



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

[www.gadash.org.il](http://www.gadash.org.il)

בשיתוף:

העמותה לפיתוח תשתית לניהול ידע חקלאי והפצתו

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

יום עיון לדיווחי חוקרים צעירים

## חוברת תקצירים

ח' באייר תשע"א, 12 במאי 2011

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

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

## יום עיון לדיווחי חוקרים צעירים

### ח' באייר תשע"א, 12 במאי 2011

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

#### ועדת השיפוט:

פרופ' עמרם אשרי – יו"ר  
פרופ' דני שטיינברג  
ד"ר אפריים צוקרמן  
גב' נועה ויגודה

#### הועדה המארגנת:

ד"ר משה סיבוני – יו"ר  
ד"ר מנחם אדלשטיין  
ד"ר דוד בונפיל  
פרופ' יהושע סרנגה

#### ועד האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות

מר דני מור	פרופ' יהושע סרנגה – יו"ר
מר אורי נעמתי	מר אריה בוסק - מזכיר
מר שמשון עומר	ד"ר משה סיבוני - גיזבר
ד"ר אפריים צוקרמן	גב' אריאלה ניב - אינטרנט
מר רועי רבן	ד"ר שרה אדום – רישום ומינהל
	ד"ר מנחם אדלשטיין
	מר יוסי ארזי

#### ועדת ביקורת:

גב' תמר אלון	ד"ר דוד בונפיל
ד"ר עלי ליאור	ד"ר אברהם גמליאל
מר יורם שטיינברג	מר יוסי דרוור
	מר מאיר יפרח

# ביכורי מחקר בגד"ש וירקות

## תוכנית יום העיון לדיווחי חוקרים צעירים

13:00-13:30 התכנסות והצגת פוסטרים

13:30-13:45 פתיחת יום העיון וברכות

ד"ר משה סיבוני  
פרופ' רוני פרידמן  
יו"ר הועדה המארגנת של יום העיון  
דיקן הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה  
ע"ש רוברט ה. סמית

13:45-15:00 מושב ראשון – יו"ר, ד"ר מנחם אדלשטיין

13:45-14:00 אביתר איתאל  
מחסום קפילרי לשיפור התנאים בבית  
השורשים : תגובת צמחי פלפל לעומד  
מטריצי ולמליחות מי ההשקיה  
14:00-14:15 דניאל ברשטיין  
השפעת סלניום במי ההשקיה על גידול  
מלונים, עגבניות ובזיל  
14:15-14:30 גל דבורקין  
השפעת השקיה במים מושבים על  
פעילותו וגורלו של טריפלוקסיסולפורון  
בקרקע  
14:30-14:45 איתי הרמן  
יישומי חישה מרחוק מרובת ערוצים  
בגדולי שדה ובחממה  
14:45-15:00 מאור מצרפי  
מנגוני עמידות מרובת אתרים לקוטלי  
עשבים בזון אשון

15:00-15:30 הפסקה והצגת פוסטרים

15:30-16:30 מושב שני – יו"ר, ד"ר דוד בונפיל

15:30-15:45 סיגל פופובסקי-שריד  
אפיון גנטי וביוכימי של איבוד מים  
מפרי הפלפל לאחר הקטיף  
15:45-16:00 זיו קלינמן  
ברור מנגנון העמידות של קייצת  
מסולסלת לקוטל העשבים גליפוסט  
16:00-16:15 אורי קרניאל  
מיפוי מפורט של Ty-5 הקובע עמידות  
כנגד ווירוס צהבון האמיר בעגבנייה  
16:15-16:30 זיו שפיגלמן  
מעורבות הגן *LeCyp1* בתקשורת בין  
אברי צמח העגבנייה (*Solanum*  
*lycopersicum*)

16:30-17:00 הרצאה מוזמנת

פרופ' חיים רבינוביץ' חיי המין של השום, תמונות שלא ראיתם,  
חידה באה על פתרונה לאחר 10,000 שנה

**17:00-17:15 סיכום וחלוקת פרסים**

פרופ' יהושע סרנגה	יו"ר האגודה המדעית הישראלית לגידולי שדה וירקות
מר אורי נעמתי	מזכיר ארגון עובדי הפלחה
מר מאיר יפרח	מזכיר ארגון מגדלי הירקות
פרופ' עמרם אשרי	יו"ר ועדת השיפוט של יום העיון

**רשימת הפוסטרים**

1	ליאור אברהם	הצללה פוטוסלקטיבית של גידול עגבנייה : לימוד תגובות הצמח והפרי לפני ואחרי קטיף
2	איתי אופטובסקי	השוואת טריפת מזיקים בשדות חיטה על ידי עכבישים חקלאיים ומהגרים
3	ארנון ברנד	הבקרה הגנטית של תכולת הפיגמנטים בפרי הפלפל
4	רות וון-אוס פנחסי	סינדרום התירבות של החימצה <i>Cicer arietinum</i>
5	שרי לב	זיהוי גנים המעורבים במסלולים מטבולים הקובעים את איכות הפרי במלון ( <i>Cucumis melo</i> L.) בעזרת גישות גנומיות
6	אשרי מרקוביץ	מטבוליזם ותפקיד הסיליקה בצמחים
7	חגית ניסן	אפיון הספיחה והשיקוע של סיליקון על ידי תאי הצמח והשפעתו על דופן התא
8	עדו ניר	הקניית עמידות לצמחי עגבנייה כנגד עקות אוסמוטיות ע"י מניפולציות ברמות הג'יברלין
9	עדי פרלמן	תגובה למליחות בקווי אינטרוגרסיה של עגבנייה
10	איתי רועי	מיפוי ואפיון פיזור מרחבי של עלקת בגידול עגבניות לתעשייה
11	עדו שורץ	תפקידו של ההורמון הצמחי אוקסין ושל הגן <i>ENTIRE (E)</i> בהתפתחות עלה ופרי בעגבנייה

## מחסום קפילרי לשיפור התנאים בבית השורשים: תגובת

### צמחי פלפל לעומד מטריצי ולמליחות מי השקיה

אבינתר איתאל<sup>1</sup>, אלון בן-גל<sup>2</sup>, נפתלי לזרוביץ<sup>3</sup>, ומשה זילברבוש<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>שה"מ, משרד החקלאות,

<sup>2</sup>מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

<sup>3</sup>המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

לעקות מליחות ויובש השפעות פיסיולוגיות דומות הכוללות בין היתר ירידה במוליכות ההידראולית של השורש וירידה מקבילה בייצור הביומסה של השורשים. כתוצאה מכך פוחתים קצבי הקליטה, הדיות וההטמעה. הנחת המחקר גורסת שהעלאת העומד המטריצי, באמצעות מחסום קפילרי הממוקם בתחתית בית השורשים, עשויה לשפר גדילת צמחים המושקים במים מליחים.

בניסוי שנערך בחלקות קרקע ובלזימטרים בבית צמיחה שבכיכר סדום, נשתלו צמחי פלפל מהזן סליקה (אפעל), ב-26/12/08 על גבי שתי תשתיות בית שורשים: ביקורת (תעלת ההזנה), ומחסום קפילרי (CB) שהוצב בתחתית בית השורשים. תגובת הצמחים לתשתית בית השורשים ואיכות המים: מליחים - 3.5, ומותפלים -  $0.2 \text{ dS m}^{-1}$ , נלמדה בארבע רמות השקיה בכל מליחות: 0.8, 1.4, 1.8 ו- 2.5 החוזר מערכי אוופוטרטנספירציה מרבית במים המליחים, ו- 0.4, 0.7, 0.9 ו- 1.25 במים המותפלים.

מתוצאות יבול הפירות ויבול החומר היבש של כלל הנוף במים המליחים התקבל יתרון של עד כ-25% לתשתית CB, ואילו במים המותפלים נמצא יתרון קטן של 6% בלבד. בתשתית CB נמצאה תוצאה ייחודית בה יבול הפירות וכלל החומר היבש במים המליחים השתווה כמעט לזה שבמים המותפלים ואילו בתשתית הביקורת נמצאה פחיתה של 20% במים המליחים יחסית למותפלים. תוצאה זו מצביעה על האפשרות של הפחתת עקת מליחות באמצעות העלאת תכולת הרטיבות. תכולת רטיבות בתשתית CB הייתה גבוהה בכדי 40% מזו שבביקורת והפער עלה ככל שמנת ההשקיה הייתה גבוהה יותר. מליחות הקרקע לא הושפעה באופן משמעותי מסוג התשתית.

מתוצאות אלו אנו מסיקים שמחסום קפילרי המוצב בתחתית בית השורשים בקרקע חולית עשוי לתרום לשיפור בביצועי הצמח במיוחד כאשר משקים במים מליחים. מידת היתרון תלויה בין היתר בעוצמת הדיות הפוטנציאלית כפי שבאה לידי ביטוי בערכי גרעון לחץ האדים. בתקופות בחן גרעון לחץ האדים גבוה, היתרון היחסי צפוי לעלות.

## השפעת סלניום במי ההשקיה על גידול מלונים, עגבניות ובזיל

דניאל ברשטיין<sup>1</sup>, מנחם אדלשטיין<sup>1</sup>, משה שנקר<sup>2</sup>, ומני בן-חור<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>מרכז מחקר נוה-יער, מינהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית, בירושלים  
<sup>3</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

סלניום (Se), הינו יסוד הזנה חיוני בתזונת האדם ובע"ח, אולם הוא עלול להיות רעיל כבר בריכוזים נמוכים ולכן קיימת לגביו התעניינות הולכת וגדלה בעולם. בישראל, ריכוזי ה-Se המותרים הינם 0.01 מ"ג/לי במים לצריכה ביתית ו- 0.02 מ"ג/לי לשימוש חקלאי. בחלקו הצפוני של עמק יזרעאל נמצאו בשנת 1988 ריכוזים רעילים של Se (בין 0.035 ל- 0.125 מ"ג/לי) במי התהום בקידוח שימרון 2 הנמצא באזור תימרת. כתוצאה מריכוזים חריגים אלו נסגר קידוח שימרון 2 בעל יכולת הפקה של 109 מק"ש. לאור המחסור במקורות המים בישראל, הוצע להשתמש במי הבארות של קידוחי שימרון, להשקיה. לפני שימוש במים אלו יש צורך ללמוד את השפעת ה-Se על הגידולים בעמק יזרעאל. במטרה לבחון השפעה זו, נבחרו שלושה גידולים שישמשו כצמחי מבחן, עגבנייה "אביגיל" (*Solanum lycopersicum* L.), מלון "ערבה" (*Cucumis melo* L.) ובזיל "פרי" (*Ocimum basilicum* L.). הצמחים גודלו בעציצים במצע פיירלט בחממה והושקו בטיפטוף 5 פעמים ביום עם מים בריכוזי סלניום של 0, 0.5, 1, 2, 5 ו- 10 מ"ג/לי כסלנאט ( $Na_2SeO_4$ ). ככלל נמצא כי עלייה בריכוז הסלניום במים גרמה לירידה בגובה הצמח, במשקל הנוף (ירידה של 40-90%) והשורש (-10-90%) של שלושת מיני הצמחים שנבחנו. ריכוזים של 5 ו- 10 מ"ג/לי גרמו לתמותת שלושת הגידולים. לעומת זאת, בריכוזי Se נמוכים יותר נמצא כי הבזיל הינו הרגיש ביותר והמלון העמיד ביותר. ריכוזי ה-Se הגבוהים פגעו בעיקר בשורש צמחי העגבנייה והבזיל, ולעומתם צמחי המלון נפגעו בעיקר בנוף. בכדי לקבוע האם ניתן להשתמש במי בארות עשירים בסלניום, כדוגמת בארות שימרון, יש לבחון גם את יחסי הגומלין בין ה-Se במי ההשקיה למרכיבי הקרקע השונים ואת התפלגותו באברי הצמח השונים.

## השפעת השקיה במים מושבים על פעילותו וגורלו של טריפלוקסיסולפורון בקרקע

גל דבורקין, בני חפץ וברוך רובין  
הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית, בירושלים

בשנים האחרונות גדלה המגמה של השקיית גידולי-שדה במי קולחים המכילים מלחים, חומר אורגני מסיס ומיקרואורגניזמים שונים העלולים להשפיע על פעילות קוטלי העשבים (ק"ע) בקרקע. ב-2005 ו-2006 נצפו בשדה כותנה של קיבוץ נען כישלונות בהדברת עשבים בחלקות המושקות בקולחים (מאז 1964) בקו-נוע. הועלה חשד שיש לתופעות אלה קשר לפעילות/חוסר פעילות של הרביצידיים בקרקע. במחקר נבדקת ההשערה שהשקיה בקולחים גרמה להאצת הפירוק של ק"ע בקרקע. בשנים 2007-2009 נבחנו בניסויי שדה בקיבוץ נען ק"ע שונים בטיפול קדם ואחר הצצה. מידי שבועיים (הריסוס כזמן 0) נלקחו דגימות קרקע, ושאריות קוטלי העשבים בקרקע נבדקו באמצעות מבחן ביולוגי. נמצא שהיעלמות קה"ע טריפלוקסיסולפורון (TFX) (אנוק, 75% ח"פ, גרגרים רחיפים) הייתה המהירה ביותר והשיבוש בעשבים בטיפול זה היה הרב ביותר. בנוסף, נמצא שאין הבדל בקצב היעלמותו בין שכבת הקרקע העליונה (0-15 ס"מ) לשכבה העמוקה יותר (15-30 ס"מ), ללמדך שהסיבה להיעלמות פעילות החומר אינה חלחול. ניסויי ספיחה שנעשו במעבדה הראו שאין תלות בין ספיחת ה-TFX להיסטוריית השקיה של הקרקע (קולחים/שפירים). בחורף 2008, נלקחו שתי קרקעות האחת עם היסטוריה ארוכה של השקיה בקולחים, ואחת שהושקתה אך ורק במים שפירים ולא יושמו בה ק"ע בעבר (הקרקעות נמצאות סמוך מאוד אחת לשנייה). נבדקו עקומי תגובה ל-TFX. מהתוצאות ניתן להסיק כי להיסטוריית השקיה של הקרקע יש השפעה שלילית על פעילות ה-TFX בקרקע. בחורף 2009 נעשה ניסוי שבחן פעילותו של TFX בקרקע קולחים מעוקרת לעומת קרקע קולחים רגילה. נמצא שבקרקע מעוקרת התקבלה פעילות TFX תקינה לעומת היעלמות מואצת שהתקבלה בקרקע עם היסטוריית השקיה בקולחים. תוצאות אלו מרמזות על מעורבות ביולוגית בתהליך ההיעלמות המואצת של TFX בקרקע.

## יישומי חישה מרחוק מרובת ערוצים בגידולי שדה ובחממה

אייתי הרמן<sup>1</sup>, ארנון קרניאלי<sup>1</sup>, ודוד בונפיל<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
<sup>2</sup>מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

חישה מרחוק הינה כלי שצרכתו ליישומים חקלאיים הולכת וגוברת בעיקר תוך הסתמכות על הדמאות לוויין/מטוס כמו גם שימוש במכשירים קרקעיים. מידע מרובה ערוצים מהווה בסיס לזיהוי אורכי גל וערוצי לוויין מיטביים עבור יישומים חקלאיים שונים. ספקטרומטר נייד ומצלמת סריקה מרובת ערוצים, שימשו לאיסוף נתונים ספקטראליים, ברמה הקרקעית, עבור גידולי שדה. במקביל בוצעו מדידות מדד שטח עלה ונאספו דגימות צומח (לצורך הפקת נתונים כגון: חומר יבש, תכולת חנקן ומים) כך התאפשר זיווג נתונים ביופיזיולוגיים לאלו הספקטראליים. שיטות ניתוח הנתונים העיקריות שהופעלו: שיטת הריבועים הפחותים (PLS); חיזוי טעות ממוצעת בעזרת השורש הריבועי (RMSEP); מקדם מתאם ( $R^2$ ); מודל מיון בעזרת ניתוח דיסקרימיננטה (GDA); וניתוח שונות (ANOVA). בעבודה זו מוצגות מספר דוגמאות של השימושים הספקטראליים הבאים: הערכת תכולת חנקן כוללת בצמחי תפוח-אדמה; הערכת מדד שטח עלה בצמחי חיטה ותפוח-אדמה; זיהוי מוקדם של נזק אקריות קורים לעלי פלפל חממה; זיהוי עשבים רעים רחבי עלים ודגניים בגידולי חיטה, חימצה ותפוח-אדמה; והערכת תכולת מים בצמחי חימצה. התוצאות מצביעות על כך ששימוש באורך גל 1510 ננומטר שיפר משמעותית את יכולת הערכת תכולת החנקן בצמחי תפוח-אדמה. התחום הספקטראלי של גבול האדום הינו בעל חשיבות רבה עבור הערכת מדד שטח העלה, זיהוי נזק אקריות כמו גם הפרדה בין עשבים רעים לגידולים. בחלק מהמקרים הנתונים נבחנו, באותן שיטות, גם עבור לוויינים עתידיים, להם יהיו ערוצים בגבול האדום והתברר שבמקרים רבים אין הדבר גורע באופן מובהק מהתוצאות שהתקבלו קודם לכן. לאור התוצאות ניתן לעשות שימוש רב יותר בחישה מרחוק עבור ניטור תכונות ומצב הצמחייה בשדה ובחממה.



## מנגנוני עמידות מרובת אתרים לקוטלי עשבים בזון אשון

מאור מצרפי וברוך רובין

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

זון אשון (*Lolium rigidum*) צמח ממשפחת הדגניים המהווה עשב רע קשה הדברה בחקלאות, בעל מגוון גנטי (פולימורפיזם). כאשר הצמח בתנאי לחץ סלקציה ממושכים, פרטים הנושאים מספר גנים שונים לעמידות לקבוצות שונות של ק"ע בתדירות נמוכה, שורדים את הסלקציה ושיעורם באוכלוסיה עולה. ידוע כי זון אשון הוא צמח בעל האבקה זרה מוחלט המפיץ את גרגירי האבקה ברוח, כך שהימצאות פרט עמיד אחד באוכלוסיה יכול להביא להתפשטות העמידות לאוכלוסיה כולה. ולראיה, זון אשון הינו העשב הראשון בעולם שדווחה בו עמידות לגלייפוסט בשנת 1996, וגם בארץ נמצאה בו עמידות קודמת לטריאזינים ולמעכבי ACCase. עמידות לק"ע הינה תוצאה של אחד או יותר מבין שלושת המנגנונים הבאים: שינוי גנטי באתר המטרה של ק"ע שאינו מאפשר קשירת ק"ע (TS), מטבוליזם מואץ או תנועה מוגבלת של ק"ע מאתר קליטתו לאתר פעולתו בצמח (NTS). חלקות שונות ברחבי הארץ (עין המפרץ, מגן וגילת) דווחו ע"י החקלאים כנגועות בזון אשון שאינו מודבר על ידי קוטלי עשבים מהקבוצות השונות (מעכבי ACCase, ALS ו-EPSPS), בחלק מהחלקות בוצעו ניסויי שדה. כמו כן נלקחו צמחים לפקולטה לחקלאות ברחובות, רוססו במרסס הנייה ונאספו זרעים מהצמחים שעמדו בטיפולים השונים. נראה שאוכלוסיית עין המפרץ עמידה למעכבי ACCase, (Fop, ALS, Den ו-EPSPS אוכלוסיה זו עברה מספר סלקציות, נראית כיציבה וכרגע נבחנים בה מנגנוני העמידות. באוכלוסיות מגן וגילת נצפתה עמידות למעכבי ACCase והתגלו מוטציות בגן המקודד ל-ACCase בעמדה 2041. כמו כן הצמחים מראים עמידות לסולפומטורון-מתיל, עובדה המצביעה על מוטציה באתר הפעולה (ALS) שכן עדיין לא ידועה בעולם עמידות NTS לק"ע זה. המסקנות המתבקשות מניסויים אלה הם כי העמידות לקוטלי עשבים שונים המקובלים בתבואות, הולכת ומתחזקת באוכלוסיות זון אשון ברחבי הארץ. באוכלוסיות אלו נדרש מחקר נוסף, מעקב וניטור בכדי שלא להביא למצב בו ייווצר "סופר עשב" העמיד לכל קוטלי העשבים שבהם אנו משתמשים. בד בבד אנו שוקדים על פיתוח ממשקי הדברה שיימנעו או לפחות יצמצמו את התפוצה והנזקים הנגרמים על ידי זון אשון עמיד לקוטלי עשבים בגידולי שדה.

## אפיון גנטי וביוכימי של איבוד מים מפרי הפלפל לאחר הקטיף

סיגל פופובסקי-שריד, אלעזר פליק, אילן פארן  
מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

אחד הגורמים העקריים המגבילים את שיווק הפלפל (*Capsicum spp.*) הוא אורך חיי המדף של הפרי. בשל מבנהו החלול, הפרי הינו בעל רגישות גבוהה לאיבוד מים והתרככות לאחר הקטיף. מטרת המחקר היא למפות את הגנים המבקרים את איבוד המים מהפרי לאחר הקטיף ולהבין את הבסיס הביולוגי לשונות בתכונה זו. לצורך המחקר נבחרו שני קווי הורים הנבדלים זה מזה באיבוד מים מהפרי הקטוף: 'PI' (*C. annuum*) '1154' בעל קצב אבוד מים גבוה ו-'USDA 162' (*C. chinense*) בעל קצב אבוד מים נמוך. אפיון היסטולוגי וביוכימי (תכולת קוטין ושעווה) של קוטיקולת הפרי של שני קווי ההורים העיד על הבדלים משמעותיים בין שני הקווים. מיפוי של הגנים המבקרים קצב אבוד מים ע"י סמנים מולקולאריים באוכלוסיית BC2 שנוצרה מהכלאה של שני קווי ההורים אפשר זיהוי של שני לוקוסים (quantitative trait loci, QTL) המבקרים את התכונה. כמו כן נמצאה בצמחי BC2F<sub>2</sub> קורלציה בין איבוד מים מהפרי לאחר קטיף לבין מרכיבים שונים בקוטיקולה. בהמשך המחקר ניצור קוים איזוגנים ל-QTL שזוהו והם ייבדקו לתכונות פיסילוגיות וביוכימיות הקשורות לאיבוד מים מהפרי. הקשר בין אבוד מים לבין תכולת מרכיבי הקוטיקולה יבדק גם על 40 זני פלפל שונים. בנוסף יתבצע מיפוי ברזולוציה גבוהה של ה-QTL וייבדק הקשר בין ה-QTL לגנים מועמדים בעלי השפעה משוערת על התכונה בעזרת מיפויים על אוכלוסיות המתפצלות ל-QTL.

## ברור מנגנון העמידות של קייצת מסולסלת לקוטל העשבים גלייפוסט

זיו קלינמן וברוך רובין

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

גלייפוסט הינו קוטל עשבים לא סלקטיבי, הנמצא בשימוש נרחב בשלושים השנים האחרונות. התכשיר מרוסס על העלווה להדברת עשבים רעים רחבי וצרי עלים, חד ורב שנתיים. קייצת מסולסלת (*Conyza bonariensis*), היא עשב רע נפוץ בישראל. צמח יחיד מייצר מאות אלפי זרעים נעדרי תרדמה המופצים ברוח. יכולת ההתפשטות של הקייצת בשדה, אם כך, היא גבוהה ובשיבוש רב היא יכולה להפחית את היבול ב- 90%. במעבדתנו אופיינו שתי אוכלוסיות קייצת מסולסלת עמידות לגלייפוסט ומנגנון עמידותן נחקר לעומת שתי אוכלוסיות רגישות. בניסויים שנערכו, נבדקה הצטברות חומצה שיקימית (כמדד לפעילות גלייפוסט) באמיר, בעלים מבוגרים ובשורשים לאחר ריסוס התכשיר על האמיר בלבד או על עלים בוגרים בלבד. נמצא, כי באמיר מטופל של כל הצמחים שיעור החומצה השיקימית עולה, אך באוכלוסיות הרגישות רמתו פי שלושה לעומת העמידות. כמו כן, באוכלוסיות הרגישות, בכל הטיפולים הצטברה חומצה שיקימית באמיר ובשורשים בלבד, ללמדנו שדפוס התנועה של גלייפוסט בצמחים הרגישים הוא בעיקר למבלעים חזקים. בבחינת רצף הנוקליאוטידים בקטע מהגן EPSPS באתר המועד לכך (פרולין 106) לא נמצאה מוטציה אשר מקנה עמידות לגלייפוסט. הממצאים מאששים את ההשערה כי באוכלוסיות העמידות דן, מנגנון העמידות הוא תנועה לקויה של החומר בצמח. עם כניסת חורף 2010, צמחי האוכלוסיות העמידות שגדלו בבית הרשת שינו מופעם לסגול. כדי לבדוק היתכנות של השפעת טמפרטורה נמוכה על צבירת פיגמנט סגול בצמחים עמידים, גודלו האוכלוסיות בארבעה משטרי טמפרטורה ורוססו בגלייפוסט. נמצא כי בטמפרטורה נמוכה ( $10/16^{\circ}\text{C}$  יום/לילה) הצמחים העמידים צברו עד פי 5 אנתוציאנינים לעומת הצמחים הרגישים. לאחר טיפול בגלייפוסט עלתה רמת האנתוציאנינים אף יותר, בעיקר באוכלוסיות העמידות. משערים כי תנועה לקויה של גלייפוסט במיני הקייצת מתרחשת בשל הרחקתו וצבירתו בחלליות התאים ע"י נשאים ממשפחת ה-ABC. נשאים מקבוצה זו זוהו בתירס כאחראים לשלב האחרון בייצור אנתוציאנינים- לצבירתם בחלליות. יתכן, אם כן, שחלבונים אלו בצמחי האוכלוסיות העמידות, עברו מודיפיקציה להרחקת גלייפוסט לחלליות. בעבודה זו אברר את מנגנון העמידות לגלייפוסט של אוכלוסיות קייצת מסולסלת ואבדוק קשר אפשרי בין צבירת אנתוציאנינים לעמידות זו.

## מיפוי מפורט של *Ty-5* הקובע עמידות כנגד וירוס צהבון האמיר בעגבנייה

אורי קרניאל<sup>1</sup>, אילן לוי<sup>2</sup> ומשה לפידות<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים  
<sup>2</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

מחלת צהבון האמיר נגרמת בעגבנייה ע"י הווירוס (*Tomato TYLCV*) *Yellow Leaf Curl Virus* השייך לסוג *Begomovirus* ממשפחת *Geminiviridae*. הווירוס מועבר ע"י כנימת עש הטבק, נחשב כאחד הווירוסים ההרסניים ביותר, יכול לשבש באורח מובהק יבולי עגבניות באזורים טרופיים וסובטרופיים, ופיתוח זנים עמידים נראה כפיתרון הטוב ביותר לשליטה במחלה. קו הטיפוח TY172, שמקורו במין הבר *S. peruvianum*, אינו מראה סימפטומים כאשר הוא מודבק בוורוס צהבון האמיר. בעבודה שנערכה במעבדתי נמצא כי העמידות ל-*TYLCV* בקו זה נגרמת ע"י QTL עיקרי ומובהק מאוד, *Ty-5*, המתמפה לכרומוזום 4 ומסביר 46.6%-39.7 מהשונות ברמת הסימפטומים באוכלוסיות המתפצלות עם  $LOD < 35$  Score. מניתוח מכלואים רציפרוקאליים, אוכלוסיות מתפצלות המתקבלות מהם, וכן אוכלוסיות של הכלאות מחזירות (BC) לקו הרגיש, ברמות איזוגניות והולכות וגדלות תוך שימוש בסמני דנ"א עולה כי לא קיימת בקרה ציטופלסמטית על העמידות וכי ערך התורשתיות במובן הצר אינו שונה באורח מובהק מ-1. ערך זה הינו גבוה ביותר ולכן מצירוף ממצאי האפיון הגנוטיפי וניתוח הקשר עם העמידות ניתן להעריך כי לוקוס אחד קובע את העמידות באתר *Ty-5*. *Ty-5* מופה בקרבת הגן *SINAC1* אשר על פי עבודה מוקדמת יותר, נמצא כמעורב בהגברת שכפול הדנ"א של וירוס אחר מסוג *Begomovirus*, *Tomato leaf curl virus* (TLCV), באמצעות קשירה לחלבון המגביר את ההכפלה שלו, *REn*. מאנליזת PCR כמותי לאפיון פרופיל תעתוקי עולה כי התעתוק של *SINAC1* מוגבר בצמחים רגישים אך לא בצמחים עמידים באופן ספציפי כ-30 ימים לאחר חשיפה לוורוס צהבון האמיר. אולם לאור עבודת מיפוי מולקולארית שבצעתי במסגרת עבודה זו, נראה כי ישנו מרכיב גנטי בקרתי, המצוי בתאחיזה ל-*SINAC1*, הקובע את עוצמת התעתוק של הגן לאחר ההדבקה בוורוס.

## מעורבות הגן *LeCyp1* בתקשורת בין אברי צמח העגבנייה (*Solanum lycopersicum*)

זיו שפיגלמן ושמואל וולף  
הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים

ממגוון מחקרים שבוצעו בשנים האחרונות עולה כי מוהל השיפה מכיל, מלבד מוטמעים, מגוון מולקולות ביניהן חלבונים ו-mRNA. אחד החלבונים הנפוצים במוהל השיפה הוא *Cyp1*, חלבון ממשפחת ה-Cyclophilin. המוטציה *diageotropica (dgt)* בצמחי עגבנייה מופתה לגן *LeCyp1*. צמחי עגבנייה המכילים מוטציה זו אינם מגיבים להורמון הצמחי אוקסין ומציגים פנוטיפ פליאוטרופי: פגיעה בגרוויטרופיזם, התעבות משנית מוגבלת, העדר שורשים צדדיים ושינוי במבנה העצה. למרות הידע הרב שנצבר על הפיזיולוגיה של המוטנט *dgt*, לא ברור המנגנון המולקולרי בו הגן *LeCyp1* גורם לפנוטיפ ה-*dgt*.

במחקר הנוכחי נחקרה המעורבות של תוצר הגן *LeCyp1* במערכת מעבר האותות בין אברי הצמח. במערכת הרכבות רציפרוקליות שכללה את המוטנט *dgt* וצמח הביקורת VFN8 נמצא כי הרכבה של צמח VFN8 מביאה לצמיחת שורשים צדדיים בכנות *dgt*, כמו גם לשינויים מבניים בהתפתחות העצה.

בעקבות שינוי זה עלתה ההשערה כי תנועה ארוכת טווח של החלבון *LeCyp1* היא הגורמת לשינוי הפנוטיפ, ואכן, נמצא כי לחלבון זה יכולת תנועה מרוכב ה-VFN8 לכנת ה-*dgt*.

שאלה נוספת שעלתה היא האם תנועת החלבון *LeCyp1* גורמת לשינויים התפתחותיים ע"י שינוי הרגישות להורמון אוקסין ברקמת היעד. תמיכה להשערה זו עולה מאנליזה של ביטוי גנים עולה כי קיימת עלייה ברמות גנים הקשורים לתגובה לאוקסין בכנות *dgt* שהורכבו תחת רוכבי VFN8.

לסיכום, מחקר זה מציג מסלול התפתחותי בו תנועה ארוכת טווח של החלבון *LeCyp1* גורמת לשינוי התגובה להורמון אוקסין ברקמת היעד ובכך לצמיחה של שורשים צדדיים ושינויים בהתפתחות העצה. יוצג מודל המתאר את מעורבות החלבון *LeCyp1* במערכת מעבר אותות בין אברי הצמח.

## הצללה פוטוסלקטיבית של גידול עגבנייה: לימוד תגובות

### הצמח והפרי לפני ואחרי קטיפ

ליאור אברהם<sup>1</sup>, יוספה שחק<sup>2</sup> ואלי פליק<sup>2</sup>

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

האוניברסיטה העברית בירושלים

<sup>2</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

עגבניות למאכל הן מגידולי הירקות המרכזיים בישראל. היקף הגידול במבנים הנו כ-20,000 דונם, וכ-4,000 דונם בשטח פתוח. אזור הגידול העיקרי במבנים נמצא בצפון הנגב והבשור (כ-71% מהיקף הגידול). בעבר נהגו לגדל עגבניות בשטחים פתוחים, אך עם עליה בשכיחות וירוס צהבון האמיר של העגבנייה (TYLCV) המועבר ע"י כנימת עש הטבק והתפתחות העמידות לתכשירי ההדברה, עבר גידול העגבניות בבשור למבנים מוגנים ברשת 50 מ"מ (רשת צפופה - Insect proof) או בפוליאטילן. החיסרון העיקרי של כיסוי בתי הצמיחה בתקופת הקיץ הוא הגבלת תנועת האוויר ויצירת עומס חום ולחות בתוך המבנה אשר עשויים לפגוע בחנטה, באיכות הפרי וברוחיות למגדל. במחקר קודם בפלפל, מצאנו שגידול תחת רשתות צל פוטוסלקטיביות מעלה את היבול בהשוואה לרשת צל שחורה, בנוסף רשתות צהובה ופנינה הפחיתו את הנזק הנגרם ע"י חרקים ווירוסים ושיפרו את איכות הפרי ושימורו לאחר הקטיפ.

מטרות: (א) לבחון את השפעת רשתות הצל הצבעוניות על מדדים פיזיולוגיים, יבול ופוריות של גידול עגבנייה קיצי בהשוואה לביקורת (רשת 50 מ"מ). (ב) לבחון את השפעת הרשתות הצבעוניות על איכות הפרי והתפתחות ריקבונות בפרי לאחר הקטיפ.

תוצאות העונה הראשונה: היבול המצטבר גבוה יותר תחת רשתות 50 מ"מ, צהובה ופנינה ונמוך יותר תחת רשתות אדומה ושחורה, אולם, אחוז החנטה הממוצע גבוה יותר (כ-80%) תחת הרשתות צהובה, פנינה ושחורה ונמוך יותר (כ-70%) תחת רשתות 50 מ"מ ואדומה. בנוסף, תחת רשתות פנינה וצהובה אחוז חיוניות האבקה גבוה יותר (כ-87%) לעומת רשת שחורה (כ-80%) ורשתות 50 מ"מ ואדומה (כ-75%). זמן החשיפה היומית לטמפי' גבוהות (מעל 35 מ"צ) הפוגעות בתהליך החנטה גבוה בצורה משמעותית תחת רשת 50 מ"מ לעומת רשתות הצל. בבדיקות איכות הפרי לאחר קטיפ נמצא שאחוז הריקבון הנמוך ביותר היה תחת רשתות צהובה ו-50 מ"מ וגבוה יותר תחת שאר הרשתות.

מסקנות: לרשתות הצל יתרון מיקרואקלימי ע"פ רשת 50 מ"מ. בדומה למחקר בפלפל, לרשתות פנינה וצהובה יתרון פוטוסלקטיבי על פני רשתות אדומה ושחורה המספק פיתרון חלקי בלבד לבעיות הגני'צ לעומת רשת 50 מ"מ. מבין רשתות הצל, הרשת הצהובה בולטת לטובה בחיוניות האבקה, בחנטה, ביבול ובאיכות הפרי.

## השוואת טריפת מזיקים בשדות חיטה על ידי עכבישים חקלאיים ומהגרים

איתי אופטובסקי<sup>1</sup>, יעל לובין<sup>1</sup>, פיליס ווינטראוב<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב  
<sup>2</sup>מרכז מחקר גילת, מינהל המחקר החקלאי

שימור אוכלוסיות של אויבים טבעיים בשדות חקלאיים יכול לתרום לבקרה של אוכלוסיות המזיקים ולמניעת התפרצויות בגידולים יחד עם שמירת הסביבה וצימצום בצורכי ריסוס של קוטלי מזיקים. מבין הטורפים הטבעיים, עכבישים הינם קבוצה טובה לבקרת אוכלוסיות המזיקים. עכבישים נפוצים בשטחים חקלאיים והינם טורפים כוללניים אשר יכולים להתקיים על טרף חילופי בזמן שצפיפות המזיקים בשדה נמוכה. בשדות חיטה בצפון הנגב, אוכלוסיות עכבישים מורכבות ממינים חקלאיים, אשר מתקיימים בשדה בלבד במהלך עונת הגידול, ומינים אשר מהגרים במהלך עונת הגידול מהסביבה המדברית הקרובה. במחקרנו אנו בוחנים האם עכבישים יעילים בבקרת אוכלוסיית המזיקים. אנו בוחנים זאת במינים המהגרים אל שדות החיטה במהלך עונת הגידול וכן במינים חקלאיים (agrobionts). אספנו עכבישים בשדות החיטה ממינים הידועים כחקלאיים ומינים המהגרים מהסביבה הטבעית. בעזרת שימוש ב-PCR בחנו האם פרטים אילו ניזונו מכנימות עלה (Aphidouidea) ויתוש הקמה (*Mayetiola destructor*), אשר ידועים כמזיקי חיטה או מקולמבולות (*Collembola*), אשר ידועים כטרף חילופי מועדף על עכבישים. נמצא כי אחוז גדול יותר של העכבישים המהגרים מאשר העכבישים החקלאיים, ניזונו מכנימות עלה. תוצאות אילו מדגישות את חשיבותם של מינים מהגרים מבית הגידול הטבעי בצמצום אוכלוסיית המזיקים בשדות החקלאיים.

## הבקרה הגנטית של תכולת הפיגמנטים בפרי הפלפל

ארנון ברנד<sup>1</sup>, אילן פארן<sup>1</sup> ואיל פרידמן<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים

פלפל המאכל (*Capsicum spp.*) הינו אחד מן הגידולים הרווחים בעולם, והזנים הרבים משווקים בשלבי הבשלה ובצבעים מגוונים. בעוד שהגורמים הקובעים את צבעו של הפרי נחקרו רבות, מעט ידוע על הגורמים הגנטיים הקובעים את תכולת הפיגמנטים בו. מחקר זה מתחקה אחר הגורמים הקובעים את עוצמת הצבע ותכולת הפיגמנטים בפרי הפלפל.

מטרות המחקר הן: איסוף חומר צמחי ויצירת קוים איזוגנים שיהוו תשתית למחקר ברקעים גנטיים מגוונים; אפיון מולקולרי, היסטולוגי ומטבולי של קוויים בעלי שונות בתכולת הפיגמנטים; מיפוי וזיהוי הגנים המבקרים את תכונת צבירת הפיגמנטים בפרי; פיתוח כלים טיפוחיים שיאפשרו החדרת התכונה לקוים משופרים מבחינת ההרכב התזונתי. לצורך המחקר סרקנו קוים שונים ומצאנו צמחים בהם ישנה שונות בעוצמת הצבע באופן ספציפי בפרי. בסריקה זו נמצאו שני קוי הורים בעלי שונות קיצונית המתבטאת במיוחד בצבע הפרי הירוק: *C. annuum* '1154' הכהה ו-*C. chinense* 'PI152225' שצבעו בהיר. ניתוח סמנים באוכלוסיית מיפוי של קוי ההורים איפשר זיהוי של שני לוקוסים (QTLs) בעלי תאחיזה לתכונת תכולת הפיגמנטים (*pc8.1* ו-*pc10.1*). הלוקוס העיקרי *pc8.1* מסביר כ-50% מסך השונות הפנוטיפית לתכונה.

אנליזת HPLC והשוואה של תכולת מטבוליטים בין קוי ההורים ובין גנוטיפים מאוכלוסיית המיפוי, הראתה כי בפרי הירוק קיימת אסוציאציה בין נוכחות האללים מ-1154' בשני הלוקוסים (*pc8.1* ו-*pc10.1*) לבין רמה גבוהה של כל המטבוליטים הנבדקים. בפרי האדום מגמה זו לא נראתה.

המשך העבודה מתמקד בלוקוס *pc8.1* ע"י יצירת קוים איזוגנים ברקעים גנטיים שונים. קוים אלו ישמשו לאיפיון השפעת ה-QTL ברמות שונות. תוצאות ראשוניות מעידות שלגודל ומספר הפלסטידות יש אפקט חשוב בקביעת הפנוטיפ. בהמשך העבודה הקוים האיזוגנים ישמשו למיפוי של ה-QTL ברזולוציה גבוהה. בנוסף, דגם הביטוי של גנים הפעילים בהתפתחות הפרי יאופיין בשיטת microarray.



## סינדרום הביות של החימצה *Cicer arietinum*

רות וון-אוס פנחס<sup>1</sup>, שחל עבו<sup>1</sup>, ועמיר שרמן<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים  
<sup>2</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

לפני כ-10,000 שנים התרחש תהליך הביות של מספר מיני צמחים, אשר נחשבים לגידולי היסוד של ראשית החקלאות במזרח התיכון, ביניהם חימצה (*Cicer arietinum*), חיטה, שעורה, אפון ועדשה. תהליך הביות בחימצה נראה מורכב יותר בהשוואה לשאר גידולי היסוד וייתכן כי לא רק שיקולים אגרונומיים אלא גם הערכים התזונתיים של הגרגרים היוו שיקול במהלך הביות. כאשר בוחנים את התגובה לקיוט (טיפול קור) בחימצה, ניתן לראות כי חימצת הבר *Cicer reticulatum* הינה בעלת תגובה לקיוט, ואמנם עונת גידולה היא בחורף. החימצה התרבותית *C. arietinum*, לעומת זאת, הפכה לגידול קיץ בשל שכיחות מחלת האסקוקיטה אשר מופיעה בחורף ועלולה לגרום להשמדת הגידול. מכאן שבמהלך הביות היה על האדם לברור טיפוס חימצה אשר אינו דורש קיוט על מנת לאפשר מעבר לגידול קיץ מוצלח. בנוסף, לאחר בחינת הערכים התזונתיים נמצא כי בגרגרי הורה הבר תכולת טריפטופאן נמוכה בעוד שבזני התרבות תכולת הטריפטופאן גבוהה יחסית. אם כן, ייתכן שגורם זה השפיע על תהליך הסלקציה במהלך ביות החימצה. מטרת מחקר זה היא לבחון את הבסיס הגנטי של תגובת החימצה לקיוט ואת התורשה של תכולת הטריפטופאן ולאמוד את הקורלציה הגנטית בין שתי תכונות אלו. זאת, על מנת לעמוד על השיקולים שהיוו גורם במהלך תהליך ביות החימצה.

לברינת התגובה לקיוט שימשו צאצאי הכלאות בין חימצת בר וחימצה תרבותית. נמצאה תגובה לקיוט הגורמת להקדמת הפריחה לעומת ביקורת ללא קיוט. ניתן לסווג את משפחות הצאצאים לכאלו המגיבות לקיוט וכאלו שאינן מגיבות. עד כה לא נמצא קשר בין התגובה לקיוט ובין תכולת הטריפטופאן בגרגרים. אנו מתכוונים לאמוד את מספר גנים המעורבים בקביעת התגובה לקיוט על ידי סמני DNA. אמידת המתאם הגנטי בין התכונות ומיפוי גנים המבקרים תכונות אלו על גבי הכרומוזומים יעמיקו את הבנתנו לגבי תהליכי הסלקציה שהתרחשו במהלך ביות החימצה. לעבודה זו השלכות לגבי האפשרויות לשפר את עמידות החימצה לטמפרטורות נמוכות, כמו גם לשיפור ערכם המזוני של הגרגרים.

## זיהוי גנים המעורבים במסלולים מטבולים הקובעים את איכות הפרי במלון (*Cucumis melo* L.) בעזרת גישות גנומיות

שרי לב<sup>1</sup>, נורית קציר<sup>1</sup>, יוסף הירשברג<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>מרכז מחקר נווה יער, מינהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup>הפקולטה למדעי הטבע, האוניברסיטה העברית בירושלים

איכות הפרי נקבעת על ידי מספר רב של תכונות גנטיות המשפיעות בין היתר על טעם, ארומה, מראה, צבע, מרקם, ערכים תזונתיים ואורך חיי מדף. הבנת הבקרה הגנטית של תכונות אלו יכולה לסייע ולהוות כלי חשוב לטיפול מושכל של פרי המלון בעתיד. המטרה העיקרית של מחקר זה הינה לאתר, לזהות ולאפיין גנים המבקרים או מעורבים במסלולים מטבוליים מרכזיים הקובעים את איכות פרי המלון (*Cucumis melo* L.). מטרה זו תושג באמצעות גישה גנומית כמותית הכוללת אנליזות טרנסקריפטומיות ומטבולומיות ומיפוי eQTLs ו-mQTLs. להשגת המטרה בחרתי לעבוד עם קווים רקומביננטים מתוך אוכלוסיית *Recombinant Inbred Line* (RILs), אוכלוסייה בעלת הומוזיגוטיות גבוהה ועם יכולת שימור של צרוף תכונות דוגמת סוכרים, חומצות, צבענים, גודל ורישות לכל קו. קווי ההורים ו-94 קווים מהאוכלוסייה יעברו אנליזה טרנסקריפטומית וריצוף במערכת Illumina GA Solexa ואנליזה מטבולומית באמצעות HPLC ו-GC-MS. מיפוי ביטוי הגנים (eQTLs) והמטבוליטים (mQTLs) על גבי מפת המלון הקיימת באמצעות סמנים ידועים יהוו כלי עיקרי וחדשני באיתור אזורים ספציפיים בגנום המעורבים בבקרה ובייצור של מטבוליטים. כמו כן, לאימות הממצאים ולימוד מפורט של תכונות איכות, בניתי תתי-אוכלוסיות מאוכלוסיית ה-RILs בעלות ערכי קיצון לתכונות נבחרות עם שונות מובהקת (דוגמת סוכרוז גבוה לעומת נמוך). עד כה בצעתי אפיון מורפולוגי ומטבולי, בשלב הבא יושוו תוצאות האנליזות השונות המבוססות על נתונים מטבולומים וטרנסקריפטומים בשלבי התפתחות. מציאת מתאם חיובי בין תבניות ביטוי גנים ספציפיים לבין שונות פנוטיפית במטבוליטים תאפשר זיהוי גנים מועמדים, המעורבים במסלולים מטבוליים מרכזיים באיכות הפרי בשלבי הבשלה שונים. אימות תפקידם של הגנים יכלול מיפוי גנטי ובדיקת רמות ביטוי באוסף הגנטי המייצג את כלל השונות במלון ובאוכלוסיות מתפצלות ייחודיות המפותחות על ידי.

## מטבוליזם ותפקיד הסיליקה בצמחים

אנשרי מרקוביץ ורבקה אלבאום

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

צורן דו-חמצני הינו מרכיב עיקרי בסוגי קרקעות רבים, ולכן הוא זמין לצמחים כמעט בכל סביבה בה הם גדלים. בעשורים האחרונים הצטברו עדויות שמראות שמינרל זה משתתף בתהליכים ביוכימיים וביופיזיקלים רבים בצמחים. למרות זאת רוב התהליכים הצמחיים התלויים בסיליקה עדיין אינם ידועים. המודל המקובל כיום לספיגה של סיליקה מן הקרקע התגלה באורז, על פי מודל זה מעורבים שלושה טרנספורטרים שנמצאים בשורשים ובעלווה. מטרת מחקר זה ללמוד ולהבין את תפקידי הסיליקה בצמחים. לצורך כך נבחרו שלושה אורגניזמים: ארבידופסיס, אשר משמש כצמח מודל, וידוע כצובר כמויות מזעריות של סיליקה, סורגום וחיטה אשר הינם גידולים חקלאיים מרכזיים וידועים כצוברי כמויות גדולות יחסית של סיליקה. לצורך כך יצרנו צמחי ארבידופסיס טרנסגניים שמבטאים את הטרנספורטרים של הסיליקה מאורז. תוצאות ראשוניות מראות כי חלק מהצמחים הראו פנוטיפ של צמיחה איטית יותר, איבוד שלטון קודקודי ועמידות ליובש. כאשר צמחים אלו נבחנו ב ICP-MS נצפתה עליה של עד פי-10 בכמות הסיליקה בצמח. בצמחי הסורגום הטרנספורטים של סיליקה עדיין אינם ידועים, בכדי למצוא חלבונים שתפקידם קשור בסיליקה, אנו סורקים אוכלוסיה של 600 משפחות סורגום מוטנטיות. לצורך כך פיתחנו שיטה הידרופונית לסריקה באמצעות גרמניום שדומה במבנהו לסיליקה אך רעיל לצמחים. בעזרת שיטה זו זיהינו מעל 20 משפחות שהיו עמידות יותר או רגישות יותר לגרמניום בהשוואה לצמחי מין הבר. עבור כל הצמחים שתוארו מתוכנת עבודה מולטידיסציפלינרית רבה הן פיזיולוגית והן גנטית בכדי לנסות ולהבין מהם תפקידי הסיליקה בצמח. מחקרים קודמים מראים שסיליקה מקנה לצמחים עמידויות רבות הן ביוטיות והן א-ביוטיות, במחקר זה קיים הפוטנציאל לפתור את השאלה כיצד ולמה סיליקה מקנה לצמחים עמידויות אלו ובכך להביא ליצירת גידולים חקלאים עמידים יותר.

## אפיון הספיחה והשיקוע של סיליקון על ידי תאי הצמח והשפעתו על דופן התא

חגית ניסן, רבקה אלבאום, ומנחם מושליון  
הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית בירושלים

סיליקון הינו מינרל נפוץ בקרקעות כך שזמינותו לצמח גבוהה. כחומצה סיליקית, עובר הסיליקון שיקוע בדפנות תאי הצמח ומשמש להגנת הצמח מעקות ביוטיות ואביוטיות. זאת ע"י חיזוק הדופן והקניית חוזק מכאני לצמח כולו. צמחים חד פסיגיים צוברים סיליקון בכמות רבה יחסית לדו פסיגיים. אורז צובר עד 10% סיליקון ממשקלו היבש. מטרת הפרויקט: פענוח מטבוליזם הסיליקה בחד פסיגיים ברמת התא.

בשימוש בתרבית תאי תירס (Black Mexican Sweet) BMS, נבדקת הקינטיקה של שיקוע הסיליקון בדופן והשפעתה על עמידות התא לעקות. הדבר נעשה תוך גידול התאים במדיום המכיל סיליקון ומדידת פרמטרים פיזיולוגיים: pH, אוסמולריות ומשקל התאים. נבדקת גם האינטראקציה של הסיליקון עם רכיבי הצלולוז בדופן תוך שימוש בשיטות מיקרוסקופיות שונות. נעשה גם שימוש בספקטרוסקופיית Raman לזיהוי וכימות רכיבי הדופן, ושימוש ב-SEM במטרה לזהות סיליקון ושינויים בטקסטורת הדופן. יצירת צמחים טרנסגניים המבטאים ביתר טרנספורטר למעבר סיליקה מצמח אורז, מאפשרת בדיקת יעילות הטרנספורטר תוך בידוד פרוטופלסטים ושיטות בתמיסה איזואוסמוטית המכילה סיליקה.

תוצאות: בגידול תאים במדיום המכיל סיליקה לא נמצאו הבדלים מובהקים יחסית לביקורת בפרמטרים הפיזיולוגיים. צביעה פלורסמטית לצלולוז ב-Calcofluor, הראתה יותר צלולוז בדפנות התאים שגודלו עם סיליקה. במדידות ב-Raman נראו עוצמות גבוהות של רכיבים ארומטיים בדפנות תאים שגדלו עם סיליקה והבדלים ברכיבי הצלולוז. בשלב הבא, מדידות אלו יבוצעו עם תאים שיחשפו לעקת מלח ופטריות במטרה לזהות הבדלים במדדים הפיזיולוגיים ובדופן. בשטיפות הפרוטופלסטים בתמיסה עם סיליקה נראה שהתאים טרנסגניים מעבירים סיליקה מהר יותר יחסית לביקורת.

פרויקט זה ישפוך אור על השפעת הסיליקון ברמת התא בצמחים חד פסיגיים כך שניתן יהיה להגיע להבנת התמודדות הדגניים כגון אורז, תירס וחיטה, עם עקות בטבע.

## הקניית עמידות לצמחי עגבנייה כנגד עקות אוסמוטיות ע"י מניפולציות ברמות הג'יברלין

עדו ניב ודודו וייס

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

אחד הגורמים המרכזיים המגבילים את פיתוח החקלאות בישראל ובעולם הם יובש ומליחות הגורמים לעקות אוסמוטיות בצמחים ולפגיעה קשה ביבולים. עקות אלו גורמות לעיכוב הגדילה והפריחה, ירידה ביעילות פוטוסינתית ופגיעה בחנטה ובהבשלת פירות. המנגנונים המולקולריים המעורבים בעמידות צמחים לעקות אוסמוטיות הינם מורכבים ביותר ודורשים פעילותם של גנים רבים. חלק מאותם גנים מבוקר ע"י פעילותם של הורמונים שונים, בעקר חומצה אבסיסית (ABA) ואתילן. מחקרים אחדים מצביעים על האפשרות שירידה בסיגנל או ברמת הג'יברלין, הפועל כאנטגוניסט ל-ABA, מעלה גם היא את העמידות ליובש ומליחות במספר צמחים.

במחקר זה ננסה להבין את הקשר בין ירידה בסיגנל או ברמת ג'יברלין לעמידות ליובש ומליחות בצמחי עגבנייה, תוך שימוש בצמחים בהם יש רמות נמוכות של ג'יברלינים פעילים. לעיכוב רמת הג'יברלין בצמח אנו משתמשים בשתי גישות, עיכוב כימי של הביוסנתזה וביטוי של הגן אשר אופייני לאחרונה ומקודד לחלבון *GAMT* (*GAMT* methyl transferase). חלבון זה קושר קבוצה מתילית לג'יברלין פעיל, ליצירת ג'יברלין מתיל אסטר חסר פעילות ביולוגית.

בניסוי הראשון שבצענו טיפלנו בצמחי עגבנייה מקו M-82 במעכב ביוסינתזה של ג'יברלין פקלובטרזול לשינוי רמות הג'יברלין האנדוגניות ובדקנו את עמידותם לתנאי עקת מים בהשוואה לצמחי ביקורת. מהתוצאות הראשוניות נראה כי הצמחים המטופלים אכן עמידים כנגד העקה בהשוואה לצמחי הביקורת: בעוד שצמחי הביקורת קמלו לאחר תקופה של שלושה שבועות ללא השקיה, הצמחים המטופלים לא הראו סימני קמילה. בנוסף נמצא כי תכולת המים בעלים של הצמחים המטופלים הייתה גבוהה באופן מובהק מזו שבעלי הביקורת. בניסוי נוסף שערכנו בדקנו את קצב הטרנספירציה של הצמחים המטופלים בהשוואה לצמחי הביקורת בתנאי חממה ע"י מערכת ליזימטר. תוצאות ניסוי זה הצביעו על כך שהטרנספירציה בצמחים הייתה נמוכה מזו שבצמחי הביקורת. המנגנון דרכו פועל עיכוב הג'יברלין למניעת איבוד מים ילמד בהמשך.

במקביל יצרנו צמחי עגבניה טרנסגנים לביטוי ביתר של הגן *GAMT* מארבידופסיס. עד כה זיהינו מספר צמחים טרנסגנים המבטאים ביתר את הגן. לצמחים אלה מופע בולט המתבטא בעלעלים גילדיים, קטנים וכהים ובעיכוב מסוים בצימוח. עמידות צמחים אלה לעקות אוסמוטיות תיבחן.

## תגובה למליחות בקווי אינטרוגרסיה של עגבנייה

פרלמן עדי ויהושע סרנגה

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

המלחת קרקעות ומקורות מים היא בין גורמי העקה העיקריים המגבילים גידולים חקלאיים באזורים נרחבים בעולם. גידול עגבניות *S. lycopersicon*, במים מליחים תופס כיום מקום חשוב בדרום הארץ ואף צפוי להתרחב בשל צמצום כמות המים הזמינה לחקלאות והמלחה גוברת של מי תהום. השקיה במים מליחים תורמת לשיפור צבע הפרי, ריכוז חומצה וכלל המוצקים המסיסים (TSS). אך מצד שני, מליחות מפחיתה את פוטנציאל היבול של הצמחים, פוגעת במרקם הפרי (קליפה עבה ועסיסיות פחותה) ובמקרים רבים גורמת ל"שחור הפיטם". טיפוח זני עגבנייה המותאמים במיוחד לתנאי מליחות עשוי לאפשר שימוש במי השקיה בעלי רמות מליחות גבוהות תוך שמירה על יבול גבוה ושיפור איכות הפרי. במחקר קודם נמצא כי לעגבנית הבר, *S. pennellii*, יש פוטנציאל לשיפור העמידות למליחות בעגבנייה התרבותית. בהמשך למחקר זה, פותחו "קווי אינטרוגרסיה" שכל אחד מהם מכיל קטע מוגדר מהגנום של מין הבר על רקע של העגבנייה התרבותית (זן תעשייה M-82). אוסף קווים זה הוכח ככלי רב עוצמה לזיהוי ומיפוי של תכונות בעלות חשיבות חקלאית המצויות במין הבר, אולם טרם נבחנה תגובת הקווים למליחות.

מטרות העבודה הן: (1) אפיון העמידות למליחות של קווי האינטרוגרסיה (2) לימוד הרקע הפיסיולוגי לתגובות אלו (3) איתור האזורים בגנום של מין הבר המקנים עמידות למליחות. מחזור ראשון של הקווים גודל ברמת נגב בהשקיה במים שפירים ( $EC=1.5$  dS/m, ביקורת) ובמים מליחים ( $EC=6$  dS/m). השקיה במים מליחים גרמה לפחיתה ביבול פירות (50% בקירוב), משקל חומר טרי כללי, משקל פרי ממוצע ומספר פירות לצמח ולשיפור במדדי צבע הפרי (צבע חיזוני ופגמי צבע פנימיים). בניגוד למצופה, ממוצע ה-TSS הכללי לא עלה בתגובה למליחות. יחד עם זאת, מספר קווי אינטרוגרסיה הראו יתרון מובהק יחסית לזן התרבותי ב-TSS בתנאי ביקורת ומליחות. על בסיס זה, מופו מספר אתרים המשפיעים על ה-TSS בתנאים ספציפיים (ביקורת או מליחות) או ללא תלות בתנאי הסביבה. בהמשך העבודה נעמד תכונות נוספות של קווי האינטרוגרסיה בתנאי ביקורת ומליחות.

## אפיון דגם מרחבי של תפרושת עלקת מצרית בחלקות עגבנייה לתעשייה בישראל

איתי רועץ<sup>1</sup>, יפית כהן<sup>1</sup>, ויקטור אלחנתי<sup>1</sup> וחנון אייזנברג<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי

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

עלקת מצרית (*Pelipanche aegyptiaca*) הינה צמח טפיל אובליגטורי בעל טווח פונדקאים נרחב. הנזק מעלקת מצרית מתבטא בירידה מובהקת ביבול ואף יכול לגרום למות הפונדקאי. עלקת מצרית הינה אחד האיומים העיקריים על גידול עגבניות תעשייה (עג'ית) בישראל ושדות רבים ננטשים ע"י חקלאים בשל נגיעות חמורה. מטרת המחקר הינה לאפיין את דגמי התפרושת המרחבית של העלקת המצרית בחלקה ומציאת הגורמים לדגמי התפרושת השונים. מידע זה יאפשר ניטור יעיל של רמת הנגיעות בחלקה כבר בשלב טרום שתילה. תפוצת עלקת מצרית בחלקות נחקרת בקנ"מ אזורי ובקנ"מ של החלקה הבודדת. עבור חקר התפרושת בקנ"מ אזורי נערך סקר אצל מגדלי עג'ית בשנת 2010. במסגרת הסקר נאסף מידע אודות רמת הנגיעות בשנת 2010 והיסטורית נגיעות בחלקה ובחלקות שכנות, מיקום גונדולות, ממשק הדברה ומחזור גידולים בחלקה.

עבור חקר התפרושת בקנ"מ של החלקה, מופתה באופן אינטנסיבי במרחב נגיעות של עלקת מצרית ב-15 חלקות עג'ית ב-2010 באמצעות GPS-GIS. כל נקודת מדידה בתוך החלקה ייצגה משבצת של 240 מ"ר שבה נספרו מספר אגדים ומוינו לארבע רמות נגיעות (0-אין נגיעות-3 נגיעות חמורה). על-סמך המיפוי הנקודתי בוצעה אינטרפולציה המאפשרת הערכת נגיעות רציפה בכל החלקה. על בסיס המיפוי בקנ"מ של החלקה ובשילוב מידע משלים שהתקבל בסקר האזורי ניתן לאפיין ארבעה דגמי תפרושת עיקריים:

- (1) כתמי נגיעות קטנים – דגם אופייני כאשר הנגיעות מתחילה ממוקד מדבק ספציפי (לדוגמא כתם בסמיכות מיקום גונדולות בעונה קודמת).
- (2) כתמי נגיעות מאורכים – כתמים אלו נמצאו בעיקר לאורך שורות הגידול וייתכן שנגרמו מכלי חקלאי מאולח שעבר בחלקה.
- (3) כתמי נגיעות כיווניים (בצד מסוים של החלקה) – דגם אופייני לחלקות הנמצאות בסמיכות לחלקות בעלות היסטוריית נגיעות ב-עלקת מצרית. בנוסף נמצא קשר ראשוני בין משטר הרוחות באזור חלקת הגידול לתפרושת הנגיעות בחלקה.
- (4) נגיעות אקראיות בחלקה – דגם אשר ייתכן ונגרם לאחר התבססות זרעי העלקת בחלקה. מחקר זה יימשך גם בשתי עונות גידול עג'ית נוספות (2011-2012). מאגר הנתונים הרב – שנתי יאפשר ניתוח מקיף של דגמי תפרושת העלקת בחלקות עג'ית והגורמים להם.

## **תפקידו של ההורמון הצמחי אוקסין ושל הגן $E$ ENTIRE** **בהתפתחות עלה ופרי בעגבנייה**

עדו שורץ, ונעמי אורי

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

משפחת חלבוני ה-AUX/IAA מעורבים במעבר הסיגנל של ההורמון הצמחי אוקסין. חלבונים אלו מעכבים את מעבר הסיגנל של אוקסין ומפורקים בנכחותו של ההורמון.

הגן  $E$  מעגבנייה מקודד לחלבון ממשפחת ה-AUX/IAA. המוטנט  $e$  מאופיין בצורת עלה פשוטה משל צמח מין הבר ובנוסף פירותיו פרתנוקרפים.

מטרת המחקר היא לזהות ולהבין את הגורמים המתווכים את הפעילויות הספציפיות של ההורמון אוקסין והגן  $E$  בהתפתחות הפרי והעלה. לצורך כך, יצרתי אוכלוסיית מוטנטים ברקע המוטנט  $e$  וסרקתי את האוכלוסייה לצמחים שמראים עיכוב של הפנוטיפ המוטנטי בפרי או בעלה, במטרה למצוא גנים המתווכים את הפעילות הספציפית של הגן  $E$  בהתפתחות הפרי או העלה. בסריקה זיהיתי מספר מוטציות המתקנות חלקית את פנוטיפ  $e$  בעלה, ומוטציות שונות המתקנות חלקית את פנוטיפ הפרתנוקרפיה. בנוסף, יצרתי צמחים טרנסגנים המכילים את הגן  $E$  גם בצורתו הטבעית וגם בצורה העמידה לפירוק של החלבון. צורות אלה בוטאו ביתר בעלי ופירות עגבנייה, במטרה להבין את התפקיד ההתפתחותי של הגן  $E$  בהתפתחות הפרי והעלה ולאפיין את ההשפעה של רמות שונות של אוקסין על ביטוי הגן.

הבנת מנגנון התפתחות הפרי והשפעת הרמות השונות של ההורמון אוקסין על התפתחות הפרי עשויים לעזור לנו בשיפור הביקורת והשליטה על החנטה של צמחים בכלל וצמחי העגבנייה בפרט בתנאי קיצון. זיהוי מתווכים ספציפים בעלה או בפרי יאפשרו להשפיע בנפרד על תהליכים אלה.