו (שמעולם לא נבחנה בתנאי עקה) לפרמטרים התפתחותיים ופיזיולוגיים שונים הקשורים בעקת חום על מנת לזהות מקטעים גנטיים של *S. pimpinellifolium*, התורמים לשיפור יכולת החנטה בחום.

תוצאות סריקה ראשונית של כלל האוכלוסייה בתנאי חום הראו שונות פנוטיפית בכל הפרמטרים שנבדקו. בניסוי המשך, מצאתי קו מצטיין, אשר הראה רגישות פחותה לתנאי חום בכל הפרמטרים שנבדקו (אחוזי חנטה, משקל פרי, מספר זרעים לפרי, חיוניות ונביטת אבקה) בהשוואה לשני ההורים (82M ו-1589LA). קו זה עשוי לשמש בהמשך לזיהוי גנים לעמידות לעקת חום בעגבנייה.

## “עמוק באדמה”: גנטיקה וטיפוח כנות משפרות יבול במלון

אסף דפנא<sup>1,2</sup>, אלעד אורן<sup>1,2</sup>, אילן הלפרין<sup>1,2</sup>, גליל צורי<sup>1</sup>, איילה מאיר<sup>1</sup>, טל איזקסון<sup>1</sup>, נעמי אורי<sup>2</sup>, אדוארד בקלר<sup>3</sup> ועמית גור<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה, ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

<sup>3</sup>Plant Breeding and Genetics Section, Cornell University

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

הטרוזיס הוא תופעה גנטית בעלת תרומה משמעותית להגברת כושר הייצור של גידולים חקלאיים. הבנת המנגון התורם להטרוזיס, והיכולת לחזות אותו, חשובים לטיפוח של צמחים ובע"ח. במחקר זה בדקנו הטרוזיס ליבול, המושפע ממערכת השורשים במלון (*Cucumis melo*), באמצעות אפיון של זנים אחידים שהורכבו על כנות שונות – קווים ומכלואים. בבחינה של 190 כנות מכלוא, תוצרי הכלאות של 20 קווי הורים מגוונים במבנה של חצי דיאלל, מצאנו כי בכנות המכלוא הייתה עלייה ממוצעת של 30% ביבול בהשוואה להורה הטוב ביותר בכל הכלאה. יבול הכנה הטובה ביותר היה גבוה ב-80% מזה של ההורה הטוב ביותר וב-65% מזה של הזן המסחרי, שהורכב על עצמו ושימש כביקורת. תוצאות אלו חזרו על עצמן בשני משטרי השקיה. בכדי לחקור את הגנטיקה של השפעת השורשים על היבול ביצענו ריצוף גנומי מלא ל-20 קווי ההורים. אחת ההשערות המקובלות היא שהמרחק הגנטי בין ההורים הוא אינדיקציה לרמת הטרוזיס במכלוא, אך באוכלוסייה זו לא נמצא קשר כזה. במבחן אסוציאציה גנומית (GWAS) נמצאו מספר אתרים הקשורים להטרוזיס ביבול. גישה נוספת בה נקטנו למיפוי השפעת השורש על השונות ביבול, היא שימוש באוכלוסיית מיפוי דו-הורית (RILs) שפותחה מאחד המכלואים ההטרוטיים ביותר. 78 הקווים, שאופיינו גנוטיפית, עברו הכלאה מחזירה לשני ההורים ועמדו, לצד ההכלאות המחזירות (234 גנוטיפים), ככנות בניסוי יבול עם רוכב אחיד. מבנה אוכלוסייה זה מאפשר לנו למפות QTLs בעלי השפעה אדיטיבית, דומיננטית והטרוטית. במקביל לאפיון הגנטי, אפיינו רכיבים התפתחותיים וסביבתיים התורמים לשונות ביבול. בבחינת סט נבחר של מכלואים והורים מאוכלוסיית החצי דיאלל, בסביבות שונות ועם רוכבים שונים, מצאנו שהאפקט ההטרוטי על היבול נשמר על אף הבדלים ברמתו המושפעים מתנאי הסביבה ומאפייני הרכיבים השונים. שיפור היבול בכנות ההטרוטיות נבע בין היתר מעלייה במספר הפירות לצמח כתוצאה מאחוז חנטה גבוה יותר בכנות ההטרוטיות, ללא הבדל במספר הפרחים הכולל. במחקר זה, העבודה עם צמחי מלון מורכבים מאפשרת לנו למדוד את תרומת מערכת השורשים ליבול תוך צמצום השונות הגנטית בחלק העליון ולנתח את הגנטיקה של ההטרוזיס ליבול המושפע ממערכת השורשים. למחקר זה ייתכנו השלכות יישומיות משמעותיות לאור העובדה ששימוש בצמחי מלון מורכבים הוא פרקטיקה חקלאית נפוצה.



## מעורבות ציטוקינין בתקשורת שורש נוף

מיכאל לאך<sup>1</sup>, נגה גלנץ-עידן<sup>1</sup>, שמואל וולף<sup>1</sup>

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

([Michael.Lach@mail.huji.ac.il](mailto:Michael.Lach@mail.huji.ac.il))

התפתחות וגדילה תקינים של צמחים עילאיים מחייבת תקשורת בין אברי הצמח. תקשורת זו נחוצה לצורך תיאום ההתפתחות וחלוקת המשאבים בין האיברים השונים. היום ידוע שהתקשורת ארוכת הטווח מבוססת, בין השאר, על הובלה של מגוון מולקולות RNA, חלבונים ומטבוליטים. ציטוקינינים מהווים משפחה של חומרי צמיחה המעורבים בהפעלת מגוון תהליכי התפתחות. התצורות הנפוצות בצמחי עגבנייה הן Isopentenyl (IP) הנחשב פעיל בעיקר בשורש ו-Trans-zeatin (TZ) הידוע כנע מהשורש לנוף בעצה.

מטרת העבודה היא בירור השפעתו של ציטוקינין המיוצר בשורש על התפתחות ותפקוד הנוף.

בשלב ראשון נבחנה ההשפעה של מתן ציטוקינין חיצוני לבית השורשים במערכת הידרופונית. במערכת זו נמצא כי העשרת השורש בבנזיל אדנין (ציטוקינין סינתטי) גרמה לעיכוב הצימוח בנוף, אך הגבירה את צבירת הכלורופיל והיעילות הפוטוסינתטית של העלים. בהמשך נעשה שימוש בצמחים מהונדסים בהם חלה מניפולציה במסלול הביוסנתטי של ציטוקינין באופן מקומי לשורש או לנוף. צמחים שביטאו ביתר ציטוקינין, בשורש אופיינו בקצב צימוח נמוך והיו קטנים משמעותית מזן הביקורת. יחד עם זאת, בעלים של הצמחים הללו נצבר ריכוז גבוה יותר של כלורופיל והזדקנותם הואטה באופן מובהק בהשוואה לצמחי הביקורת. לעומת זאת, ביטוי מוגבר של IPT בעלי המקור לא השפיע על מהלך התפתחותם או תפקודם. השפעה דומה של מערכת השורשים על תפקוד הנוף נצפתה גם בצמחי ביקורת שהורכבו על כנות מהונדסות המבטאות ביתר IPT בשורש.

תוצאות העבודה מדגישות את חשיבות התקשורת בין הרקמות לצורך תפקוד תקין של הצמח השלם. באופן ספציפי מעידות התוצאות על כך שקצב הפוטוסינתזה והזדקנות העלווה מושפע יותר מהגברת הייצור של ציטוקינין בשורש מאשר מהגברת ייצורו בעלים עצמם. הבנת המנגנון המולקולארי המבקר מערכת את התקשורת בין השורשים לנוף תוכל לסייע בפיתוח כנות המשפרות את תפקוד הנוף והיבול החקלאי.

# אללים מחיטת מהבר תורמים לשיפור התגובה לעקת יובש על ידי שינוי יחס שורש נוף

הראל בכר<sup>1,2</sup>, הרקמל ואליה<sup>2</sup>, צבי פלג<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Department of Agronomy & Horticulture, the University of Nebraska–Lincoln, USA

([harel.bacher@mail.huji.ac.il](mailto:harel.bacher@mail.huji.ac.il))

חיטה (*Triticum* sp.) מהווה את אחד הגידולים החשובים בעולם ובישראל, הן מבחינת שטחי המזרע והן כמקור מזון. מחסור במים הינו הגורם הסביבתי העיקרי המגביל את יבולי החיטה. לאור תרחישי אקלים עולמיים הצופים התגברות בתנודתיות המשקעים בשנים הקרובות, עולה הצורך בפיתוח זני חיטה מותאמים לתנאי מחסור במים, להבטחת ייצור המזון לאוכלוסיית העולם הגדלה במהירות. מקור גנטי מבטיח להתאמות לתנאי סביבה משתנים הנו קרוב הבר שלה, חיטת הבר (*T. turgidum* ssp. *dicocoides*), הנפוצה במגוון רחב של בתי גידול בישראל, כולל סביבות יובשניות. בעבודה זו רתמנו את השונות האללית של חיטת הבר במטרה לבחון את השפעתה על התגובה לתנאי יובש בחיטה המודרנית. סט של קווי מחדר פותח ע"י הכלאה בין חיטת בר (קו זויתן) וחיטת דורות (זן סבבו) וסידרה של הכלאות והכלאות מחזירות עד לדור BC<sub>3</sub>F<sub>3</sub>. סט הקווים אופייני גנטית ועוגן לגנום החיטה. במקביל, הקווים אופיינו פיזיולוגית לאורך שלבי גידול שונים, תוך שימוש במערכות פנומיקה וליזמטרים. בשלב האחרון, קווים מבטיחים אופיינו בשדה תחת עקת מים. אפיון זה הראה כי שילוב אללים מחיטת הבר מרחיב את מגוון התגובות להתמודדות עם עקת מים. איתרנו מנגנוני עמידות הקשורים בשינויים בארכיטקטורת הצמח, קצב הצימוח וקצב חלופי הגזים כתגובה לתנאי יובש. קו מחדר מצטיין (20IL) המאופיין ביחס שורש נוף המותאם לתנאי יובש נבחר להמשך אפיון מעמיק. נמצא כי מערכת השורשים של קו המחדר מנצלת ביעילות רבה יותר מים שאריתיים מהקרקע, לעומת קו חיטה מודרני, תוך כדי שינוי יומי בניהול משק המים של הצמח השלם אשר הביא לשימור קצב חילופי הגזים והגדילה. בנוסף, אפיון ביטוי הגנים ומיפוי למול גנום חיטת הבר הביא לזיהוי של גנים מועמדים המשפיעים על התפתחות מערכת השורשים והתאמתם ליובש בשלבים מוקדמים של הגידול. עבודה זו מבססת תשתית פיזיולוגית- גנטית שתתרום לטיפוח זני חיטה המותאמים לתנאי האקלים החזויים בישראל, תוך ניצול השונות הגנטית של חיטת הבר והחזרת אללים ש"נשכחו מאחור".

# אפיון ספקטרלי של מדדי צימוח ויבול בחימצה תחת משטרי השקיה שונים

רועי שדה<sup>1</sup>, אסף אבנר<sup>1</sup>, רן לטי<sup>2</sup>, שחל עבו<sup>1</sup>, דויד בנופיל<sup>3</sup> ואיתי הרמן<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי

[roy.sadeh@mail.huji.ac.il](mailto:roy.sadeh@mail.huji.ac.il)

בישראל נורעים בשנה בין 70-150 אלף דונם חימצה, כאשר מרבית שטחי הגידול מושקים. שימוש בהשקיית עזר בשלב היווצרות התרמילים מסייע להארכת התקופה הרפרודוקטיבית ולכן מעלה את יבול הגרגרים. על מנת לדייק בתזמון ההשקיה, חקלאים מסתמכים כיום על מדידת פוטנציאל המים בעלה באמצעות תא לחץ, שיטה הזורשת זמן רב, מיומנות ומוגבלת למספר צמחים בכל יום. חישה מרחוק מאפשרת מעקב וניטור של שינויים במאפיינים שונים של צמחיה לאורך זמן תוך כדי כיסוי של שטחים גדולים והתחשבות בשונות המרחבית. מטרתו המרכזית של מחקר זה הייתה לבחון האם ובאיזו איכות ניתן להעריך תכונות פיזיולוגיות של צמחי חימצה באמצעים ספקטראליים מהקרע ומהחלל. לצורך כך בוצעו בשנים 2019-2020 ארבעה ניסויי שדה בהם גודלה חימצה (זן זהבית) תחת חמישה משטרי השקיה שונים (50%, 75%, 100%, 120%, 140% מהתאדות פנמן). בכל אתר נמדדו על הקרקע פוטנציאל המים בעלה, LAI ומשקל חומר יבש ונאספה חתימה היפר ספקטרלית של הצמחים מהקרע בכל ארבעת האתרים. שניים מאתרי הניסוי היו בשדות חימצה מסחריים עם חלקות בגודל שאפשר ניטור של השטח באמצעות דימותי לוויין ה- $VEN\mu S$ . הדגימות (ספקטרליות ופיזיולוגיות) חולקו לסט אימון וסט אימות ובאמצעות נתוני האימון כוילו מודלים להערכת התכונות על בסיס אינדקסים ספקטראליים ו-PLS-R. מתוצאות מחקר זה עולה כי האינדקס הספקטראלי  $NDSI_{1600,1730}$  הראה את יכולת ההערכה הגבוהה ביותר בעבור פוטנציאל מים ( $RMSEV = 0.15$  MPa,  $R^2 = 0.60$ ) מתוך הנתונים הספקטראליים מהקרע. שימוש בערוצי הלוויין שמרכזם באורכי גל 685, 782 ננומטר באותה תבנית הראה את יכולת ההערכה הטובה ביותר הערכת פוטנציאל מים מנתוני הלוויין ( $RMSEV = 0.21$  MPa,  $R^2 = 0.70$ ). הערכת חומר יבש באמצעות מודל PLS-R הייתה עדיפה על פני אינדקסים ספקטראליים מהקרע ומהלוויין. בבדיקה של יכולת חיזוי יבול עבור הנתונים שנאספו באתרים במרכז גילת נמצא כי בטווח שבין 100-90 יום לאחר הצצה יכולת החיזוי הגבוהה ביותר, ( $RMSEV = 0.45$ ,  $R^2 = 0.66$ )  $ton \cdot ha^{-1}$ . תוצאות המחקר מצביעות על הפוטנציאל שבשימוש בנתונים ספקטראליים מן הקרקע ומלוויין על מנת להעריך תכונות פיזיולוגיות שונות בגידול חימצה.

## תשתית גנטית לשיפור עמידות ליובש באפונה

סמדר צורי<sup>1</sup>, שחל עבו<sup>1</sup>, יהושע סרנגה<sup>1</sup>

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

([smadar.tsury@gmail.com](mailto:smadar.tsury@gmail.com))

האפון התרבותי (*Pisum sativum* L.) הוא אחד מגידולי הקטנית החשובים בעולם. הטקסונומיה העדכנית באפון מונה שלושה מינים: האחד- האפון המצוי (*P. fulvum*), השני- המין 'סטיבום' (*P. sativum*) הכולל שלושה תת-מינים: אפון הבר הקיפח (*P.s. ssp. elatius*), אפון הבר הנמוך (*P.s. ssp. humile*) ואפון התרבות (*P.s. ssp. sativum*), והשלישי- *P. abyssinicum* הכולל זני תרבות מזרח אפריקאים. מקובל שאפונת התרבות בויתה מטיפוסי אפון נמוך מטורקיה. האפון המצוי הוא המרוחק ביותר מהמין התרבותי, אך לעיתים ניתן להכליא ביניהם בהצלחה. בישראל מכסה האפון המצוי טווח בתי גידול רחב ולכן בעל מגוון גנטי עשיר. בעבודה קודמת נמצא כי קווי אפון מצוי מאזורים בעלי ממוצע משקעים עם ערכי ביניים ותנודות בפיזור העונתי בין שנים (בקעת כנרת, רמות יששכר), עמידים יחסית ליובש ועשויים ליצור יבול גרגרים גבוה ויצבי יחסית הן בשנים שופעות והן בשחונות. לאור ההתחממות הגלובאלית והצורך בטיפוח זנים עמידים ליובש, מטרת עבודתי היא לבחון את יחסי ההכלאה בין אפון מצוי לאפון תרבותי. זני תרבות מודרניים וקווי בר של אפון מצוי שזוהו כבעלי יבול יציב בתנאי מחסור במים שמשו להכלאות בין מיניות כאשר זני התרבות נקבות וקווי הבר תורמי אבקה.

בוצעו הכלאות ב- 54 צירופים, אך רק ב- 49 נתקבל זרע תקין אחד לפחות. מתוך 49 צירופי ה- $F_1$ , שבעה ייצרו יותר ממאה זרעי  $F_2$ . בצירוף Cameor X Pf60 חיוניות האבקה בצמחי ה- $F_1$  הייתה 36.8%, בדור ה- $F_2$  האוכלוסייה נחלקה לשתיים- מחציתה הראתה חיוניות ממוצעת של 42.8% ומחציתה פוריית מלאה. בצירוף PI358613 X Pf73 ממוצע חיוניות האבקה בדור ה- $F_1$  עמד על 56.5% ובדור ה- $F_2$  האוכלוסייה נחלקה לרבע שהראה פוריות מלאה ושלושה רבעים שלא הראו שיפור בפוריות לעומת דור ה- $F_1$ . מגוון מורפולוגי ופנולוגי רחב נצפה באוכלוסיות ה- $F_2$  ונראו הבדלים באופן ההורשה של תכונות מסוימות בין שתי אוכלוסיות ה- $F_2$  שנלמדו באופן מפורט. החזרת פוריות לשיעור הגבוה מ- 90% באוכלוסיות ה- $F_2$  מעידה על האפשרות להעברת תכונות ממין הבר לזני תרבות.

## יצירת אוספי ליבה לאוסף זני חיטה מסורתיים משדות הפלחה של ארץ ישראל ושכנותיה

סיון פרנקין<sup>1,2</sup>, רואי בן-דוד<sup>1</sup>, שחל עבו<sup>2</sup>, חנן סלע<sup>3</sup>, דוד בונפיל<sup>4</sup>, עינב מיזליש גתי<sup>5</sup>, אבי לוי<sup>6</sup>, נעמי אביבי רגולסקי<sup>6</sup>, ביזי גולדברג<sup>7</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי; <sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית; <sup>3</sup>המכון לאבולוציה, אוניברסיטת חיפה; <sup>4</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי; <sup>5</sup>בנק הגנים, מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי; <sup>6</sup>מכון וייצמן למדע, רחובות; <sup>7</sup>מיזם ארץ חיטה

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

החל מהמחצית השנייה של המאה ה-20 ועד ימינו, המגוון הגנטי של החיטה הלך והצטמצם כתוצאה מטיפוח לזנים עתירי יבול המותאמים למיכון ולדרישות התעשייה. הזנים המסורתיים (Landraces) שגודלו באזורנו מקדמת דנא, טופחו או בוררו במרוצת הדורות לבתי גידול מגוונים הן מבחינת אקלים, משקעים, סוג קרקע וממשקי גידול ומבטאים את פוטנציאל התכונות לאיתור סבילות לתנאי סביבה שונים. מרבית הזנים המסורתיים המקומיים אבדו עם דחיקתם ממפת המזרע במעבר לגידול זני המהפכה הירוקה אולם, מספר איסופים של זנים מסורתיים שנערכו ברובם בתחילת המאה ה-20, שרדו בבנקי הגנים ובאוספים פרטיים ברחבי העולם. על בסיס אוספים אלו נבנה אוסף רחב וייחודי של זני חיטה מסורתיים (n=916) משדות הפלחה של ישראל ושכנותיה (Israel Palestine Landraces IPLR) בכדי להשיב, לשמר ולאפיין משאב גנטי ייחודי זה. מטרת העבודה הנוכחית הינה אפיון ואומדן השונות הפנוטיפית והגנטית שבאוסף ובחירת אוספי ליבה (core collections). כמו כן התמקדנו בבחינה השוואתית אגרוטכנית של זנים מסורתיים בהשוואה לזנים מודרניים בסביבות חצי-יובשנית וים-תיכונית בניסויי שדה במשך שתי עונות. נבנה מסד נתונים לכלל אוסף ה-IPLR שכלל passport data מידע היסטורי, אפיון פנוטיפי ומורפולוגי במהלך שתי עונות ואפיון גנטי שהתבסס על סמני KASP (n=83) וריצוף בטכנולוגיית DArTseq. תת-אוסף מייצג של 15 קווים נבחן בניסוי שדה רחב לביצועים אגרוטכניים תחת רמות השקיה שונות. תוצאות ראשוניות הראו כי הזנים המסורתיים נבדלים בתכונות פנולוגיות בשדה בהשוואה לזנים מודרניים; יצרנות נמוכה, אפילים, קמה גבוהה ונטייה לרביצה. בחלקם בלטה יציבות של יבול גרגרים תחת יובש. חמישה קווים מתוך הפאנל נבחרו בתום האפיון בשדה כבעלי פוטנציאל אגרוטכני גבוה ביותר (יבול גרגירים וביומסה, בכירות ועמידות יחסית לרביצה). באפיון גנטי עמוק אותרו 26K סמנים אינפורמטיביים עליהם ביססנו את בחירת אוספי ליבה, לקווי הלחם (האקסאפלואידיים) והדורות (טטראפלואידיים) בנפרד שמתועדפים בבנק הגנים הישראלי לשימור ארוך טווח של ארסנל התכונות המאפיין של אוסף ה-IPLR לשימוש עתידי בטיפוח והשבחה של זני חיטה.

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

דנה סיסו-כחלון<sup>1,2,3</sup>, שריאל היבנר<sup>3</sup>, חנן אייזנברג<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי  
<sup>3</sup>המכון למחקר מדעי יישומי בגליל – מיג"ל

([danaiso22@gmail.com](mailto:danaiso22@gmail.com))

עלקת החמנית (*Orobanche cumana* W.) הינה עשב טפיל שורש המהווה את אחד העשבים קשי ההדברה בחקלאות ישראל, ונחשב לאחד הגורמים הפוגעים והמגבילים ביותר בגידול חמנית בארץ ובעולם. טיפוח לזנים עמידים מהווה אלמנט מפתח בניהול ממשק הדברת עלקת. עם זאת, התפתחות מהירה של גזעי עלקת חדשים ואלימים מובילה לשבירת העמידות. בכדי לאפשר פיתוח זני איכות העמידים לעלקת לאורך זמן יש לנקוט באסטרטגיית טיפוח כמותי (פוליגני) לעמידות בנוסף לטיפוח האיכותני (מונוגני) בו נעשה שימוש בעבר. אסטרטגיות טיפוח כמותיות דורשות ניתוח גנטי כמותי (QTL) ופיתוח של סמנים מולקולריים אחוזים לתכונת העמידות על מנגנוניה השונים. חקר והבנת המנגנונים האחראים לעמידות לעלקת בפרט ולצמחים טפילים בכלל תעמיד לרשות מטפחים וחוקרים כלי משמעותי בטיפוח זנים עם עמידות גבוהה וארוכת טווח. במסגרת הכנס אציג את המחקר הנעשה על זן החמנית הישראלי 'עמק 3' המראה עמידות מלאה ולאורך זמן לגזעי עלקת החמנית הנמצאים בארץ, ועל אוסף קווי חמניות עולמי המייצג כ 90% מהשונות הגנטית בחמניות. חתכים היסטולוגיים, תצפיות ומעקב רציף אחר התפתחות שלבי הטפילות השונים אפשרו לזהות כי מנגנון העמידות של 'עמק 3' הינו מנגנון "קדם האוסטוריאלי". אנליזה השוואתית של ריצוף RNA (RNA-Seq) של שורשי הזן 'עמק 3', של צבר קווי חמניות רגישים ושל צבר קווי חמניות עמידים לעלקת אפשרה זיהוי של שלושה גנים משותפים וייחודיים לצבר העמיד ול'עמק 3' אשר מקודדים לחלבוני עמידות (PR Proteins):  $\beta$ -1,3-ethylene-responsive transcription factor ו  $\beta$ -glucanase, endoglucanase. חלבונים אלו בעלי תפקיד בתגובת צמחים לפתוגנים בכלל ולצמחים טפילים בפרט.

אוסף קווי החמניות העולמי נסרק לעמידות לעלקת בתנאי שדה ובתנאי מעבדה. סריקת האוסף בתנאי מעבדה נעשתה בשיטה אשר פותחה לצורך מחקר זה ומאפשרת תפוקת מידע גבוהה (high-throughput) לסיווג תכונת העמידות על פי המנגנונים המתוארים בספרות. אנליזות גנום רחבה (GWAS) של אוסף קווי החמניות העולמי לתכונת העמידות לעלקת בתנאי מעבדה זיהתה אזורים גנומיים הקשורים בעמידות לעלקת על כרומוזומים 6, 9, 11 ו 15. ממצאים אלו נתמכים על ידי עבודות נוספות שנעשו ברחבי העולם, בהם מופו QTL לעמידות לעלקת באזורים אלו.

## חקירת המנגנון הגנטי של היווצרות איבר אגירה בשעורת הבולבוסין

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

<sup>1</sup>המכון למחקר מדעי יישומי בגליל – מיג"ל

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

הייצור העולמי של גידולי שדה עומד בפני מספר אתגרים, גידול מהיר באוכלוסיית העולם, ירידה במשאבים טבעיים ושינויי אקלים קיצוניים. אתגרים אלו דוחקים במטפחים לפתח כיוונים חדשים לייצור גידולים עמידים וברי קיימא.

אחת הגישות להפוך את החקלאות האינטנסיבית ליותר ידידותית לסביבה היא מעבר ממערכות גידול חד שנתיות לרב שנתיות. המעבר לחקלאות רב שנתית מגלם בתוכו יתרונות כלכליים וידידותיים לסביבה הכוללים: הפחתה באיבוד קרקעות, הפחתה בשימוש חומרים כימיים להדברה או לדישון, הפחתה בהשקיה והפחתה בשימוש בדלקים אורגניים. ניסיונות קודמים לפיתוח דגנים רב שנתיים נעשו עד כה בשיטות טיפוח קלאסיות אשר נמשכו זמן רב עם הצלחות חלקיות. בירור המנגנון הגנטי של רב שנתיות על ידי יצירת איבר אגירה ברמה המולקולרית עשוי לאפשר להאיץ את תהליך הטיפוח.

בהרצאה זו, אציג את פיתוח הטרנסקריפטום של שעורת הבולבוסין (*Hordeum bulbosum*), דגן מקומי רב שנתו וקרוב לשעורת התרבות. מקור מידע חדש זה, אפשר לבחון את המנגנון הגנטי של היווצרות פקעת על ידי השוואת רמות ביטוי של רנ"א שהופק ממריסטמת הנצר לפני ואחרי יישום האות להיווצרות איבר האגירה. על פי תוצאות הניסוי, מספר גנים המקושרים להתפתחות איבר האגירה ובקרת הפריחה זוהו, ביניהם הגנים *GIGANTEA-LIKE*, *MADS BOX-LIKE*, *CONSTANS-LIKE* ו- *SWEET-4-LIKE* האחראים על קליטת האות לאורך יום וצבירת סוכרים באיבר אגירה.

# הדברת עשבים בתוך שורת הצמחים (intra-row) בעזרת קלטרת אצבעות (finger-weeder) בגידולי שדה

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

<sup>1</sup> מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

[evya.jd@gmail.com](mailto:evya.jd@gmail.com)

אמצעי הדברה מכאניים מספקים פתרון להדברת עשבים המתפתחים בין שורות הגידול, אולם בתוך השורה הפתורות מוגבלים. מסיבה זו קיימת תלות רבה בקוטלי עשבים (ק"ע) בררניים, המחייבת מציאת אלטרנטיבות. קלטרת האצבעות (finger weeder), הינה אמצעי הדברה מכאני ייעודי להדברת עשבים המתפתחים על שורת הגידול. מטרת המחקר הינן לבחון את יעילות השימוש בקלטרת זו, ומציאת חלון ההזדמנויות הבטוח לשימוש במספר גידולי שדה מרכזיים. מטרה נוספת הינה אפיון וקביעת מנגנון הברנות של אמצעי זה. לצורך כך נבחנו מספר ממשקי הדברה המבוססים על מקלטרת האצבעות הכוללים מספר קילטורים שונה לאורך עונת הגידול, ושלובם עם ממשק ק"ע. בבחינת יעילות ההדברה נמצא טווח יעילות של 50% ועד 99% בממשקים השונים. יעילות ההדברה של מרבית הממשקים המתבססים על מקלטרת האצבע בלבד הייתה דומה ליעילות הריסוס בק"ע, והגיעה לרמה של 93% ו- 90% בשני קילטורים בתירס וחמניות, בהתאמה. בהקשרים של בטיחות הגידול, בעגבניות לתעשייה נמצא כי שימוש באצבעות בעלות קשיחות נמוכה מאפשרות ליישם את הקילטור במועד מוקדם (18 יום משתילה) ובכך להרחיב את חלון ההזדמנויות להדברת עשבים. בחמניות ותירס נמצא כי שלוב של ק"ע בקדם הצצה נתן יתרון משמעותי לגידול על פני אוכלוסיית העשבים ובכך ניתן ליישם את הקילטור במועד מאוחר יותר, ולהימנע מפגיעה בגידול. במהלך מחקר זה נמצא כי קלטרת האצבעות הדבירה ביעילות גבוהה מינים המסווגים כרחבי עלים ואילו יעילות הדברת מיני דגניים הייתה פחותה. בנוסף, נמצאה השפעה לשלב הפנולוגי של העשבים על יעילות הדברתם. שלבי הפסיגים ו-2 עלים אמתיים הם השלבים בהם העשב פגיע מאוד. בשלבים אלו נצפתה יעילות של 80% בהדברת רחבי עלים בעוד שבשלב מאוחר יותר (ארבעה עלים) לא נצפתה כלל הדברה. בבחינת מאפייני שורשיהם של חרדל וחיטה (כעשבי מודל) נמצאו פרמטרים מרחביים שונים. אורך השורשים, שטח הפנים ונפח השורשים אשר נבדלו בשלבי צימוח ראשוניים, מלבד בשלב ארבעה עלים. ממצא זה יכול להסביר את הפחיתה ביעילות ההדברה. עבודה זו מראה את הפוטנציאל הטמון בכלי זה בשימוש מושכל כחלק מממשק הדברת עשבים ומספקת הסבר למנגנון הבררנות.



# שיפור מערך ההדברה של הצמח המתפרץ חנק מחודד

אורי בר<sup>1,2</sup>, פרופ' אברהם גמליאל<sup>3</sup>, ד"ר מאור מצרפי<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה

העברית

([ori.bar@mail.huji.ac.il](mailto:ori.bar@mail.huji.ac.il))

חנק מחודד (*Cynanchum acutum* L.) הוא צמח מטפס, רב שנתי, ממשפחת האסקלפיים אשר נפוץ בחלקים מאסיה, דרום אירופה ואפריקה. בשנים האחרונות, החנק המחודד נמצא בתהליך של התפרצות באזורים שונים של מדינת ישראל. צמח זה הוא בעל העדפה לבתי גידול לחים, שדות, מטעים, תעלות וצדי דרכים. לצמח יכולת רבייה מינית באמצעות זרעים וא-מינית באמצעות קני שורש. מערך התפוצה של החנק המחודד מבוסס על תפוצת זרעים למרחק בעזרת הרוח וקני שורש המופצים באמצעות עיבודים וכלים חקלאיים. החנק מתעורר מקני השורש באביב, צומח מהר לאורך הקיץ, פורח בסוף הקיץ וקמל ומתייבש בסתיו ובחורף. בעזרת הצימוח החזק שלו באביב ובקיץ, החנק המחודד מסוגל לטפס ולכסות את העצים וגידולי השדה, פגיעה אשר באה לידי ביטוי באיכות ובכמות היבול. **מטרת המחקר:** פיתוח כלים כימיים וממשקים להפחתת הפגיעה ושיפור מערך ההדברה של הצמח חנק מחודד. מטרה זו תושג באמצעות הבנת הביולוגיה, לימוד הפנולוגיה ואפיון היעילות של קוטלי עשבים.

**בחינת היעילות של קוטלי עשבים שונים:** יעילות קוטלי העשבים השונים נבחנה בשימוש בקני שורש שנאספו ממשע זיתים בקיבוץ גבת. קני שורש באורך של 5 ס"מ נטמנו בעציצים שמולאו בקרקע נווה יער. בניסוי בוצעו טיפולי קדם ואחר הצצה, במספר חזרות של 29-30 ו-8-12 בהתאמה. כאשר בטיפולי קדם הצצה רוססו החומרים סטומפ (pendimetalin), פול סווינג (pyroxasulfone) ואליון (indaziflam). בטיפולי אחר הצצה הצמחים רוססו בשלב של 7-5 או 12-10 עלים. קוטלי עשבים ששימוש לניסוי אחר הצצה היו: ראונדאפ (glyphosate), גלובוס (glufosinate), טומהוק (fluroxypyr) ואמינופירליד ששולבו עם משטח (שטח 90), ספוטלייט (carfentrazone-ethyl), סטרייק (flumioxazin) והיט (saflufenacil).

**תוצאות:** בניסוי קדם הצצה על קני שורש, נצפתה פגיעה של כל שלושת החומרים בקצב הגידול וההצצה של החנק. החומר אליון הראה פעילות גבוהה יותר מהחומרים סטומפ ופול- סווינג. בניסויי אחר הצצה נמצאו גם כן מספר טיפולים שהיו יעילים כנגד החנק ומנעו התחדשות. החומרים טומהוק ואמינופירליד הראו את הפעילות הגבוהה ביותר למניעת התחדשות לאורך הזמן.

# פיתוח מערכת תומכת החלטה להדברת עלקת מצרית *Brassica oleracea* var (כרוב) (*Phelipanche aegyptiaca*) (*capitata*)

עמית וולך<sup>1,2</sup>, חנן איזנברג<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה  
העברית

[aa.wallach@gmail.com](mailto:aa.wallach@gmail.com)

עלקת מצרית הינה טפיל שורש מוחלט חסר כלורופיל ממשפחת העלקתיים, הצורכת את כל החומרים החיוניים להתפתחותה מהפונדקאי. לעלקת מצרית (*Phelipanche aegyptiaca*) טווח רחב של צמחים פונדקאים בגידולי השדה ורמת הנזק יכולה להוביל לפגיעה בגידול ולאובדן היבול. הדברת העלקת מורכבת בין השאר כי מחזור החיים של הטפיל, בשלבים הקריטיים להדברה, מתרחש מתחת לפני הקרקע. הדברה באמצעות קוטלי עשבים היא השיטה היעילה והנפוצה ביותר להתמודדות עם עלקת. משימה זאת מורכבת מכיוון שקוטל העשבים חייב להיות בררני לגידול, עליו לנוע דרך הצמח ולהדביר את העלקת ובנוסף, מספר קוטלי עשבים המשמשים להדברת עלקת מצומצם. פיתוח מערכת תומכת החלטה של הדברת עלקת מצרית בכרוב חייבת להיעשות בעזרת מודלים לחיזוי שלבי הטפילות התת קרקעיים. בעבודה זו פותחו מודלים לחיזוי הדינמיקה של הטפילות ונבחנה בטיחות שני קוטלי העשבים אתמטסולפורון-מתיל וגליפוסט לכרוב ויעילותם בהדברת עלקת. העבודה נעשתה בתנאי מעבדה (גידול הידרופוני) ובשדה. בשדה נבחנו קוטלי העשבים בשלושה יישומים ובתוספת המטרה (200 מ<sup>3</sup>). השפעת הטמפרטורה על התפתחות העלקת בשלבים התת קרקעיים נבחנה בשדה בשיטה חדשנית שמאפשרת מעקב לא הרסני באמצעות מצלמה תת קרקעית, מינירייזטרון, במשך 19 חודשים. השפעת מחזור הגידול בשדה על הספציפיות של עלקת מצרית נבחנה בגידול הידרופוני. בשימוש בתכשיר גליפוסט (72 גר' ח.פ. להקטר) ביישום על עלוות הכרוב, לא נגרם נזק לכרוב ונצפתה הדברה טובה של העלקת בכל מערכות הניסוי. אתמטסולפורון-מתיל לא גרם לנזק בכרוב בכל המינונים שנבחנו ונמצא שמדביר עלקת בשדה במינון המומלץ כאשר נבחן בתוספת המטרה. לתיאור קצב הדינאמיקה של טפילות עלקת מצרית לכרוב נבחר מודל ימי מעלה לינארי. בנוסף, נמצא שקיימת ספציפיות בין עלקת מצרית לפונדקאי. זרעי עלקת מצרית שנאספו משדות בהם מצליבים היו חלק ממחזור גידולים נבטו בשיעור גבוה יותר, כנראה בעקבות הכרה של משרני הנביטה מהפונדקאי. לפי המודל שחושב, המועד האופטימלי ליישום קוטלי עשבים נקבע לתחילת הטפילות בשדה לאחר 150 ימ"מ, טיפול שני לאחר 300 ימ"מ וטיפול שלישי לאחר 450 ימ"מ. בניסויי שדה שטופלו בהתאם לפרוטוקול שהוצע במערכת תומכת החלטה, הדברת העלקת הייתה מוצלחת.

# תכונות הקנה בחיטה והשפעתן על מילוי גרגרים תחת עקה טרמינאלית

מיכאל זילברברג<sup>1</sup>, ד"ר רואי בן דוד<sup>2</sup>, ד"ר דוד בונפיל<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>מרכז מחקר גילת, מנהל המחקר החקלאי

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

החיטה (*Triticum* sp.) היא אחד מהגידולים החקלאיים החשובים בעולם. בישראל החיטה גדלה בתנאים ים תיכוניים או חצי יובשניים, ומכאן התלות הגדולה של היבולים בכמות המשקעים ובאופן פיזורם על פני העונה. בסוף עונת הגידול לאחר שליפת השיבולים מתרחש תהליך מילוי הגרגר, תהליך קריטי המשפיע על היבול הסופי בשדה ועל איכות הגרגרים. הפחמימות שמועברות אל הגרגרים מגיעות מהאיברים המטמיעים ומהסוכרים המסיסים המאוחסנים כאשר תחת תנאי עקת חום או יובש הסוכרים המאוחסנים בקנה הופכים להיות הרכיב העיקרי במילוי הגרגר. מחקרי עבר מצאו שישנו מתאם חיובי בין ריכוז הסוכרים המאוחסנים בקנה וקצב העברתם אל השיבולת לבין משקל הגרגר תחת תנאי עקה טרמינאלית. מעט מחקרים יחסית התמקדו בתכונות הקנה (דחיסות וקוטר) ובמתאם שלהם לכמות הסוכרים המאוחסנים בקנה ולמילוי גרגר תחת עקת טרמינאלית. מטרת העבודה הינה בחינת תרומת תכונות הקנה השונות להנבת החיטה תחת תנאי עקה טרמינאלית. אוסף רחב ומגוון של קווי חיטה ( $n=823$ ) אופייני לטווח תכונות קוטר ודחיסות הקנה (שטח הקנה:  $2.53-24.14\text{mm}^2$ , דחיסות:  $18.67-100\%$ ). סט קווים מייצג נבחן בשלושה ניסויי שדה למידת ההשפעה של תכונות קנה על שלב מילוי הגרגר בסוף העונה בסביבה חצי-יובשנית וים-תיכונית (גילת ובית-דגן, בהתאמה). בניסויים אופיינו דחיסות ורוחב הקנה, התפתחות הקמה, ריכוז הסוכרים המסיסים בקנה [נאמד באמצעות מכשיר [Near-Infrared (NIR)] ורכיבי יבול. תוצאות ראשוניות מניסויי השדה מצביעות על מתאם שלילי מובהק  $[-(0.5-0.8)]$  בין קוטר הקנה לדחיסותו. בנוסף אותרה שונות בין הקווים השונים בריכוז הסוכרים המסיסים בקנה ( $12.7-26.8\%$ ) ונמצא כי ישנו מתאם חיובי בין הריכוז למשקל הגרגר ( $r=0.4, P(r)=0.0219$ ). בחלק מניסויי השדה אותר מתאם (במובהקות גבולית) בין תכונת דחיסות הקנה (חיובי) ורוחב הקנה (שלילי) למילוי הגרגר משילוב נתוני ריכוז הסוכרים וגודל הגרגר במועדים שונים במהלך מילוי הגרגר ניתן לאמוד את קצב העברת הסוכרים אל הגרגר. אנליזת הסוכרים המלאה ב-NIR של קנים מכל ניסויי השדה תושלם בזמן הקרוב ותאפשר ניטור של אומדן זה. בעונה הבאה יבחנו תחת סביבה יובשנית בגילת קווי טיפוח מתקדמים שנוצרו מהכלאות בין זנים ישראליים (חלולים) לבין זנים בעלי קנה מלא.

# אפיון הביולוגיה והפנולוגיה באוכלוסיות משלבי פלישה שונים של המין הפולש פרטניון אפיל (*Parthenium* *hysterophorus*)

סהר מלכה<sup>1,2</sup>, חנן איזנברג<sup>1</sup>, מאור מצרפי<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר נווה יער, מנהל המחקר החקלאי, <sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

([Sahar.malka@mail.huji.ac.il](mailto:Sahar.malka@mail.huji.ac.il))

פרטניון אפיל (*Parthenium hysterophorus*), צמח ממשפחת המורכבים, הוא מין פולש אגרסיבי שגדל בכ-50 מדינות ברחבי העולם. מקורו במדינות דרום ארה"ב השוכנות בקרבת מפרץ מקסיקו. מין פולש זה משבש בצורה קשה שטחים חקלאיים וגורם לנזקים כבדים בגידולים שדה שונים כגון סורגוס, חימצה, אספסת ותירס. מלבד הנזק החקלאי, מין זה מהווה בעיה קשה במערכות אקולוגיות אחרות. למשל, פרטניון אפיל הוא צמח אלרגני לחי ולאדם ויכול אף לגרום לתמותה של חיות משק הניזונות ממנו בשטחי מרעה. כיום בישראל אופיינו מספר אוכלוסיות של פרטניון אפיל שנמצאות בשלבי פלישה שונים, אך אין ידע המקשר בין שלב הפלישה בו נמצאת האוכלוסייה ליכולות התחרות וההתאמה לסביבה. ידע זה יוכל לתרום לפיתוח גישות משולבות יעילות של הדברה כימית ולא-כימית להדברת פרטניון אפיל. מטרת המחקר היא לימוד הנביטה וההצצה של אוכלוסיות פרטניון אפיל תחת תנאי סביבה משתנים בכללם תנאי טמפרטורה ותכולת רטיבות משתנים.

זרעי פרטניון אפיל נאספו משש אוכלוסיות החשודות שנמצאות בשלבי פלישה שונים. נביטה והצצה של זרעים מאוכלוסיות אלו נבחנו בצלחות פטרי בתנאי מעבדה ותחת משטרי טמפרטורות שונים (10, 15, 20, 25, 30, 35 מ"צ).

נמצאה שונות ביכולת הנביטה של אוכלוסיות פרטניון אפיל משלבי פלישה שונים תחת משטרי טמפרטורה משתנים. ככלל, נביטת הזרעים עלתה ביחס ישר לטמפרטורה והגיעה לשיא בטמפרטורות של 15 ו-20 מ"צ. אוכלוסיות משלבי פלישה מתקדמים הראו אחוזי נביטה גבוהים יותר בהשוואה לאוכלוסיות הנמצאות בתקופת השהייה. אפקט זה נצפה בעיקר בטמפרטורות נמוכות (10 מ"צ) וגבוהות (30 ו-35 מ"צ) מהאופטימום. נראה כי אוכלוסיות משלבי פלישה שונים הן בעלות דפוס נביטה שונה. ממחקר זה עולה כי תנאי הסביבה יכולים לתרום ליכולת התאמה שונות של אוכלוסיות פרטניון אפיל במערכות חקלאיות ואקולוגיות שונות. דבר זה יכול לגרום לשונות ברמת ואופי הפגיעה במערכות אלו. חשיבות המחקר נעוצה בבחינת אוכלוסיות שונות של מין פולש זה ואפיון של הפנולוגיה והביולוגיה של כל אוכלוסייה. מידע זה יסייע במטרה לזהות תכונות התורמות ליכולת הפלישה והתאמת מערך ההדברה היעיל ביותר לאוכלוסיות הנמצאות בשלבי הפלישה השונים ואף לכאלה שאולי יגיעו בהמשך.

# לימוד דרישות ההזנה של קנאביס רפואי לחנקן

אביה סלונר<sup>1,2</sup>, ד"ר נירית ברנשטיין<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

[avia.saloner@mail.huji.ac.il](mailto:avia.saloner@mail.huji.ac.il)

גידול קנאביס רפואי הינו ענף חקלאות מתפתח בישראל ובעולם. למרות חשיבות הנושא, קיים מעט מידע מחקרי בדבר השפעת תנאי הגידול על האיכות הכימית/פרמקולוגית של צמח הקנאביס. חסר מידע בדבר השפעת משטר הדישון על התפתחות הצמח ואיכות היבול. בכדי להגיע לאיכות ואחידות גבוהה לרווחת החולה והחקלאי יש ללמוד את דרישות ההזנה של הצמח.

נבחנה תגובת זן הקנאביס הרפואי Annapurna להזנה בחנקן (N) בשלב הצימוח הווגטיבי ובשלב ההפרחה. הצמחים גודלו בריכוזי חנקן שונים (30, 80, 160, 240, 320 ח"מ) בחדר גידול מבוקר, בעציצים במצע פרלייט. נערך מעקב אחר השפעת הטיפולים מבחינת התפתחות הצמח, מאפיינים פיזיולוגיים, צבירת ריכוזי יסודות ההזנה השונים בחלקי הצמח השונים, וריכוזי המטבוליטים המשניים בחומר הצמחי.

בשלב הווגטיבי מרבית המדדים שנבדקו ביניהם מדדי ההתפתחות, משקל הצמח, קצב הפוטוסינתזה ואף ריכוזי המזינים אשלגן, זרחן, סידן ומגנזיום בצמח היו בשיאם תחת אספקה של 160 ח"מ חנקן. מדדים נוספים דוגמת ריכוז הכלורופיל והקרוטנואידים, הפוטנציאל האוסמוטי, יעילות ניצול המים וריכוזי החנקן בצמח עלו אף הם עם אספקת החנקן לכל הטווח שנבדק. גם בשלב ההפרחה תפקוד הצמח נפגע מרמות חנקן נמוכות, כאשר רמת הפוטוסינתזה, ריכוז הפיגמנטים הפוטוסינתטיים, יעילות ניצול המים ויבול התפרחות ירדו תחת אספקת חנקן נמוכה מ-160 ח"מ. עם זאת, רמות גבוהות של חנקן, עד 320 ח"מ חנקן, לא פגעו בצמח מבחינה מורפית-פיזיולוגית ולא גרמו לירידה ביבול התפרחות, בעוד ריכוז המטבוליטים המשניים בצמח (קנבינואידים וטרפנים) ירד באופן כללי עם העלייה באספקת החנקן, לכל טווח הריכוזים הנבדק.

המסקנות העולות מהנתונים הן כי בשני שלבי הצימוח, וגטטיבי ורפרודוקטיבי, רמת החנקן הנמוכה ביותר המתאימה לגידול קנאביס רפואי ללא התפתחות מחסורים הינה 160 ח"מ חנקן. בשלב הווגטיבי, ריכוזי החנקן האופטימלי ליצירת ביומסה ולמצב מורפית-פיזיולוגי מיטבי של הצמח הינו 160 ח"מ, וריכוזי חנקן גבוה גורם לעודפי חנקן ולרעילות. בשלב ההפרחה קיים טווח ריכוזים רחב מבחינת התפתחות וכמות היבול (320-160 ח"מ חנקן), אך רמות חנקן גבוהות גורמות לירידה בייצור המטבוליטים המשניים, ולכן בעלות אפקט שלילי על הפוטנציאל הרפואי של היבול.

## פיתוח שיטת השקיה מדויקת בעזרת מדידות צריכת מים ולמידת מכונה בעגבניות לתעשייה

ליאור פיין<sup>1,2</sup>, Antoine Richard<sup>3</sup>, יוסי טנאי<sup>1,4</sup>, Cédric Pradalier<sup>3</sup>, עופר רוזנשטיין<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית. <sup>3</sup> Georgia Tech  
<sup>4</sup> Lorraine, UMI 2958 GT-CNRS. HIT - מכון טכנולוגי חולון.

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

צריכת המים של גידולי שדה, או האידי-דיות (ET; Evapotranspiration), הינו פרמטר חשוב לצורך בקרת השקיה יעילה אך קשה מאוד לאומדן מדויק. מערכות קורלציית הערבליים (Eddy Covariance; EC) מסוגלות למדוד את ה-ET בשטחים נרחבים, ברזולוציה עתית גבוהה ובאופן מדויק לאורך כל עונת הגידול. אולם, מערכות אלה יקרות מאוד ודורשות כוח אדם מיומן להפעלתן ולעיבוד הנתונים.

על כן, במסגרת מחקר זה, פותחה ונבחנה שיטה להערכת צריכת המים, המקשרת בין נתונים המגיעים מתחנות מטאורולוגיות סטנדרטיות לבין נתוני ה-ET ממערכות ה-EC ומנצלת את יכולות המידול החזקות של שיטות סטטיסטיות מעולם למידת המכונה. השיטה הוטמעה ביישומון לנייד שיאפשר לחקלאי לקבל הערכה, בזמן אמת, של צריכת המים ולהשקות בהתאם.

מערכות ה-EC הוצבו בשני שדות של עגבניות לתעשייה בעמק החולה בשנת 2019 ונאספו משתנים מטאורולוגיים מתחנה סמוכה. המודלים 'אומני' על נתונים אלה ונבחנו מול מערכת EC בשנת 2020. במקביל, נערך ניסוי השקיה בו נעשה שימוש ביישומון לנייד, המכיל את המודלים המאומנים, ע"י חקלאי לצורך בקרת ההשקיה. שיטה זו נבחנה אל מול שיטת השקיה משקית, שנעזרה במדריך חקלאי מומחה וחישיני קרקע לצורך משוב.

המודל שפותח העריך את ה-ET עם RMSE (Root mean square error) של 0.68 מ"מ לעומת 0.9 מ"מ של שיטת FAO56-PM, השיטה המקובלת להערכת ET בצורה לא ישירה. בניסוי ההשקיה, המודל שפותח הביא לסך כמות השקיה, יבול ויעילות שימוש במים דומים לשיטת ההשקיה המשקית. תוצאות אלו מעודדות לאור הזמינות הגבוהה וקלות השימוש בשיטה שפותחה במסגרת המחקר.

מחקר זה מדגים את הפוטנציאל של שימוש בשיטות מעולם למידת המכונה, יחד עם נתונים איכותיים שנאספו משדות חקלאיים, בכדי לכמת טוב יותר את צריכת המים של גידולי השדה ולאפשר השקיה יעילה.

# השפעת בראסינוסטרואידים על פוריות פרחי עגבניה בתנאי עקת חום

רון קגנטון<sup>1</sup>, ד"ר חגי יסעור<sup>1</sup>

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

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

גידול העגבניה מתרכז ברובו בנגב, כ-80% מכלל ייצור העגבניה בישראל שהינו כ-140 אלף טון, ומפרנס כ-17 אלף משפחות. כמות היבוא עולה בהתמדה משנה לשנה. אתגרי הגנת הצומח ובפרט מחלות קרקע ונגיפים, נעשים קשים יותר מידי שנה ופוגעים ביבול לדונם לכדי ירידה עד לחצי במהלך העשורים האחרונים.

לכל קשוי הגידול והיבוא הללו מתווספים גם בעיות הפוריות של העגבניה בתנאי עקת חום. עקת חום בעגבניה הינה באירוע קצר של 40 מ"צ, או ממוצע של 29 מ"צ למשך 12 יום. בתנאים אלה מתפתח מחסור בפירות בגלל פגיעה בחנטה.

בעיית פוריות העגבניה בתנאי חום מחריפה משנה לשנה עקב שינויי האקלים, שבירת שיאי החום הנמדדים ומשך הזמן שלהם. על כן סוגיה זו היא מהותית לחקלאות המדברית בישראל ובעולם כולו. הלחץ הכלכלי ואתגרי הגידול מקשים על מגדלי העגבניה ומספרם יורד באופן קבוע עם השנים.

מחקרי עוסק בשיפור פוריות העגבניה תחת עקת חום ע"י בחינת השפעת מתן חימוני של הורמון ממשפחת הברסינוסטרואידים לעגבניה השרויה בעקת חום, והסברת המנגנונים הפיזיולוגיים והביוכימיים בהם משפיע הברסינוסטרואיד על עמידות עגבניה לעקת חום, בין אם בפן המאזן הסוכרי, התקינות הגנטית או בהתמודדות עם רדיקאליים חופשיים. המחקר בבראסינוסטרואידים בתחילת דרכו בעולם המדע, ולכן טרם נבדק תפקידם בפוריות העגבניה בחום. מחקרים קודמים קושרים בין ברסינוסטרואידים והתמודדות צמחים בעקות מגוונות וכן גם ניסויים ראשוניים במחקר זה. בשלב זה תוצאות הניסויים שלי מראות שיפור של כ-30-50% בכמות גרגירי האבקה החיוניים בגידול תחת עומס חום כאשר הם מטופלים בריכוז 0.1 חלקי מליון ברסינוסטרואיד. בספרות המחקרית מתואר רבות הקשר ההדוק בין כמות אבקה חיונית לכמות הזרעים בפרי וכיוצא מזה על היבול. מחקר זה עשוי לסייע לחקלאי לקבל פדיון גבוה יותר באותן תשומות ולאפשר לחקלאות הישראלית והעולמית להתמודד עם אתגרי תנאי האקלים המקצינים.

## השפעת מבנה, חומר וקשיחות פיגום תלת ממדי על תהליך הרגנרציה והתפתחות הצמח

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

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

<sup>2</sup>מרכז מחקר וולקני, מנהל המחקר החקלאי

(noy.sadot@mail.huji.ac.il)

תרביות רקמה מהוות צוואר בקבוק בכל הקשור לעריכה גנומית. על מנת להבין את הקושי בהתפתחות תאים לרקמות שלמות, צריך להבין איך מתרחשת רגנרציה. במעבדה, תרביות רקמה צמחיות נחקרות בצלחות פטרי מזכוכית או פלסטיק על מצע דו-ממדי. יחד עם זאת, צמחים הם אורגניזמים תלת-ממדיים. קומפוזיציות התאים וההתפתחות הטבעית של הצמח מתרחשת בשלושה ממדים. במחקר שלי, אני משתמשת ברקמה לא ממוינת שמקורה בעלים, שורשים וזרעים הנקראת קאלוס של צמח המודל (*Arabidopsis thaliana*) על מנת לחקור רגנרציה במבנה תלת ממדי.

במחקר זה אני חוקרת את הקשר בין הסביבה בה הקאלוס מתפתח, ספציפית המצע בתוכו הוא גדל, לבין הקאלוס עצמו, כיצד הוא עובר רגנרציה, התפתחות ודיפרנציאציה. על מנת לחקור זאת, אני משתמשת בשיטות חדשניות כגון מיקרו-CT, אשר בוחן את המבנה התלת ממדי של הקאלוס ברמת המיקרו, ברזולוציה גבוהה מאוד. בזכות מכשיר זה ניתן לזהות את צפיפות התאים בקאלוסים באזורים שונים של הקאלוס התלת ממדי. בנוסף, אני בודקת את תכונות מצע הגידול עליהם גדלים הקאלוסים, איך קשיות המצע משפיעה על התפתחות הקאלוס והתנהגות התאים. על פי תוצאות ראשוניות, נראה כי ישנה השפעה של קושי המצע על צורת הקאלוס והתפתחותו. על מצעים קשיחים הקאלוסים נוהגים לעבור התמיינות מהירה בהשוואה לקאלוסים הגדלים על מצע רך יותר. כמו כן, אני בודקת את התכונות הפיזיקליות של מצעי הגידול על ידי שימוש בממצקים שונים (אגר, פיטאגיל וג'לרייט). בניסויים של אפיון מצע הגידול נראה כי אין הבדל משמעותי בדיפוזיית חומרים (נוטריאנטים והורמונים) בין סוגי מצעים בעלי מקשיחים שונים. בעתיד, אסתכל על השפעת מצעים שונים בעלי טופוגרפיה תלת-ממדית ואבחן את השפעות מצעים אלה על התפתחות ורגנרציה.

הצלחת המחקר תאפשר הבנה מעמיקה יותר בנוגע לרגנרציה של צמחים. בנוסף, מחקר זה יכול להועיל בהבנת תכונות המצע האידיאלי לגידול צמחים אשר עברו מניפולציה גנטית והם קשי רגנרציה.



# פיתוח ממשק הדברת עשבים משולב לגידול מורינגה מכונפת

## רב-קצירית למספוא

איטי שולנר<sup>1,2</sup>, צבי פלג<sup>2</sup>, רן לאטי<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות  
(itayshulner@gmail.com)

מורינגה מכונפת (*Moringa oleifera* Lam.) הינה עץ נשיר ממשפחת המורינגיים בעל מגוון שימושים כגון: הזנת בני אדם ובעלי חיים, תרופות וקוסמטיקה. עיקר גידול המורינגה בעולם נעשה כגידול רב שנתי במטעים, אך בישראל מגודלת המורינגה גם כגידול שדה רב-קצירי למספוא, לצורך הזנת בקר. פיתוח ממשק הדברת עשבים המותאם לשלבי וצורות הגידול (השונות: 1) זריעה עד התבססות (קדם הצצה), 2) מהתבססות עד סגירת הנוף (לאחר הצצה), 3) בין קצירים ו-4) ובחורף כאשר העץ נמצא בתרדמה, הוא בעל חשיבות רבה להצלחת הגידול בישראל. לפיכך, מטרת המחקר הייתה בחינת בטיחות ויעילות אמצעי הדברה כימיים ולא כימיים, ופיתוח ממשק הדברת עשבים משולב לגידול מורינגה רב-קצירית. למיטב ידיעתנו עד כה לא נעשו מחקרים העוסקים בתחום זה. לצורך זה, נערכו מספר ניסויי שדה לבחינת בטיחות ויעילות קוטלי עשבים במנגנוני פעולה שונים בזריעת קיץ. הניסויים כללו ארבעה טיפולים של קוטלי עשבים בקדם הצצה וארבעה טיפולים לאחר הצצה. בנוסף, נבחנו אמצעים לא כימיים, קילטור ושלחוב בין ובתוך שורות הגידול ע"י קלטרת אצבע ומשלהבת מסחרית, במספר יישומים ושלבים פנולוגיים שונים, החל משלב הזריעה עד לקציר הראשון. בטיחות הגידול אופיינה ע"י שקילת היבול הטרי של המורינגה ויעילות ההדברה נקבעה ע"י ספירת ושקילת העשבים ומעקב אחרי מיני עשבים דומיננטיים לאורך ובסיום הניסוי. כל קוטלי עשבים שנבחנו ביישום קדם הצצה היו בטוחים ויעילים, כאשר רמת היבול שהתקבלה הייתה 87-97% בהשוואה לביקורת מעושבת. בנוסף, נצפתה פחיתה של 87-96% בביומסת העשבים בהשוואה לביקורת לא מטופלת בחומרים אלו. בנוסף לכך, טיפולי אחר ההצצה היו בטוחים ויעילים, והובילו לרמות יבול של 73-90% ו-63-90% פחיתה בביומסת העשבים, בהתאמה. מקלטרת האצבע והשלחוב היו פחות בטוחים ויעילים. בקילטור רמות היבול התבטאו בירידה של 45% ו-69%, ורמת היעילות התבטאה ב-65% ו-30% פחיתה בשיבוש העשבים בשדה, בטיפולים כפולים ובודדים, בהתאמה. טיפולי השלחוב פגעו בצורה גבוהה במיוחד ביבול המורינגה, 95% פחיתה יבול ו-10-24% פחיתה בשיבוש העשבים בלבד. תוצאות המחקר מצביעות על הפוטנציאל ליישום אמצעי הדברה שונים באופן יעיל ובטוח, ומבססים את התשתית המדעית לפיתוח ממשק הדברה משולב לגידול מורינגה רב-קצירית בישראל.

# החזרת אלל מהבר משפרת את התאמת החיטה לאקלים משתנה

יואב שרעבי<sup>1</sup>, הראל בכר<sup>1</sup>, איתי הרמן<sup>1</sup> וצבי פלג<sup>1</sup>

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

(yoav.sharaby@mail.huji.ac.il)

שמירה על יצרנות החיטה ברקע השינויים האקלימיים הצפויים חיונית להבטחת הביטחון התזונתי בעולם. חיטת הבר (*Triticum turgidum* ssp. *dicocoides*), ההורה הישיר של החיטה התרבותית, צברה שונות אללית רחבה לעמידות לתנאי יובש, ולכן מהווה מקור גנטי מבטיח לטיפוח זני חיטה המותאמים לאקלים המשתנה. טיפוח זה עתיד להישען, בין השאר, על כלים ספקטראליים הנבחנים בשנים האחרונות לצורך זיהוי זנים עמידים לעקות. במסגרת עבודה זו נבחן מחדר גנומי מחיטת הבר על כרומוזום 5B (7 מיליון בסיסים, כ-0.06% מגנום החיטה), שנמצא כמעורב בשיפור היעילות הפוטוסינתטית, קרי קצב קיבוע הפחמן, תחת תנאי עקת מים. השערת המחקר הייתה שמקטע גנומי זה יוכל לתרום לשיפור יעילות ניצול המים בחיטת דורום. לפיכך, מטרות המחקר היו א) אפיון מורפו-פיסיולוגי מעמיק של קווי מחדר של חיטת בר ברקע חיטת דורום תחת זמינות מים משתנה, ב) מיפוי עדין של המקטע הגנומי ואיתור גנים מועמדים התורמים למופע התכונה ו-ג) בחינת השימוש במדידה היפר-ספקטרלית ככלי להערכה מהירה ומדויקת של יעילות פוטוסינתטית. באמצעות מיפוי גרפי, נמצא כי המקטע מתחלק לאזור גדול המכיל 27 גנים, ולאזור קטן המכיל 24 גנים. אפיון עקומי תגובה לריכוזי פחמן דו-חמצני עולים זיהה כי גורם גנטי על האזור הגדול הוא התורם לרמות הגבוהות של פוטוסינתזה, אשר באות לידי ביטוי בשלב התארכות קנה ותחת עקת מים בלבד. אף על פי כן, יתרון זה איננו מביא לשיפור יעילות ניצול המים (קיבוע הפחמן המוגבר גרר צריכת מים מוגברת) או יבול הגרגירים. גורם גנטי נוסף על האזור הגדול של המחדר, המתבטא בכל משטרי ההשקיה, גורם להנמכת הקומה ולהעדפת ייצור ביומסה וגטטיבית על פני יבול גרגירים. סדרה של הכלאות מחזירות מבוצעת בימים אלו במטרה לצמצם את המחדר ולזהות את הגנים המשפיעים על הפנוטיפ. במטרה לפתח כלי סלקציה מהיר ומדויק לאפיון פוטוסינתזה, נעשה שימוש במדידה היפר-ספקטרלית בשדה, ונמצאו אינדקסים צמחיים שהראו פוטנציאל רב. תוצאות המחקר יתרמו להבנה של הגורמים המשפיעים על יעילות פוטוסינתטית בחיטה ויפתחו את התשתית הפיזיולוגית-גנטית לשיפור החיטה הישראלית לתנאי האקלים הצפויים.

# **Biomarker discovery through metabolic profiling for chilling injury tolerance in bell peppers**

Tobias N. Strijker<sup>1,2,3</sup>, Hagai Yasuor<sup>1</sup>, Arnaud G. Bovy<sup>3</sup>, Dan Cohen Hamus<sup>1</sup>, Shimon Pivonia<sup>2</sup>, Yonatan Elkind<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Gilat Research Center, Vegetables and Field Crops Dep.

<sup>2</sup>Yair Station, Central and Northern Arava R&D Center, Hatseva

<sup>3</sup>Wageningen UR Plant Breeding, The Netherlands

<sup>4</sup>Plant Sciences and Genetics Dep., the Hebrew University of Jerusalem, Rehovot

[\(tovia@arava.co.il\)](mailto:tovia@arava.co.il)

Sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) is the main vegetable crop cultivated in the Arava Valley in southern Israel, covering 1,000 hectares, 60 % of which is exported. Chilling injury (CI) is a physical disorder that occurs in the early winter when temperatures drop below 4°C. Usually, the damaged bell pepper is not marketable. Due to their genetic diversity, the level of CI tolerance varies between accessions. The most common varieties in the Arava Valley are susceptible to CI. Therefore, new high-quality cultivars need to be bred with CI-tolerant trait introgression. Our study objective was to identify biomarkers through metabolic profiling, which can support breeders in selecting CI-tolerant genotypes.

First, we chilled green-ripened fruits of 16 commercial hybrid varieties and rated them for CI tolerance. Through a ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay, we determined the total antioxidant capacity, and a significantly higher levels were found in CI-tolerant varieties. Broad metabolic profiling of polar and a-polar fruit extracts through GC-MS analysis showed that CI-susceptible varieties contain high levels of sugars, whereas the tolerant varieties have high levels of unsaturated fatty acids. The concentration of phosphoric acid correlates to the severity of CI. In future research, we will validate the discovered biomarkers in the hybrid parental lines. This knowledge will be used to unravel the genetics underlying CI, by associating the position and expression of metabolic pathway candidate genes phenotypic and through quantitative trait loci information.

# הבנת הבדלי חומרי ריח בעלים בין זני עגבנייה עמידים ורגישים לאקרית קורים לפיתוח זני עגבנייה עמידים

נתי ויינבלום<sup>1</sup>, ורד צין<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה של אזורים צחיחים ע"ש שוחרי צרפת, מכונים לחקר המדבר אוניברסיטת בן גוריון בנגב, קמפוס שדה בוקר

[natiw@post.bgu.ac.il](mailto:natiw@post.bgu.ac.il)

גידול העגבנייה (*Solanum lycopersicum*) הינו מבין הגידולים העיקריים בבתי צמיחה בארץ. אזור הבשור מהווה את אחד האזורים העיקריים לגידול עגבניות מאכל בישראל (כ-12,000 דונם) ומספק 60% מהצריכה בשוק המקומי. עיקר תקופת הגידול של מועד השתילה האביבי, היא במהלך הקיץ והמזיק העיקרי בעונה זו הוא אקרית הקורים האדומה (*Tetranychus urticae*). אקרית זו הינה אחד המזיקים החשובים ביותר של גידולי חממה בעולם. כתגובה לפגיעת אקרית קורים, צמח העגבנייה משחרר תערובת של מולקולות נדיפות, חלקן בעלות השפעה רעילה על המזיקים וחלקן ידועות כמושכות של אויבים טבעיים הניזונים מהמזיקים של הצמח המותקף. המטרה העיקרית של מחקר זה, היא לאפיין את הרכב חומרי הריח הנדיפים המשתחררים בעקבות אילוח אקרית קורים, ולזהות נדיפים המעורבים במנגנון העמידות כנגד האקרית. על מנת לזהות נדיפים, ערכנו השוואה בין ביטוי גנים המעורבים במסלולי ייצור ריח, ואף בדקנו את הרכב הנדיפים בשני זני עגבניות שרי מסחריים הנפוצים בשימוש בישראל (בשם שירן ואופיר), אשר הראו עמידות שונה לאקרית קורים.

במחקר זה מצאנו כי הרכב הנדיפים של הזן העמיד הוא בעל תכולה ומגוון גדול יותר של חומרים מקבוצת המונוטרפנים. כמה מהמונוטרפנים ביניהם לימונן, אלפא-טרפינן ובטא-פלנדרן, היו גבוהים משמעותית בזן העמיד. בנוסף, חלק מהמונוטרפנים כמו בטא-מיקרן נעדרו לגמרי מהזן הרגיש. כאשר בחנו את ביטוי גנים הקשורים לסיונתזת טרפנים (TPS) מצאנו הבדלים משמעותיים ברמות שני גנים, *TPS7* ו-*TPS20*, המקודדים לאנזימים המזרזים סינטזת מונוטרפנים, בעיקר לימונן, בטא-פלנדרן ובטא-מיקרן. כדי לבחון את השפעת הרכב הנדיפים בין זני העגבניות על אקריות, השתמשנו במבחן בחירה המבוסס על חוש הריח, בו נבחנו שתי אקריות, אקרית קורים והטורפת שלה, אקרית הפרסימיליס (*Phytoseiulus persimilis*). התוצאות הראו כי האקרית הטורפת נמשכה לזן העמיד יותר מאשר לזן הרגיש בצמחים אשר אולחו באקריות קורים, בעוד אקריות הקורים לא הראתה העדפה בין הזנים. לסיכום, מחקר זה מדגיש את תפקודם של טרפנואידים בקביעת עמידות זני עגבנייה לאקרית הקורים ויכול לספק קווים מנחים לפיתוח זני עגבניות עמידים יותר למזיקים.

# הבנת המנגנונים הפיזיולוגיים המשפיעים על התפתחות העובר והזרע על רקע של הכלאות בין מיניות בעגבנייה (*Solanum* *lycopersicum* X *Solanum habrochaites*)

צבי ברנר<sup>1</sup>, דר' חגי יסעור<sup>1</sup>

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

([tzvib7@gmail.com](mailto:tzvib7@gmail.com))

הכלאה בין מינית בעגבנייה נכשלת או מופרעת בצורה דרמטית לעיתים קרובות. הפרעות אלו, עלולות להתרחש במגוון רחב של שלבי התפתחות בהתאם לשילוב הספציפי בין המינים המוכלאים. להפרעות אלו נהוג לקרוא "מחסומי רבייה".

רציתי לבחון את ההשפעה של הכלאה בין מינית על התפתחות זרעים ולאפיין את מהות וחוזק מחסומי הרבייה לעומת ההתפתחות התקינה בהכלאה תוך מינית. לשם כך ביצעתי הכלאות בין מיניות ותוך מיניות בשני קווי הורים מהמינים: *S. lycopersicum* ו *S. habrochaites*. המחקר נמשך לאורך שלוש עונות גידול. אפיינתי את התפתחות הזרע החל משלב ההפריה ועד הבשלת זרעים מלאה באמצעות התבוננות מורפולוגית, צביעות כימיות, מדידת תכולת חלבון ועמילן, יצירת פרופיל מטבולי ובדיקות של אחוז וקצב הנביטה.

את התוצאות ניתן לחלק לשני חלקים. החלק הראשון נוגע ליכולת ההפריה של שני הקווים. בנושא זה, התוצאות מלמדות כי לא קיים מחסום רבייתי להפריה בין מינית, בדומה להצלחת ההכלאה התוך מינית. גרגירי אבקת הזכר נובטים היטב אל תוך השחלה, ומספר הזרעים והתפתחות הפרי תקינים. החלק השני נוגע להתפתחות התקינה של הזרעים אחרי יצירת הזיגוטה ולחיוניות הזרעים הבשלים. בחלק הזה התוצאות הראו כי בניגוד להפריה המוצלחת, התוך מינית, הזרעים שמקורם בהכלאה הבין מינית נתקלים במחסומים רבייתיים רבים. הזרעים קטנים וקלים יותר. רקמות האנדוספרם וקליפת הזרע אינן מתפתחות כראוי. החל מהחצי השני של התפתחות הזרע, כ-30 יום לאחר הפריה, חלה הסטה והפרעה מטבולית של משק הסוכר והחלבון בשלבים מאוחרים של התפתחות הזרע. כתוצאה מהפרעות אלו, שיעור וקצב הנביטה של זרעי ההכלאה הבין מינית- נמוכים ביותר.

מתוצאות אלו ניתן להסיק כי יכולת הפריה והתפתחות זרע תקינה אינן תלויות אחת בשנייה וכי קיימים מחסומים רבייתיים "רכים" ומגוונים שמורידים משמעותית את היכולת להכלאה בין מינית מוצלחת אך אינם מונעים אותה כליל. הדרך להבנה עמוקה יותר של מחסומים אלו ומציאת דרכים להתגבר עליהם עוד ארוכה ומחקרי המשך יידרשו בעתיד על מנת להמשיך ולסלול את הדרך כך שיתאפשר לאדם להמשיך ולפתח את עולם הזרעים שחיוני כל כך להתפתחותו ולהמשכיותו.