

כנס החברה האנטומולוגית בישראל

הוועידה ה-36

החברה האנטומולוגית בישראל  
الجمعية الإسرائيلية لعلم الحشرات  
The Entomological Society of Israel



כ"ח בתשרי תשע"ח

18 באוקטובר 2017

מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון  
לציון



## תכנית ותקצירים

הוועדה המארגנת:

עדי בכר, דנה מנט, רועי כספי, מוראד גאנם, מיכאל סמיש, טובית סימון  
וויקטוריה סורוקר

# הכנס ה-36 של החברה האנטומולוגית בישראל מתקיים בתמיכת:

איגוד הכימיה, הפרמצבטיקה ואיכות הסביבה - התאחדות התעשיינים  
בישראל



מלגות נסיעה לכנסים והשתלמויות של תלמידי מחקר  
ע"ש אמוץ פיק וד"ר אברהם מלמד -  
בתמיכת חברם אליק אבירי ומשפחת מלמד

# הרצאות מליאה

## **Honey bee responses to 3000 years of semi-domestication; from the land of milk and honey to the land of corn and soybeans**

May Berenbaum  
Department of Entomology  
University of Illinois

[maybe@illinois.edu](mailto:maybe@illinois.edu)

The honey bee, *Apis mellifera*, has been valued by humans for its honey-making abilities for more than 8,000 years; archeological evidence suggests that domestication during Biblical times in ancient Israel reduced some of the risks associated with harvesting honey and allowed apiculture to thrive. Certain natural attributes of this species have since made it the world's most valuable managed pollinator, but starting in the 19th century people began to manipulate these attributes based on science to improve its utility, productivity, and management. Global population trends now suggest that this 6-million-year-old genome is experiencing a diversity of novel selection pressures in the context of contemporary agricultural and apicultural practices. Sequencing of the genome in 2006 provided new insights into the biology of *A. mellifera*, particularly with respect to immunity and detoxification; a major question for the 21st century is whether the genome has sufficient variation to adapt to life in the Anthropocene.

## How Insects Smell, and Why We Should Care

John G. Hildebrand  
University of Arizona, Tucson AZ

[jhildebr@email.arizona.edu](mailto:jhildebr@email.arizona.edu)

My research long has sought to understand neurobiological mechanisms through which information about behaviorally significant olfactory stimuli is encoded, processed, and integrated with inputs of other modalities in the insect brain. We primarily have studied how volatile chemical stimuli control characteristic, natural behaviors of the giant sphinx moth *Manduca sexta*. Our goal in this research is to contribute to understanding of the biology and behavior of agriculturally and medically significant insects while helping to advance fundamental knowledge about olfaction. Our studies have focused mainly on the primary olfactory centers in the insect brain, the antennal lobes, which, like vertebrate olfactory bulbs, are characterized by condensed neuropil structures called glomeruli. Neural circuits in the antennal lobes, comprising primary-sensory and central neurons interacting synaptically in and among the glomeruli, process olfactory information received from the environment. We are most interested in olfaction-dependent behaviors that are crucial for survival: mate seeking and interactions with host plants for feeding and oviposition. In some of our studies, olfactory neurobiology has led to recognition of naturally occurring volatiles that function in the chemical mediation of such interactions. We think of this as “reverse chemical ecology” or “chemical ecology by way of the brain.” Finally, my interest in insect olfaction led me to the challenges of understanding attraction of disease-vector insects to their hosts for blood meals. This lecture will offer examples of our findings from these adventures.

*The research described in this presentation has been supported by research funding from NIH, NSF, DARPA, USDA, and Monsanto.*

# הרצאות

## ממשק הדברה משולב להפחתת פגעי מלדרה (*Maladera insanabilis*, Brenske) בגידול בטטות

איתי אופטובסקי<sup>1</sup>, דנה מנט<sup>2</sup>, נועם דה קוסטה<sup>2</sup>, איתמר גלזר<sup>2</sup>, לילך לילי מונדקה<sup>3</sup> גל יעקובי<sup>4</sup>, עידו גופר<sup>4</sup> וציון דר<sup>5</sup>

<sup>1</sup>מו"פ דרום, חוות הבשור, <sup>2</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי <sup>3</sup>מכללת ספיר, <sup>4</sup>חברת ביו-בי, <sup>5</sup>שה"מ, משרד החקלאות

[itaiopa6@gmail.com](mailto:itaiopa6@gmail.com)

גידול בטטות (*Ipomoea batatas* L.) הינו גידול חשוב בעולם ומהווה גידול שביעי בהיקפו מכלל גידולי המזון. תקופת הגידול ואופי הקרקע החולית המיטבית לגידול זה מביאים לכך שעיקר פגיעת המזיקים בישראל נגרמת ממזיקי קרקע התוקפים את האשרושים וגורמים לפחיתה בכמות ואיכות היבול. חיפושית המלדרה (*Maladera insanabilis*, Brenske) (זבליתיים Scarabaeidae) הינה אחת ממזיקי הקרקע העיקריים בגידול בטטות. החיפושיות הבוגרות מהגרות בתחילת עונת הגידול אל שולי השדה מהשדות חקלאיים בסביבה. הבוגרים ניזונים מהעלווה אך לא גורמים לנזק משמעותי. הנקבות מטילות בקרקע 60-100 ביצים והזחלים (דרנים) מתפתחים בקרקע וגורמים נזקים לאשרושי הבטטה. כיום ממשק ההדברה העיקרי של מזיקי הקרקע בבטטה מסתמך על תכשיר הדברה המכיל Chlorantraniliprole (קורגן) אשר נמצא כיעיל, אולם שימוש תכוף בתכשיר זה עלול להביא לפיתוח עמידות באוכלוסיות המזיקים הקיימות. מחקר זה עוסק בפיתוח ממשק הדברה משולב המשלב אפיון דינמיקת אוכלוסיית המזיק ויישום ביופסטיצידים צמחיים, מקרוביאליים ומיקרוביאליים המייצגים אסטרטגיות הדברה שונות ומשתלבות. על מנת לאתר אזורי מטרה ליישום חומרי ההדברה בעוצמה גבוהה ובאזור ממוקד יותר נערך במסגרת המחקר מעקב אחר דינמיקת האוכלוסייה ופיזור הדרנים בקרקע בתקופות הגידול השונות. בנוסף, נבחנות שלוש אסטרטגיות הדברה: א) חומרי דחייה שונים (כדוגמת מיצוי האזדרכת ההודית – עץ הנים) לצמצום אכלוס אוכלוסיית המזיק בעומק השדה. ב) נמטודות אנטומופוטוגניות כאמצעי הדברה תגובתי לדרנים קיימים, בעיקר מהמין *Steinernema feltia* ו- *Heterorhabditis bacteriophora* שנמצאו בעבר יעילות כנגד מלדרה בגידול מסחרי של בוטנים. ג) פטריות אנטומופוטוגניות כאמצעי הדברה מניעתי מהסוגים *Metarhizium* ו- *Beauveria*, אשר ידועות כפתוגניות יעילות כלפי זבליות אך לא באופן ספציפי כלפי דרני המלדרה.

פיתוח ממשק הדברה משולבת למזיק זה המשלב מגוון אסטרטגיות יאפשר להפחית את לחץ הברירה של תכשיר ההדברה הכימי ולצמצם את האפשרות לפיתוח עמידות כנגדו. כמו כן, ממשק זה יאפשר להגדיל את שטחי גידול בטטות אורגניות, אשר הינן בעלות דרישה גבוהה בשווקים באירופה.

## השפעת התנגדות האוויר על יכולת הקפיצה בצרעה הטפילית *Anagyrus pseudococci*

תומר אורקה וגל ריבק,  
המחלקה לזואולוגיה אוניברסיטת תל אביב

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

קפיצה הינה פעולה המניבה תנועה מהירה באוויר ללא שימוש במנגנוני תעופה למיניהם. אולם התנגדות האוויר במהלך המסלול הבליסטי פועלת כנגד התנועה ומשחקת תפקיד ההולך ומתגבר ככל שגודל גופו של הקופץ קטן. הצרעה הפאראזיטואידית - *Anagyrus pseudococci*, המהווה מדביר ביולוגי נפוץ של הכנימה הקמחית, מפגינה יכולות קפיצה מפתיעות (גובה של כ-110 אורכי גוף) למרות גודלה הקטן (אורך הגוף בממוצע 1.25 מ"מ) ובכך מהווה מקרה מבחן מעניין להשפעת התנגדות האוויר על קפיצה של בע"ח קטן. המחקר הנוכחי בדק את השפעת התנגדות האוויר על ביצועי הקפיצה בצרעה זו.

לשם כך צולמו הצרעות בזמן קפיצה ע"י מערך מצלמות וידאו מהיר. שתי מצלמות הוצבו במאונך אחת לשנייה, והקפיצה צולמה במהירות צילום של 3000 תמונות לשנייה בכדי לספק מדידה תלת ממדית של מסלול הקפיצה; וצילום נוסף בתקריב ובמהירות צילום של 6000 תמונות לשנייה בכדי לספק מידע על משך הזמן בו דוחפת הצרעה את הקרקע כדי לשגר את גופה לאוויר. מתוך הסרטים נמדדו השינויים במיקום הצרעה בזמן ונתונים נוספים (זמן ומהירות עזיבת קרקע, תאוצות, כוחות ועבודת שרירי הגוף) חולצו בעזרת משוואות בליסטיות פשוטות ומתוך נתוני ניתוח התמונה. בנוסף בוצעה סימולציה של מסלולי הקפיצות על סמך מודל ביומכני הכולל את רכיב התנגדות האוויר. בעזרת השוואת הסימולציות לקפיצות שנצפו בפועל ניתן היה לאמוד את השפעת התנגדות האוויר על הקפיצה של הצרעות.

התנגדות האוויר מפחיתה בכ-50% את גובה הקפיצה הפוטנציאלי של *A. pseudococci*. יחד עם זאת גובה הקפיצה ביחס לגודל הגוף הממוצע ( $2.57 \pm 13.7$  ס"מ, כ-110 אורכי גוף), משך הזמן הקצר בו הצרעה דוחפת כנגד הקרקע (מתחת לאלפית השנייה) ותאוצת הגוף בזמן השיגור ( $35 \pm 275.3$  פעמים תאוצת הכבידה) ממקמים צרעה זו כאחד הקופצים הטובים בעולם החרקים. ההספק המכני העצום הנדרש לצורך ביצועי קפיצה אלו (בממוצע  $3417 \text{ Wkg}^{-1}$ ) מעיד על מנגנון קפיצי בעל נעילה המצוי בשתי הרגליים האמצעיות, העולות באורכן על אורך הגוף (1.74 מ"מ בממוצע). העבודה מחישה את ייחודיות עולמם הפיזיקלי של חרקים קטנים בו להתנגדות האוויר השפעה מגבילה ביותר על תנועה אווירית. אולם גם עם התנגדות אויר שכזו מצליחה *A. pseudococci* להוות שיאנית לגובה קפיצה ביחס לאורך הגוף.



## סקירת השיטות להדברת זבובי החול (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae)

לאור אורשן

המעבדה לאנטומולוגיה, המעבדות המרכזיות, משרד הבריאות ירושלים

[Laor.Orshan@moh.gov.il](mailto:Laor.Orshan@moh.gov.il)

נקבות זבוב החול מעבירות לאדם טפילי הלישמנייה, נגיפים, פתוגנים מחוללי מחלות נוספים וגורמות מטרדי עקיצות. ההתפשטות של מחלות הלישמניאזיס והתעוררות מחלות נגיפיות מחייבים בחינה של יעילות שיטות ההדברה המוכרות ופיתוח שיטות חדשות. מוקדי ההתפתחות של זבובי החול אינם ידועים, לכן לא מעשי לבצע הדברה ישירה של הדרגות הצעירות או לטפל בבתי הגידול. אמצעי ההתגוננות האישית ובכלל זה רפלקסים למריחה על העור מחייבים שימוש יום יומי מוקדם במהלך תקופת הפעילות הארוכה של זבובי החול ומהווים נטל כבד על הציבור.

הירידה בשיעורי התחלואה בלישמניאזיס שנצפתה באמצע המאה העשרים, יוחסה לריסוסים המאסיביים ב-DDT שבוצעו כנגד יתושי האנופלס במסגרת ההתמודדות עם המלריה. האיסור על שימוש ב-DDT וההכרה בסיכונים הנובעים מריסוס מאסיבי של חומרי הדברה בכלל, הובילו לצמצום היישום של תכשירי הדברה שירים על משטחים. לאור ההנחה שזבובי החול אינם עוברים בתעופה רציפה מרחק העולה על עשרות סנטימטרים, צומצם ריסוס חומרי ההדברה לרצועות שטח צרות יחסית סביב שכונות ובתי מגורים כדי ליצור מחסום כימי שימנע מעבר של זבובי חול. ריסוס משטחים פנימיים כנגד זבובי חול אינו מקובל על מרבית התושבים והיעילות מוטלת בספק כאשר מעגל ההעברה הוא זואונוטי וזבובי החול מתפתחים מחוץ למגורי האדם. בשנים האחרונות נוסו גישות הדברה חלופיות כגון מחסום אנכי, ריסוס צמחייה, שימוש בצמחים בעלי רעילות לזבובי חול כגון בוגונבילאה, פיתיון סוכר מורעל, שימוש במקור CO<sub>2</sub> למשיכה המונית של זבובי חול למלכודת או לגורם קוטל, והאכלה של יונקים הפונדקאים של זבובי החול בפיתיון המכיל אנדוקטיציד במטרה לקטול את הנקבות שניזונות מהפונדקאי ולהחדיר חומר קוטל לגללים המשמשים מזון לדרגות הצעירות. בחינה נרחבת וקריטית של שיטות ההדברה השונות נדרשת כדי לבסס את יעילותן להגדיר את טווח המיננים, כיסוי השטח הנדרש, משך היעילות, העלויות והסיכונים לאדם ולסביבה. יש לקוות ששילוב מושכל של שיטות הדברה שונות ולטווח הרחוק אולי גם אימוץ שיטות חדשניות שעל פיתוחן עובדים בתחום הדברת היתושים, כגון הפצה עצמית של קוטלי חרקים, הנדסה הגנטית, ושימוש בסימביונטים יספקו כלים יעילים להתמודדות.

## פיתוח צמחים טרנסגניים העמידים לכנימת עש הטבק בשיטת RNAi

גלית איקטימן, פנינה מושיצקי, אסנת מלכה, נתיבידד מסטרה-רינקון, שי מורין  
המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית של האוניברסיטה העברית  
בירושלים

[galit.ts@gmail.com](mailto:galit.ts@gmail.com)

בדומה לחרקים מוצצי שיפה אחרים המזיקים לגידולים חקלאיים, כנימת עש הטבק, *Bemisia tabaci* (כע"ט) מבוקרת, במערכות חקלאיות רבות, אך ורק על ידי חומרי הדברה כימיים. שימוש ממושך בחומרים אלה מוביל לבעיות רבות: פיתוח עמידות על ידי חרקים, זיהום קרקע ומחלות באדם, ופגיעה הן במרקם האקולוגי של המערכת החקלאית והן באויבים טבעיים של הכנימה. המטרה העיקרית של מחקר זה פיתוח גישה הדברה אלטרנטיבית ו"ירוקה" כנגד כע"ט, תוך שימוש בטכנולוגיית RNA interference (RNAi). בגישה זו, הצמח מייצר מקטעי dsRNA המשתיקים גנים החיוניים בכנימה לחיים על הצמח הפונדקאי. העבודה מתמקדת בקבוצה אחת של גנים מסוג זה, גנים לדה-טוקסיפיקציה, המאפשרים לכנימה לנטרל טוקסינים צמחיים המופרשים כמנגנון הגנה. בחרקים, קבוצת הגנים לדה-טוקסיפיקציה מונה לרוב שש משפחות-על: cytochrome P450 monooxygenases (P450s), glutathione S-transferases, UDP glycosyltransferases (UDPGTs), sulfotransferase, carboxylesterases (COEs), (GSTs), ו-ABC transporters.

כמודל, השתמשנו בגן המקודד לאנזים ממשפחת ה-GSTs, *BtGST2*. אנליזות ממוחשבות ופונקציונליות הראו כי גן זה מסוגל לנטרל חומרי הגנה צמחיים פעילים ממשפחת הגליקוזיניולטים. כנימות בוגרות הואכלו דרך ממברנות במשך 96 שעות בתמיסת סוכרוז 10% או תמיסת סוכרוז בתוספת 100 µg של dsRNA של *BtGST2* או הגן בטא-גלוקורונידאז (*GUS*) אשר שימש כגן ביקורת. הכנימות נותחו להפרדת המעי וניתוח דגימות RNA בוצע בעזרת Real Time PCR. בנוסף, צמחי *Arabidopsis thaliana* המבטאים dsRNA כנגד *BtGST2* הונדסו תוך שימוש באגרובקטריום (*Agrobacterium tumefaciens*). נבדקה הגחת הדור השני של כע"ט אשר התפתחו על הצמחים הטרנסגניים וצמחי הביקורת (wild type). רמות ביטוי הגן *BtGST2* במעי של בוגרים נבדקו בעזרת Real time PCR.

רמת הביטוי של *BtGST2* במעי של פרטים אשר ניזונו על תמיסה המכילה dsRNA או על הצמחים הטרנסגניים הראתה ירידה מובהקת לעומת רמת הביטוי של הגן בפרטים אשר ניזונו על תמיסת סוכרוז המכילה dsRNA של הגן בטא-גלוקורונידאז (*GUS*) או צמחי הביקורת. ניסויי התפתחות הראו עיכוב מובהק בהגחה של פרטים אשר התפתחו על הצמחים הטרנסגניים לעומת צמחי הביקורת. חישוב הכשירות (fitness) הראה כי צפויה ירידה פי 5 בגודל האוכלוסיות אם יעשה שימוש במערכת החקלאית בצמחים טרנסגניים מסוג ds*BtGST2* לעומת צמחי ביקורת.

פיתוח צמחים טרנסגניים אשר מטרתם הקטנת גודל אוכלוסיות יכול לשרת שתי מטרות עיקריות: כלכלית ואקולוגית. מבחינה כלכלית הקטנת גודל אוכלוסיית המזיק יאפשר הקטנת השימוש בחומרי הדברה. מבחינה אקולוגית הקטנת אוכלוסיית המזיק (ללא חיסולה) תאפשר שימור של המאזן האקולוגי ויאפשר לאויבים טבעיים לעשות את עבודתם בשליטה על גודל האוכלוסיות.

## השפעה של רעיית בקר על אוכלוסיות הפרפרים בחורש ים תיכוני באזור הר מירון

גד איש-עם וטליה אורון,  
רשות הטבע והגנים

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

במטרה לבדוק את ההשפעה של רעיית בקר על אוכלוסיות הפרפרים בנוף החורש הים תיכוני באזור הר מירון, סקרנו בשתי עונות (2015, 2016) ארבעה אתרי מחקר. בעונת 2015 היו שני אתרי המחקר על גב שלוחות: שלוחת נריה הנתונה שנים רבות ברעיית בקר אינטנסיבית בעונות חורף-אביב, ושלוחת עפאים כביקורת ללא רעיית בקר. בעונת 2016 היו שני האתרים בערוצים: נחל חירם בתנאי רעיית בקר אינטנסיבית בעונות קיץ-סתיו ונחל צוער כביקורת ללא רעיית בקר בשנתיים טרם המחקר, וברעיית בקר מתונה במהלך עשרות שנים קודם לכן. בכל אתר סומנו מסלולי ניטור בהליכה, מחולקים לקטעים של 100 מ' כחזרות. נרשמו הפרפרים שנצפו בטווח של 5 מ' מכל צד של הצופה, בנפרד לכל קטע. בעונת 2015 בוצעו חמישה ניטורים ב 11 חזרות, ובעונת 2016 בוצעו תשעה ניטורים ב 12 חזרות. הניטורים בוצעו בתנאי מזג אוויר מתאימים לפעילות פרפרים ודומים בשני אתרי המחקר.

בעונת 2015 נצפו 538 פרפרים מ 25 מינים, ובעונת 2016 נצפו 3944 פרפרים מ 38 מינים. **שפע הפרטים הממוצע ברעייה היה בשתי העונות כמחצית מהשפע באתרים ללא רעייה (מובהק).** גם **עושר המינים הממוצע בשתי העונות היה נמוך ברעייה לעומת הביקורת (מובהק רק ב 2015).**

**מדד דמיון המינים** בין שני אתרי המחקר היה גבוה בשתי העונות. **מדד ההומוגניות** (שיווינויות של גודל אוכלוסיות המינים) היה דומה ברעייה ובביקורת בעונת 2015 ואילו בעונת 2016 היה גבוה יותר באתר הרעייה (מובהק). בהתאם לכך היה ברעייה מדד מגוון המינים הממוצע (מדד המשלב עושר והומוגניות) נמוך יותר ב 2015, אך גבוה יותר ב 2016 (מובהק בשתי העונות).

אוכלוסיות מיני **הפרפרים המטילים בחורש** היו נמוכות באתרי הרעייה לעומת הביקורת בשתי העונות (מובהק). כנראה עקב פגיעה משמעותית של הרעייה בצמחים הפונדקאים: מיני דגניים הצומחים בצל ומטפסים, וכן פגיעה בנוף הנמוך של העצים, המשמש להטלה. מין פרפר המטיל על צמחים רעילים בחורש היה היחיד מפרפרי החורש שאוכלוסייתו נפגעה פחות.

אוכלוסיות **הפרפרים המטילים על צמחי בתה** בקרחות החורש הגיבו לרעייה בכיוונים שונים, כנראה בהתאם להשפעת הרעייה על הקבוצות הפונקציונליות השונות של העשבונים המשמשים כפונדקאים. ככלל, אוכלוסיות הפרפרים נפגעו באתר עם רעיית חורף-אביב, שנבחן ב 2015 (מובהק) אך נשארו דומות לביקורת באתר עם רעיית קיץ-סתיו, שנבחן ב 2016. ירידה ברעייה בגודל אוכלוסיות הפרפרים נרשמה במינים המטילים על מצליבים (מובהק), על דגניים ושפתניים (לא מובהק). אוכלוסיות דומות לביקורת נמצאו בשאר המינים - אלו המטילים על פרפרניים ומינים ג'נרליסטים.

מרבית **הפרפרים הנדירים** בסקר, מבחינת העושר והשפע, נצפו באתרי הביקורת ללא רעייה, ובעיקר ב 2016, בה הגברנו את מחזורי הניטור בשיא עונת פעילות הפרפרים. ב 2015 היה ניטור חסר בשיא עונת הפעילות.

**בערוצים בהשוואה לשלוחות**, עם ובלי רעייה, תיעדנו עושר מינים רב יותר (38 לעומת 25 מינים, בהתאמה), שפע פרטים רב יותר (23.4 לעומת 6.4 ממוצע פרטים/קטע/ניטור, בהתאמה) ובעיקר מינים נדירים רבים יותר (7 לעומת 1, בהתאמה). יתרון זה של אוכלוסיות הערוצים הוא, כנראה, תוצאה של בית גידול מגוון יותר בערוצים, המאפשר קיום גם למינים נדירים ומונופאגיים. במחקר מצאנו פגיעה משמעותית של הרעייה במיני הפרפרים של הנישות הייחודיות שבערוצים.

**לסיכום**, בשתי עונות המחקר מצאנו שרעיית בקר בלחץ-יתר (over grazing) פוגעת במידה ניכרת באוכלוסיות הפרפרים מבחינת השפע, העושר ומגוון המינים הנדירים. נראה שרעיית הבקר פוגעת במידה ניכרת בנישות הצומח המתאימות לפרפרים בחורש, ופוגעת במידה פחותה בנישות הצומח המתאימות לפרפרים בבתה של קרחות החורש. השהיית הרעייה בעונת חורף-אביב ממתנת, אך לא מבטלת את ההשפעה השלילית על אוכלוסיות הפרפרים. רעיית חורף בלחץ-יתר פגעה אפילו במיני פרפרים המטילים על צמחים "אוהבי רעייה" כגון צמחי רעל בחורש ומצליבים בבתה.

## השפעות של תזונת הזחל על סיכוי ההדבקה בקדחת דנגי ביתוש אדס מצרי (*Aedes aegypti*)

יהונתן אלקלאי<sup>1</sup>, דיוויד קנג<sup>2</sup>, דיאן לוין<sup>2</sup>, ג'ואן קוניגהם<sup>2</sup>, מת'יו אינג<sup>2</sup>, דייב צ'אד<sup>3</sup>, דיוויד סיוורסון<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר-שבע, <sup>2</sup>המחלקה למדעי הביולוגיה, אוניברסיטת  
נוטרדם, נוטרדם, אינדיאנה, ארה"ב, <sup>3</sup>המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת ווסט אינדיס, סיינט אוגוסטין,  
טרינידד וטובגו

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

מידי שנה כ-390 מיליון בני אדם ברחבי העולם נדבקים בקדחת דנגי, כאשר רבע מהם מפגינים סימפטומים קליניים. המחלה מועברת בעיקר באמצעות ביתוש אדס מצרי (*Aedes aegypti*). נקבות ביתושים עשויות להפעיל שני מנגוני עיכוב בעת חשיפה לקדחת: א) Midgut infection barrier המונע כניסה של הוירוס למעי האמצעי. ב) Midgut escape barrier המונע מעבר של הוירוס הבוגר מהמעי האמצעי לשאר חלקי הגוף. מחקרים קודמים הראו כי קיימים הבדלים ברגישות לקדחת דנגי בין גנוטיפים שונים של אדס מצרי. אחת משאלות המפתח שנתרו פתוחות היא האם סיכויי ההדבקה משתנים כאשר ביתושים חווים תנאי עקה שמאפיינים את בית הגידול הטבעי שלהם. מטרת המחקר היו לבחון את ההשפעה של תזונת זחלים מהמין אדס מצרי על סיכוי הדבקה בקדחת דנגי, כמו גם את התגובה החיסונית של נקבות ביתושים בעת חשיפה לוירוס. בנוסף, נבחנו ההשפעות של התנאים שחוו הזחלים על תכונות היסטוריית החיים שלהם. מכיוון שבאורגניזמים בעלי מחזור חיים מורכב, כדוגמת יתושים, קיים מתאם גבוה בין התנאים הסביבתיים שהזחל חווה לבין הביצועים שמפגינים הבוגרים, שיערנו כי עקה הנובעת ממחסור במזון בשלב הזחל תשפיע באופן ישיר על סיכוי ההדבקה של הנקבה הבוגרת בקדחת דנגי. כצפוי, זחלים שחוו תנאי גידול מיטביים התפתחו מהר, הפגינו שרידות גבוהה והגיחו כבוגרים גדולים יותר. נקבות בוגרות של אדס מצרי שנחשפו לוירוס ושחוו תנאי גידול מיטביים בשלב הזחל, הראו רמת ביטוי גבוהה יותר של גנים הקשורים למערכת החיסונית, מה שלא מנע עלייה בקצב ההדבקה בבלוטות הרוק (disseminated infection). קצב ההדבקה של המעי האמצעי (midgut infection) בנקבות בוגרות, שבלוטות הרוק שלהן לא היו נגועות, לא הושפע מכמות המזון שסופקה בשלב הזחל. אנחנו מציעים כי קצב ההדבקה הנמוך בבלוטות הרוק של נקבות שחוו עקת מזון זחלים נובע מהפעלה של מנגון העיכוב של ה-Midgut infection barrier. לסיכום, בחינת ההשפעות של עקת סביבתית על היסטוריית חיים וסיכוי הדבקה של יתושים בוגרים בוירוסים כדוגמת קדחת דנגי, יכולה לשפר באופן ניכר את ההבנה שלנו בנוגע להפצה של מחלות באמצעות הווקטור שנושא אותן.

## זיהוי וירוס חדש באוכלוסיות דבורי הדבש, בומבוסים ובאקרית הוורואה

טל ארז<sup>1</sup>, סופיה לוי<sup>1,2</sup>, דוד גלברייט<sup>3</sup>, נועה סלע<sup>4</sup>, קריסטינה גרוזינגר<sup>3</sup> ונור צ'חנובסקי<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני  
<sup>2</sup> הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ומדעי הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים  
<sup>3</sup> המחלקה לאנטומולוגיה, המרכז לחקר מאביקים, מרכז הוק למדעים, אוניברסיטת פנסילבניה, ארה"ב  
<sup>4</sup> המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

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

האקולוגיה הוויראלית של חברות דבורים הינה מורכבת מאד. ווירוסים שונים המועברים בין מינים שונים בעלי מרעה משותף. בדבורת הדבש (*Apis mellifera*) תופעה זו חמורה יותר מאז הופעתה של אקרית הוורואה (*Varroa destructor*) המעבירה וירוס דבורים ומגבירה את הפתוגניות שלהם. עד כה, זוהו מעל ל-20 וירוס דבורים, כאשר מרביתם וירוס RNA חד-גדילי חיוביים. בעזרת אנליזה מטאגנומית של אוכלוסיות דבורים גילינו וירוס RNA חד-גדילי- שלילי השייך למשפחת ה- *Rhabdoviridae*. מצאנו את הווירוס באוכלוסיות דבורי הדבש בארץ ובארה"ב ובאוכלוסיות דבורי בומבוס בארה"ב. בשל כך קראנו לו Bee rhabdovirus -1 (BRV-1). בנוסף, גילינו כי אקריות הוורואה נשאו גם הן את וירוס זה. בסריקת כוורות נמצא ש- BRV-1 נפוץ בצפון, מרכז ודרום הארץ. BRV-1 מתרבה הן בדבורי דבש והן בוורואה. גילוי של וירוס זה תורמת להבנה של השונות הקיימת בוורוסים המדביקים דבורים ממינים שונים, ופותח דלת למחקר נוסף שיבחון את השפעת הפתוגניות שלו על קהילות דבורים.

## חשיבות יחס אומגה 6:3 בתזונה ליכולת למידה בדבורת הדבש.

יעל אריהן<sup>1</sup>, ארנון דג<sup>2</sup>, שרון שפיר<sup>1</sup>

<sup>1</sup>המרכז לחקר הדבורים על שם ב. טריוואקס, המחלקה לאנטומוולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה  
ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית

<sup>2</sup>המכון למדעי הצמח, מרכז חקר גילת, מנהל המחקר החקלאי

[yael.catz@mail.huji.ac.il](mailto:yael.catz@mail.huji.ac.il)

אבקות הפרחים ידועות כמקור העיקרי לחלבונים בתזונת הדבורים אך הן מספקות גם חומצות שומן, מינרלים וויטמינים חיוניים. אבקות פרחים שונות נבדלות ביניהן בתכולת והרכב חומצות השומן, בין השאר בחומצות השומן החיוניות, אלפא-לינולנית ולינולאית אלו חומצות השומן מסוג אומגה-3 ו-6, בהתאמה. בחקלאות המודרנית קיימים שטחים נרחבים של גידולים יחידים, דבר העלול לגרום למחסור בחומצות שומן חיוניות אצל הדבורים. ביונקים נלמדה חשיבות ח' השומן החיוניות, ואומגה-3 ידועה כחיונית לתפקוד קוגניטיבי תקין. בחרקים נושא זה כמעט ולא נלמד. במחקרים קודמים שערכנו, מצאנו פגיעה ביכולת הלמידה של דבורים אשר ניזונו ממזון דל באומגה-3. ממצאים אלו מחזקים את ההנחה כי בדומה ליונקים, לאומגה-3 קיימת חשיבות רבה לתזונת דבורי הדבש. אולם, בספרות המדעית, השפעות מחסור באומגה-3 עולות לדין בעיקר באדם, כאשר מדובר במחסור אבסולוטי אל מול יחס גבוה של אומגה 6 ל-3. הדיאטה המערבית שלנו כיום מונה יחס של כ-15:1 בין אומגה 6:3. כאשר במקור הייתה ביחס של כ-1:1.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבדוק את השפעת הכמות האבסולוטית של אומגה-3 במזון לעומת יחס אומגה-6:3. נבדקו שילובים שונים בדיאטות של כמויות אבסולוטיות שונות, ביחסים הבאים של אומגה 6:3 0.3,1,5, ותכולת שומן שונה בתזונה: 1%,2%,4%,8%. הדבורים הוחזקו בתוך צלחות פטרי וגודלו באינקובטור מיום הגחתן למשך שבוע, עם הדיאטה הנבחנת. לאחר מכן נלקחו למבחני למידה וזיכרון המתבססים על יצירת התניה קלאסית (Proboscis extension response conditioning). בניסוי ההתניה, ביצועי הלמידה של הדבורים אשר ניזונו מיחס אומגה 6:3 גבוה של 5, היו נמוכים משמעותית בכל קבוצות של תכולת השומן. דבורים אשר ניזונו מיחס 1 בקבוצה של 4% ו-2% שומן השיגו את ביצועי הלמידה הגבוהים ביותר. באופן כללי, התוצאות תומכות בחשיבות התזונתית של יחס אומגה 6:3 מאוזן בדיאטה ללמידה, ולא רק כמות אבסולוטית מספקת של אומגה-3, בדומה לממצאים מעולם היונקים.

## עכבישי השממה נחשפים: תת-משפחת הרצחולים בישראל (Lycosidae, Evippinae)

איגור ארמיאץ'

אוסף העכבישנים הלאומי, אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית בירושלים

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

הרצחולים (Evippinae) הם תת-משפחה במשפחת הזאבניים (Lycosidae). הם מצויים באקלימים יובשניים ברחבי אפריקה ואירואסיה. פעילותם הלילית, צבעיהם הבהירים, ורגליהם הזיפניות, בעלות המפרוק-המדומה, עושים אותם מותאמים לסביבות חמדה וחולות.

על אף היותה של ישראל שחונה ברובה, וממוקמת באמצע אזור התפוצה של תת-המשפחה, הרצחולים של הארץ לא זכו עד לאחרונה לעבודה טקסונומית.

בהתבסס על בחינה מורפולוגית של חומר מאוסף העכבישנים הלאומי, כמו גם איסופים חדשים ברחבי הארץ, הרכבתי סינופסיס ראשון של ה-Evippinae בישראל. תוצאות המחקר כוללות חמשה מינים בשני סוגים: תיעוד ראשון של הסוג *Evippomma* Roewer, 1959 במזרח התיכון, וארבעה מינים מהסוג *Evippa* Simon, 1882, מהם מין אחד חדש למדע ומין אחד חדש לארץ. כמו-כן, המחקר מספק תובנות חדשות לגבי האקולוגיה ומחזור-החיים של מינים אלה וקושר את הרצחולים המצויים בישראל לאוכלוסיות במזרח אפריקה ובמרכז אסיה. הוא מצביע על קיומם של מינים ויקריים שתפוצתם תלויה באקלים, כמו גם על הרחבת תפוצה של אחד המינים אל בתי-גידול מתאימים באזור האקלים הים-תיכוני.

## טפילים פנימיים וחיצוניים בקרב אוכלוסיות סוסים החיים בבר

עמוס בוסקילה<sup>1,2</sup>, ג'וליה הטזל<sup>3</sup>, חואן חוזה נגרו<sup>2</sup> ודניס האנסן<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>אוניברסיטת בנגב, <sup>2</sup>התחנה הביולוגית בדוניינה, ספרד, <sup>3</sup>האוניברסיטה של ציריך, שווייץ

[bouskila@bqu.ac.il](mailto:bouskila@bqu.ac.il)

עם הגידול באוכלוסיות האדם באירופה ועם ההתבססות החקלאות, מינים רבים של הרביבורים גדולים נכחדו או שמספריהם ירדו, וכתוצאה מכך, נגרמו הכחדות משניות של מינים התלויים ברעיה כממשק אקולוגי. בימינו פרויקטים של השבה מנסים להחזיר לקדמותם תהליכים אקולוגיים על ידי השבה של הרביבורים גדולים. כדי להבטיח שהמינים המושבים יכולים למלא את התפקוד האקולוגי, יש לבסס אוכלוסיה ברת-קיימא. טפילים יכולים להשפיע על השרידות וההצלחה של הפונדקאים, ובכך להשפיע על ההתבססות של אוכלוסיית הרביבורים בריאה. מחקר זה נועד (1) להעריך את עומס טפילי-המעיים והטפילים החיצוניים על סוסים החיים בבר ולחפש קשר בין כמות הטפילים לזוויג, לגיל, למצב הגופני של הפרט ולגודל הקבוצה, (2) לבחון אם יש קורלציה בין עומס הטפילים החיצוניים לטפילים הפנימיים. המחקר נערך באביב ובסתיו, בקרב אוכלוסייה של סוסים מגזע Retuerta בשמורת דוניינה שבספרד. עומס הטפילים הפנימיים הוערך מספירת ביצים בגללים. מספר הביצים עלה מהאביב לסתו והיה גבוה במיוחד בסוסים בני שנה. לא מצאנו הבדל מובהק בין זכרים לנקבות או בין סוסים במצב גופני טוב לסוסים במצב ירוד. להערכת טפילים חיצוניים התמקדנו בזבובים מוצצי-דם והם נספרו מתוך תצלומי תקריב של גוף הסוסים. פרטים שהשתייכו לקבוצות גדולות נשאו פחות זבובים ביחס לכמות על סוסים מקבוצות קטנות. זבובים רבים יותר נספרו על פרטים מבוגרים. כמו כן נמצאה קורלציה הפוכה בין מספר הזבובים לשעות היום, והמספר הנמוך ביותר נמצא בשעות החמות. לאוכלוסית הסוסים בשמורת דוניינה היו פחות טפילים פנימיים יחסית לסוסים אחרים החיים בבר. עם זאת, מספר הזבובים עליהם היה גבוה, ופרטים אחדים הותקפו באופן עקבי על ידי זבובים רבים יותר. עיקר ההתנהגות להמנעות מטפילים חיצוניים היתה פסיבית - עמידה ליד ובתוך מים רדודים. אנו מעריכים שההיסטוריה הארוכה של זן זה בסביבת דוניינה, אזור הנתון להצפות והיוצרות ביצות בחורף, עשויה היתה לתת יתרון לסוסים בעלי עמידות גבוהה להתקפות זבובים מוצצי-דם. מחקר זה מדגיש את הצורך בהבנה מעמיקה של הטפילים הפנימיים והחיצוניים על בעלי-חיים מושבים ויש לקחת את הטפילים בחשבון כשבאים לבחור פרטים להשבה.



## מערכת ההדרכה כחוליה בשרשרת אמצעים להתמודדות עם מזיקים בחקלאות

שמעון ביטון

שרות ההדרכה והמקצוע (שה"מ), משרד החקלאות

[shibiton6@gmail.com](mailto:shibiton6@gmail.com)

מדריכי שירות ההדרכה במשרד החקלאות פרוסים בכל ענפי הצומח השונים ברחבי הארץ. הם מתמחים במזיקים ובמחלות בירקות, בגידולי שדה, בפרחים ובמטעים. המידע זורם בין החקלאים ובינם לבין המדריכים והפקחים. מידע שכזה מועבר באמצעות הווצאפ, הדואר האלקטרוני ובמפגשים אישיים. אבחון פגעים בד"כ נעשה באמצעות קבוצות ווצאפ ייעודיות כגון פורום מדריכי הגנת הצומח (הגה"צ) בשה"מ או פורום הגה"צ במטעים ובירקות בין מדריכים, חוקרים, פקחים ואנשי חברות ההדברה. מידע מצולם עובר בין הגורמים השונים באופן מקוון לכל החברים כך שאבחון והמלצות לטיפול מסופקים באופן שוטף לחקלאים. כאשר נתקלים בפגע שאינו מוכר מועברת הדוגמא לחוקר הרלוונטי בגופים המוסמכים. על מנת להתאים באופן מיטבי את חומרי ההדברה לממשק המזיקים ולמנוע התפתחות עמידות גם כן קיים שיתוף פעולה עם גופי המחקר. במסגרת פעולה זאת מתבצע מעקב רציף אחר רגישות המזיקים לקוטלי החרקים. על בסיס שיתופי פעולה אלה מתאפשרת הגדרת הבעיות וכתירת פרוטוקולים להדברת פגעים שונים וכך גם תגובה מהירה לבעיות שמתעוררות בשטח.

## שיפור היעילות של 'קריפטקס' - תכשיר וירוס להדברת עש התפוח המדומה במטעים ובפרדסים באמצעות תוסף כל-פיקס

שאול בן-יהודה<sup>1</sup>, מעין גולני<sup>2</sup>, מנשה לנג<sup>2</sup>, לילי מונדקה<sup>3</sup>, לאה סלע<sup>4</sup> וריקרדו ברעם<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שה"מ, <sup>2</sup>חברת לוכסמבורג תעשיות,  
<sup>3</sup>המחלקה לכימיה מדעי החיים, מכללת ספיר, שער הנגב, <sup>4</sup>הדב"מ - מושבות השומרון,  
<sup>5</sup>פקח מזיקים - שפלה וחוף הדרומיים

[shaul\\_by@k-h.org.il](mailto:shaul_by@k-h.org.il)

התעצמות הבעיה של עש התפוח המדומה בשנים האחרונות בארץ, חייבה בדיקת יעילותם של מספר אמצעי הדברה שונים, העשויים לשמש (או להיות מיושמים) בממשק ההדברה המשולבת של המזיק במספר מיני פירות אותם הוא תוקף. אחד מהתכשירים שנבדקו הוא התכשיר הביולוגי Cryptex (תוצרת חב' אנדרמט, שוויץ), המבוסס על הוירוס *Cryptophlebia leucotreta granulovirus* (CrleGV) הנמצא בשימוש נרחב בפרדסים בדרום אפריקה להדברת עש התפוח המדומה.

בניסויים מוקדמים שהתבצעו במהלך השנים 2013 – 2015 בחלקות עצי הדר ובגידולים נוספים בארץ, הוכחה יעילותו של התכשיר קריפטקס בהדברת העש ובעקבותיהם התכשיר קיבל רישוי שאיפשר שילובו כאמצעי נוסף בממשק ההדברה הכולל כנגד העש.

ניסיון מוקדם במשך עשרות שנים, מצביע על תוצאות הדברה משופרות של מגוון עשים בגידולי מטע וכרם באמצעות תוספת של חומרים מדביקים כגון, כל-פיקס ואחרים לתכשירים ביולוגים ידועים, בעיקר כאלו המכילים בצילוס טוריינגיניזיס (*Bacillus thuringiensis*). גורם זה הניע אותנו לבחון גם את האפשרות לשפר את יעילות ההדברה של התכשיר הביולוגי החדש (קריפטקס) באמצעות התוסף הנ"ל.

במספר ניסויים מוקדמים שערכנו בשנים 2015-2016, בחלקות רימון ואפרסמון, ובהמשך גם בניסוי מעבדה עם פירות הדר ואבוקדו, אכן נמצא שהוספת הדבק כל-פיקס לתכשיר קריפטקס, שיפרה ב - 31% בממוצע את יעילותו של תכשיר הווירוס בהדברת עש התפוח המדומה, בהשוואה לתכשיר הווירוס לבדו. בעקבות ממצאים אלו נעשה ב 2017 שינוי ייחודי בתווית תכשיר הקריפטקס בארץ להדברת עש התפוח המדומה, המחייב שילובו עם הדבק כלפיקס, בכל הגידולים שבהם הוא מורשה.

ממצאי העבודה הנוכחית, מעודדים להעמיק את המחקר בהקשר לאופן פעילות התוספים האפשריים והשפעתם על שיפור יעילות ההדברה באמצעות תכשירי וירוס ומגוון תכשירים ביולוגים נוספים.

## השפעת תנאי האקלים על תעופת תריפס הטבק באזורים גאוגרפיים שונים

דוד בן-יקיר<sup>1</sup>, מיכאל חן<sup>1</sup>, מלאני דוידסון<sup>2</sup> ורוב ואן טול<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> מינהל המחקר החקלאי, המכון להגנת הצומח, מרכז וולקני  
Melanie Davidson, Plant & Food Research, Lincoln, New Zealand <sup>2</sup>  
Rob van Tol, WUR, Wageningen, The Netherlands <sup>3</sup>

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

לימוד תהליך ההגירה של חרק מזיק בזמן ובמרחב, והבנת הגורמים הסביבתיים שמשפיעים עליו, תורם להבנת הביולוגיה והאקולוגיה שלו ועשוי לסייע לשיפור ההתמודדות עם המזיק. תריפס הטבק *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) הוא מזיק ומעביר מחלות רב-פונדקאי שגורם לנזקים כלכליים לגידולים חקלאיים בחלקים נרחבים של העולם. אוכלוסיות גדולות של תריפס הטבק מתפתחות בגידולים חקלאיים (בעיקר בצל ושום) וכשהם מתייבשים בסוף עונת הגידול הם מהגרים בחיפוש פונדקאים חילופיים. בוגרי התריפס חיים 2-3 שבועות ורובם מסוגלים לשרוד רק כ-6 שעות ללא מזון. התריפסים הם חרקים זעירים בעלי כנפיים מנוצות שעפים במהירות נמוכה של 0.5-1.0 קמ"ש. עד כה דווח שרוב התריפסים לא ממריאים כאשר מהירות הרוח גבוהה מ-4 קמ"ש. יש מעט דיווחים על טווח תעופתם של בוגרי תריפס הטבק והוא נע בין כ-35 מ' ביום לכ-4 ק"מ במהלך כל חייהם. לימוד התעופה של תריפס הטבק נערך בשדות פתוחים בצפון ישראל, בצפון מדינת ניו-יורק ובאי הדרומי של ניו-זילנד באמצעות מלכודות עמוד שעליהן מדבקות דביקות. תעופת התריפסים היתה בשעות האור בלבד (ללא קשר לעוצמת הקרינה) ומירב הלכידות היו בגובה של בין 0.5-1.5 מ' מעל פני הקרקע, בטווח טמפרטורת של 21-28 מ"צ וכשמהירות הרוח היתה נמוכה מ-5 קמ"ש. בישראל תנאים אלה אופייניים לשעות הבוקר באביב בקיץ ובסתיו ואכן רוב התריפסים (85%) נלכדו בין השעות 7:00 ל-11:00. במדינת ניו-יורק בקיץ תנאים אלה אופייניים לשעות אחר הצהריים המאוחרות ושם רוב התריפסים נלכדו בשעה שלפני השקיעה. בניו-זילנד בקיץ תנאים אלה נדירים יחסית ואינם בזמן קבוע ביום. להפתעתנו גילינו שבניו זילנד נלכדו בסוף ינואר (קיץ) תריפסים רבים גם כשמהירות הרוח היתה 18-24 קמ"ש, הגבוהה בהרבה מהסף המקובל. שימוש במלכודות דבק עם צבע מושך (כחול או צהוב) שהורכבו על שבשבת הראו שכאשר מהירות הרוח נמוכה מ-5.0 קמ"ש רוב התריפסים (70%) עפו באופן פעיל אל המלכודת במעלה הרוח ומספר התריפסים שנלכדו במלכודות בעלות צבע מושך היה גבוה פי 2 עד 3 בהשוואה למלכודות בלי צבע. לעומת זאת, כשמהירות הרוח היתה גבוהה מ-8.0 קמ"ש רוב התריפסים (90%-100%) נלכדו בצד שממנו נשבה הרוח ומספר התריפסים שנלכדו במלכודות עם או בלי צבע היה זהה. ממצאים אלה מעידים שברוח שמהירותה מעל 8.0 קמ"ש התריפסים הגיעו אל המלכודת באופן פסיבי. הממצאים מעידים שאוכלוסיות גאוגרפיות שונות של תריפס הטבק מתאימות עצמן לתנאי התעופה המיטביים בסביבתם. נראה שבהעדר תנאים מיטביים, התריפסים ימריאו גם כאשר נושבות רוחות חזקות שעשויות להסיען באופן פסיבי לטווחים ארוכים.

## תוכנית משק-טק כמודל לחינוך במאה ה-21

אבי בן שמעון

[avib.shimon@gmail.com](mailto:avib.shimon@gmail.com)

מערכת החינוך הקיימת שנבנתה והותאמה בצורה מיטבית לצורכי האנושות שנגזרו בעיקר מתקופת המהפכה התעשייתית, מבוססת בעיקרה על הקניית ידע. כיום אנו נמצאים בפתחו של עידן טכנולוגי, דינמי, ומשתנה המחייב להעביר חלק מהמערך החינוכי בבתי הספר לכיוון של פיתוח יכולות נוספות כגון למידה עצמית, שיתוף ועבודת צוות, חקר ועיבוד מידע, גמישות מחשבתית ויכולת הסתגלות תודעתית לשינויים התכופים. ההיבטים הייחודיים המתלווים לתהליך יזמות ככלל, ולתהליך יזמות בתחומי המדע והטכנולוגיה בפרט, מהווים את פלטפורמת הלימוד וההכנה הקרובים ביותר למציאות עתידית זו. מטרתה המרכזית של תוכנית משק-טק להקנות ולפתח אצל התלמידים ערכים, הרגלים, מיומנויות והיבטים תודעתיים הנחוצים להתמודדות מוצלחת בעולם העתידי, הרב גוני והמשתנה אליו נעה האנושות במאה ה-21. כנגזרת ישירה של מטרה זו, עוסקת התוכנית בפיתוח והגשמה של מיזמים טכנולוגיים מדעיים חדשנים בתחום ההיטק החקלאי, בשיטה של לימוד מכוון מטרה שבו למעשה המיזם מהווה את הכוח המניע לתהליך הלמידה. רק חדשנות אמיתית יכולה להציב מטרה היכולה לדמות באופן מיטבי עבור התלמידים וצוות החניכה את שנדרש לעבור, להתמודד וללמוד בדרך להגשמתו של מיזם. על פי תפיסה זו, הן המורה והן התלמיד פוסעים יחדיו בתהליך למידה משותף אותנטי ואמיתי. במסגרת התוכנית פיתחו עד היום תלמידי משק-טק מגוון מיזמים מבטיחים בתחומי הניטור וההתמודדות עם מזיקים בחקלאות ובתחומי ההשקיה והחיסכון במים, מיזמים אשר זיכו אותם זו השנה השלישית ברציפות במקומות הראשונים בתחרות וולקניביישן השנתית לבתי הספר שעורך מכון וולקני והעוסקת בחדשנות חקלאית.

## השפעת מרעה בקר על הרכב אוכלוסיית החיידקים בזחלי דובון הקורים

טלי ברמן<sup>1</sup>, סיון לביאד-שטרית<sup>1</sup>, מלכה הלפרן<sup>1,2</sup>, ומשה ענבר<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה  
<sup>2</sup>החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה קמפוס אורנים, קריית טבעון

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

לפרסתנים גדולים השפעה ניכרת על המבנה והתפקוד של מערכות מרעה. אכילת כמות רבה של חומר צמחי, הפרשת צרכים והרמיסה שלהם משפיעים על מגוון הצומח והחי, פיזור הנוטריינטים והתכונות הכימו-פיזיקליות של הקרקע. מחקרים רבים מצאו שפרסתנים משפיעים באופן ניכר גם על הרכב אוכלוסיית החיידקים בקרקע ובצמחים (ריזוספרה), אך לא ברור האם וכיצד הם משפיעים על אוכלוסיית החיידקים בבעלי חיים אחרים בבית הגידול. במחקר זה בדקנו את הרכב החיידקים בזחלי דובון הקורים (*Ocnogyna loewii*), הנפוצים בישראל במיוחד באזורי מרעה בקר. הניסוי התבצע בחוות כרי דשא, בחלקות מחקר ארוך-טווח, עם וללא מרעה בקר (3 חלקות מכל סוג). זחלים נדגמו בשתי נקודות זמן בדרגה ראשונה וחמישית. בנוסף, נלקחו גם דגימות קרקע וגללים בנקודות זמן אלו. DNA הופק מהדגימות והגן ל-16S rRNA רוצף בשיטת אילומינה. סה"כ נמצאו 5,064,388 רצפים אשר סווגו ל-7439 OTU's, המשתייכים ל-625 סוגי חיידקים ושבע מערכות (Phyla) עיקריות. נמצא הבדל משמעותי בהרכב החיידקים בין הקבוצות השונות (זחלים, קרקע וגללים) ללא קשר לנוכחות מרעה. הרכב אוכלוסיית החיידקים בזחלים הצעירים (דרגה ראשונה) בחלקות השונות היה דומה, אולם הרכבם בזחלים בוגרים בחלקות המרעה היה שונה באופן משמעותי מהזחלים שהתפתחו בחלקות ללא מרעה. בנוסף, נמצאו הבדלים משמעותיים בהרכב החיידקים בין שלבי ההתפתחות השונים של הזחל. בזחלים הבוגרים נמצא חיידק שהוא ככל הנראה סימביונט מהסוג *Carnobacterium*. מחקר זה מלמד שבנוסף להשפעתם הרבה על מערכות מרעה, יש לפרסתנים השפעה עקיפה גם על הרכב החיידקים בחרקים שבסביבתם.

## שיתופי פעולה של פקחים כחוליה מקשרת בין השטח למחקר להתמודדות עם פגעים בחקלאות

אבי גולדשטיין, לאה סלע  
המיזם להדברה ידידותית לאדם ולסביבה, מושבות השומרון

[Avi.goldstien@gmail.com](mailto:Avi.goldstien@gmail.com)

עם המעבר לשיטות הדברה ידידותיות ושימוש בחומרים חדשים וצרי פעולה, "מרימים ראש" מחלות ובעיקר מזיקים שבעבר לא היוו בעיה. הפקח מהווה חוליה המקשרת בין השטח החקלאי והמחקר. מחד, הוא מזהה ומציף בעיות שונות בהגנת הצומח העולות תוך כדי עבודה לפתחם של החוקרים למתן מענה ופתרון, ומאידך מעביר ומטמיע את הידע הנרכש במחקר אל החקלאים.

שיטת העבודה של הפקחים היא ביקור בחלקות אחת לשבוע לצורך מתן המלצות לטיפול במגוון המזיקים והמחלות, ואת הממצאים מזינים למערכת ממוחשבת אזורית לניהול מזיקים ומחלות.

מקצועיות הפקח באה לידי ביטוי ביכולתו להבחין ולהעריך את כלל המזיקים והמחלות בחלקה. עם סיום הביקור, על הפקח לדעת מהם האיומים על החלקה, להעריך את פוטנציאל הנזק בהתאם למצב החלקה הפנולוגי והבריאותי ולהמליץ למגדל על הטיפול המתאים, במידה ויש בו צורך.

מגוון האמצעים בהם יכול הפקח להשתמש רבים, החל מהנחיה לטיפול בריסוס התכשיר על פני כל החלקה, טיפול רק בחלק מהחלקה ולעיתים בעצים בודדים בלבד. הטיפול יכול להיות ריסוס, פיזור לכידה המונית, פיזור בלבול זכרים, פיזור אויבים טבעיים או טכניקות גידוליות כמו הגבהת שמלת העץ, או שמירה על עשביה בין שורות בחלקה או בשוליה.

יתרונות מערכת הניהול הממוחשבת הם לאפשר לפקח הראשימדרוך, להבין את ההתרחשות במרחב כולו ולהפעיל שיקול דעת במתן הנחיות הטיפול, בהתאם לעוצמה וחומרת התפשטות המזיק או המחלה במרחב.

הפקחים במיזם עובדים כצוות, מקיימים פגישות תקופתיות, קשר טלפוני רצוף ומשתמשים בקבוצת וואטסאפ פעילה. הצוות מקיים מפגשים עם נציגי חברות ההדברה בנוגע לחומרים חדשים והשיטות ליישומם.

הקשר של הפקחים עם המחקר נמצא בשני הכיוונים, מהמחקר לשטח ומהשטח למחקר, הפקחים שותפים לעיתים לעבודות החוקרים, ובמקרים רבים שותפים לעבודות רישוי של תכשירים יחד עם חברות ההדברה.

הממצאים החדשים העולים מהמחקר מועברים לצוות הפקחים ע"י החוקרים, מדריכי שה"מ, דרך פגישות הצוות ובכנסים מקצועיים. מהשטח למחקר עולות בעיות של התמודדות עם פגעים, מזיקים ומחלות שלא קיבלו התייחסות נאותה עד היום.

העברת הידע מהמחקר אל החקלאים מתבצעת בצורה מוצלחת הודות לשיתוף הפעולה ההדדי בין הפקחים, החוקרים והחקלאים.

## השוואת דגם ההתנהגות הטרום-הזדווגותית (pre-copulatory) בין שני מופעי הקיצון בארבה המדברי בדגש על ברירה זוויגית

יפתח גולוב<sup>1</sup>, אלי הררי<sup>2</sup>, אמיר אילי<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב, <sup>2</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני

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

תופעת שינוי המופע תלוי-הצפיפות היא מאפיין מרכזי בבילוגיה של הארבה המדברי (*Schistocerca gregaria*); מופעי הקיצון הם המופע המתלהק (גרגרי), האופייני לאוכלוסייה בצפיפות גבוהה, והמופע הבודד (סוליטרי) האופייני לאוכלוסייה בצפיפות מאוד נמוכה. המעבר בין שני מופעי הקיצון מלווה בשינוי דרמטי בתכונות שונות, כולל מורפולוגיה, ביוכימיה, התנהגות, ועוד. למרות המאמץ המחקרי הרב שהוקדש לחקר אספקטים רבים של תופעת הארבה, בחינת הבדלים-תלויי מופע בהתנהגות המינית הייתה מאוד מצומצמת. מחקר זה התרכז בבחינת אינטראקציות בין הזוויגים במהלך ההתנהגות הטרום-הזדווגותית בשני המופעים. מהלך הניסוי כלל תצפיות בהתנהגות זוגות (זכר ונקבה מאותו המופע) של פרטים בוגרים בתולים בשני המופעים. תיעוד ההתנהגות נעשה בעזרת מצלמת וידאו SONY HDR-PJ820E באיכות HD בשילוב תוכנת מעקב לוגריתמית BORIS המאפשרת מעקב ברזולוציה גבוהה (Fram by Fram). מהתוצאות עולה כי כל אחד משני המופעים מציג דגם ייחודי של אינטראקציה מינית המובילה להזדווגות; עיקר ההבדלים נמצאו בשלב המקדים לרכיבת הזכר על הנקבה: הזכרים הגרגרים מתאפיינים בדומיננטיות, בחיזור מינימלי ובניסיונות הזדווגות בדרך של התקפות פתע על הנקבות הגרגריות. לעומתם הזכרים הסוליטרים מראים מרכיבי חיזור רבים (בעיקר צרצורים) וככלל 'כנועים' יותר ביחסם לנקבות הסוליטריות. ההבדלים העיקריים שנמצאו בהתנהגות הנקבות משני המופעים קשורים בנטייה של הנקבה לדחות את הזכר; הנקבות הגרגריות דחו את הזכר באופן ברור כשהן מתרחקות ממנו בהליכה או קפיצה ונראה שבמופע זה הדחיה הינה מרכיב מרכזי בבחירת הזכר. לעומתן, הנקבות הסוליטריות צרצרו בעת המפגש עם הזכרים ונטו פחות להתרחק. ההבדל בהתנהגות המינית של שני המופעים מצביע על התאמות ספציפיות הנגזרות מהתנאים האקולוגיים ואורח החיים השונים של הארבה המדברי בשני המופעים. ממצאים אלו מהווים נדבך נוסף בהבנת השינויים הדרמטיים המהווים ומלווים את תופעת שינוי המופע תלוי-הצפיפות בארבה ומעלים שאלות חדשות למחקר עתידי.

## שחזור ההיסטוריה הביוגיאוגרפית של דבורים מקבוצת הדבורים המחושיות – עולים חדשים מתקופת המיוקן

אחיק דורצ'ין<sup>1,2</sup>, Margarita López-Urbe<sup>3</sup>, Bryan Danforth<sup>1</sup>, Terry Griswold<sup>2</sup>, Christophe Praz<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Entomology, Cornell University, Ithaca, NY 14853; <sup>2</sup>USDA-ARS Bee Biology & Systematics Laboratory, Utah State University, 5310 Old Main Hill, Logan, UT 84322-5310; <sup>3</sup>Department of Entomology, Pennsylvania State University, Center for Pollinator Research, University Park, PA 16802, USA; <sup>4</sup>Institute of Biology, University of Neuchâtel, Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel, Switzerland

[adorchin@campus.haifa.ac.il](mailto:adorchin@campus.haifa.ac.il)

דבורים מחושיות מהשבט Eucerini מהוות קבוצה גדולה במשפחת הדבוריים (Apidae) וכוללות מאביקים ראשיים של צמחי בר וחקלאות ברוב חלקי העולם. על אף חשיבותן האקולוגית, רק לאחרונה שוחזרו היחסים הפילוגנטיים בקבוצה והוצעה שיטת מיון חדשה לסוגים המבוססת על אנליזות מולקולריות ומורפולוגיות מקיפות עם נציגים מכל חלקי העולם. מיני מחושיות קרובים הנפוצים כיום באיזורים הפליארקטי והניארקטי מעידים על מעבר פאונה שהתרחש בעבר בין העולם הישן והעולם החדש. במחקר זה אנו עושים שימוש בפילוגנזה מולקולרית על מנת לשחזר את אזורי התפוצה ההיסטוריים ואת ההיסטוריה הביוגיאוגרפית בקבוצת הדבורים המחושיות.

אנליזת תארוך בייסיאנית בעזרת התכנה BEAST מצאה שקבוצת הדבורים המחושיות הופיעה לראשונה באיזור הניארקטי במהלך האוליגוקן המאוחר ונפוצה פעמיים לעולם הישן. המעבר הראשון התרחש כנראה לפני 24.2 – 16.6 מליון שנה בקבוצה של דבורים המותאמות לאקלים חם ונפוצות כיום באזורים חמים של העולם הישן, והשני לפני 13.9 – 12.3 מליון שנה בקבוצה של דבורים המותאמות לאקלים קר ונפוצות כיום בחלקים קרים של האזור הניארקטי. המחקר שלנו מדגיש את החשיבות של הגשר היבשתי בברינגיה כמסדרון מווסת אקלים למעבר של דבורים.



## דיכוי קולטן ריח באמצעות תרכובת נדיפה אורגנית כבסיס לתכשיר דוחה יתושים בלתי רעיל וארוך טווח

אמיר דקל ויהונתן בוחבוט

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

[amir.dekel1@mail.huji.ac.il](mailto:amir.dekel1@mail.huji.ac.il)

יתושים נחשבים למזיקי הבריאות החמורים בעולם לאור יכולתם לשאת ולהעביר גורמי מחלות קשים לבע"ח ואדם. הם גם מהווים מטרד כבד לכל הנמצאים בסביבתם. כיום, מרבית תכשירי הדחיה נגד יתושים פועלים בתחום מוגבל ולמניעת עקיצות בלבד ואינם דוחים אותם לטווח מרחק ארוך. כמו כן, התכשירים המשפיעים בקנה מידה רחב רעילים מאוד. מכאן, נדרש לפתח תכשיר דחיה הפועל בקנה מידה רחב ושינינו רעיל. מטרת עבודתנו הייתה לזהות תרכובת נדיפה טבעית ושיאנה רעילה בעלת יכולת לשבש את פעילות מערכת החישה של היתוש ממרחק רב. בהתבסס על הידע הפרמקולוגי שנצבר על קולטני ריח, זיהינו תרכובת ריח שחוסמת פעילות קולטן ריח ואף מביאה להיפוך מוליכות. נעזרנו בשיטת Two-Electrodes Voltage Clamp לחקירת פעילותה המרתקת של תרכובת ריח זו והשפעותיה המפתיעות על פעילות הקולטן. תוצאות המחקר מעידות על אפשרות ליצור תכשיר דוחה יתושים בלתי רעיל וארוך טווח המבוסס על תרכובת אורגנית טבעית ונדיפה. ניסויי התנהגות בהמשך יבארו את יעילותה של תרכובת זו.

### **Odorant Receptor Inhibition by Volatile Organic Compound Unlocks the Possibility for Non-Toxic Spatial Mosquito Repellency**

Amir Dekel and Jonathan Bohbot

Department of Entomology, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University

[amir.dekel1@mail.huji.ac.il](mailto:amir.dekel1@mail.huji.ac.il)

Mosquitoes are considered the world's deadliest animals and with little contest, are the most annoying pests. Most repelling agents, keeping their bites at bay, have a limited range of action and those with spatial activities are toxic to mosquitoes. These are some of the reasons a spatial and non-toxic repellent is desirable. The aim of our study was to identify a natural and non-toxic volatile compound susceptible to interfere at a distance with the olfactory system of mosquitoes. Using our knowledge of odorant receptor pharmacology, we have identified an odorant that blocks and even reverse the conductivity of a mosquito odorant receptor. We have used the Two-Electrodes Voltage Clamp of *Xenopus* oocytes expressing this mosquito odorant receptor to investigate this exciting new compound and its surprising effects on receptor function. Our findings suggests that long-range repellency, based on a volatile natural organic compound, can be achieved provided we can demonstrate its efficacy at the behavioral level.

## הדינאמיקה העיתית והמרחבית של עש התפוח המדומה *Thaumatotibia leucotreta*

נוה הרצנו-גל<sup>1</sup>, משה קול<sup>1</sup>, יפית כהן<sup>2</sup>, איתן גולדשטיין<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>אגרואקולוגיה, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית  
<sup>2</sup>המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני

[Nave.hertzano@mail.huji.ac.il](mailto:Nave.hertzano@mail.huji.ac.il)

עש התפוח המדומה (*Thaumatotibia leucotreta*) (Lepidoptera: Tortricidae) (בעבר *Cryptophlebia leucotreta* Meyer), להלן עת"מ, הוא מזיק רב פונדקאי אשר מבוסס בישראל ובאפריקה, יבשת המקור שלו. העש הוא מזיק הסגר במדינות רבות ונכחותו הפוטנציאלית מהווה איום חמור על יצוא פירות מישראל. הנזקים העיקריים הנגרמים על-ידי העש הם במטעי רימון אך נגיעות משמעותיות נצפתה גם בהדרים, אבוקדו, אפרסמון, גויאבה ומקדמיה. מאז הגעתו לישראל בשנות ה-80 עיקר המידע אודות פעילותו העונתית של המזיק, התנהגותו במרחב המטעים והעדפות הפונדקאים השונים במהלך עונת הגידול נובע מידע מומחים בתחום המזיקים וטרם בוצע מחקר הבוחן סוגיות אלו בקנה מידה רחב היקף. במחקר הנוכחי נעשה שימוש במסד נתונים המכיל נתוני פיקוח מזיקים רב-שנתי (2016-2013) עבור המזיק במספר גידולים. באמצעות נתוני הפיקוח המרחביים ובגישת האקואינפורמטיקה נעשה ניסיון לענות על שלוש שאלות מרכזיות: 1- מהי התפוצה המרחבית של המזיק בין פונדקאים, 2- האם יש מתאם בין שימושי הקרקע בסביבת המטעים לנגיעות בהם ו-3- מהי ההשתנות העונתית של המזיק בין הפונדקאים השונים. לשם בחינת שאלות המחקר הראשונה והשנייה, לאחר סידור וטיוב הנתונים נוצרו שכבות שנתיות של נגיעות בסביבת מערכת מידע גיאוגרפית (ArcGIS) ונערכה השוואה בנתוני נגיעות בין חלקות לאיתור דפוסים מרחביים באזורי משנה מוגדרים. בנוסף לנתוני הפיקוח מהחלקות, נעשה שימוש בשכבת חלקות חקלאיות של משרד החקלאות לשם השלמת אזורי ריקים במפה ויצירת בסיס נתונים מרחבי אחיד. שאלת המחקר השלישית נבחנה באמצעות ניתוח נתוני הנגיעות הרב שנתיים ויצירת גרפים המתארים את העדפות הפונדקאים של המזיק על פני זמן. ניתוח הנתונים המרחביים מרמז על השפעת מרחק מישוב על נגיעות ביצים בחלקות גויאבה והדרים כתלות בזמינות פירות בגידולים הללו. בנוסף, נמדדה השפעה חיובית של שטחי ההדרים והאנונה על נגיעות ביצי עש בחלקות רימון סמוכות. ניתוח נוסף הראה כי יתכן וישנה השפעה של מרחק חלקות ההדרים מחלקות רימון על רמת הנגיעות בהן. תיעוד ההשתנות העונתית של העש בחלקות מסחריות באזור המחקר מראה כי בגידולים המהווים פונדקאים, הזמנים בהם צפוי למצוא את העש עוקבים זה לזה. כך למשל, נוכחות ביצים בפרי במטעי אפרסמון היא מקסימאלית בחודש אוגוסט, ברימון והדרים בחודש ספטמבר ובגויאבה בחודש אוקטובר. לא מן הנמנע שהגידולים השונים מועדפים יותר על-ידי המזיק בסמוך להבשלת הפרי. ניתוחים נוספים מסוג זה יועילו לאפיון דינמיקה של מזיקים במרחב ובזמן ויש לנסות להרחיב מאגרי נתונים ולכלול בהם מזיקים נוספים.

## מן הטבע לתוצאות המחקר - מה אנחנו מפסידים בדרך?

ורה אלביץ, שני-ניני ולקר, ניל שרטקליף,  
אוניברסיטת ריין ואל, קלווה, גרמניה

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

אורגניזמים מורכבים בדרך ספציפית ומדויקת למטרת תפקודם ולעתים קרובות הם בעלי תכונות רבות שהן התגובה להשפעות סביבתיות שונות. במבט על אורגניזם כמערכת, תכונותיהם ותפקודיהם קשורים זה לזה ואינם משרתים רק צורך בודד אחד, אלא פועלים בדרכים רבות יחידיו. כאשר עושים מחקר ביוני / ביומימיקרי יש לקחת זאת בשיקול ולנסות להגיע לתנאים הקרובים כמה שיותר למצב הטבעי בכדי לא לאבד פרמטרים אשר יכולים לאבד בדרך או לחילופין להבין כי מהות החומר משתנה למשל אם מדובר באורגניזם חי או מת. מצב זה יתכן וברור לבעלי ידע בתחומי מדעי הטבע, אך סבירות גבוהה כי יהיה זר למי שאינו בעל הידע המתאים. בדרך זו, קשה ללכוד ולהעתיק את התכונה הרצויה בצורתו הטבעית לטכנולוגיות מתקדמות בצורה מושלמת היות והמחקר חסר. בנוסף ההיבט המוזכר מעלה הינו רק חלק מהמסע שבו מועבר רעיון טכנולוגי יישומי שנלקח בהשראה מהטבע. פן נוסף חשוב לא פחות הוא ההיסטוריה האקדמית ודרך הביטוי בד"כ דרך נוסחאות מתמטיות המתארות פעמים את האספקט הספציפי בצורה שאינה יכולה להכיל את האספקט של המכלול הכולל. השפעה על התוצאות מובאת לידי ביטוי דרך מחקר הבודק יכולת עמידותם של כנפי שפיריות ופרפרים המתוארים בספרות כדוחי מים באופן מלא. השאלה שנשאלה היתה שאם הדבר הינו נכון מדוע אין אנו רואים אותם עפים בגשם? על כך נתקבלה תשובה אשר אותה נחלוק בכנס.

## השבחה להתנהגות הגיינית בדבורת הדבש *Apis mellifera* תוך התחשבות בדרכי הרבייה, המבנה החברתי והגנטי

רעיה זלצר<sup>1,2</sup>, פז כהנוב<sup>1</sup>, שלומה פרנקין<sup>1</sup>, יוסי קמר<sup>1</sup>, אליה זידמן<sup>1</sup>, אברהם חפץ<sup>2</sup> וויקטוריה סורוקר<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון  
<sup>2</sup>המחלקה לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב

[rya3683@gmail.com](mailto:rya3683@gmail.com)

דבורת הדבש האירופאית (*Apis mellifera*) נפגעת מתחלואת רבות אשר ככול הנראה מהוות מרכיב מרכזי בתופעת קריסת כוורת (CCD). התנהגות הגיינית, בדבורי הדבש היא אחת המנגנונים העיקריים התורמים לצמצום התפשטות מחלות וטפילים במושבה. משום כך, לטיפוח להתנהגות ההיגינית יש ערך רב בממשק הדבוראות. יחד עם זאת, השבחת דבורי דבש הינה שונה מזו של בעלי חיים אחרים בשל מספר מאפיינים: דבורת הדבש היא חרק חברתי (הפנוטיפ נבחן ברמת האוכלוסייה ולא ברמת הפרטים המתרבים). המלכה מזדווגת עם מספר זכרים - polyandrous (מכך שהאוכלוסייה מגוונת מבחינה גנטית). המבנה הגנטי של דבורת הדבש הינו הפלו-דיפלואידי (כך שהפרטים המתרבים, מלכה וזכרים, הם בעלי יכולות הורשה שונות). כדי לבחון את השונות הגנטית של הפנוטיפ ההיגיני הנישא ע"י שני הזוויגים בצענו מספר סדרות של הזרעות מלאכותיות בין מתרבים שמקורם מאוכלוסיות בעלות מופע היגיני קיצוני ועקבי (היגינה גבוה ונמוכה). השווינו בין מלכות שעברו הזרעה מלאכותית והפריה טבעית. תוצאות עבודתנו מראות כי תרומה גנטית של הזכרים ( $h^2=0.29$ ) להתנהגות ההיגינית גדולה יותר מתרומת המלכות ( $h^2=0.11$ ). כאשר ישנה סלקציה לשני הזוויגים ניתן להגיע לתורשתיות ( $h^2$ ) של 0.86. למיטב ידיעתנו זהו ערך התורשתיות הגבוה ביותר שתועד להתנהגות זו. ממצעינו עולה שמערכת הניסוי שלנו יכולה לשמש כבסיס להשבחת דבורים להתנהגות הגיינית. יתרה מזו מצאנו כי מלכות מופרות טבעית נוטות לאבד את ערכי התורשתיות שלהן ביחס למלכות מוזרעות. מכך אנו מסיקים שלזכרים באוכלוסייה הטבעית יש ערך גנטי רב ויש להתייחס לרקע האוכלוסייה המקומית בעת טיפוח לתכונה.

## דגמי הונטילציה הנמצאים בבסיס הנשימה הבלתי רציפה בחגבים

סתו טלל<sup>1</sup>, ערן גפן<sup>2</sup> ואמיר אילי<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>בית ספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב. <sup>2</sup>החוג לביולוגיה, אוניברסיטת חיפה-אורנים

[stav.talal@gmail.com](mailto:stav.talal@gmail.com)

דגם הנשימה הבלתי רציפה בחרקים (discontinuous gas exchange – DGE) נחקר רבות כבר יותר מ-60 שנה. DGE מכיל שלוש פאזות בהתייחס למצב/פעילות פתחי הנשימה (ספירקולי): close phase (סגור), flutter phase (פתיחה וסגירה מהירים) ו-open phase (פתוח). חלוקת מחזור ה-DGE נעשתה למעשה על-ידי ניטור פליטת CO<sub>2</sub> שכן ניטור מצב הספירקולי נעשה לעיתים רחוקות. בנוסף לכך, ניטור ישיר של הספירקולי, כאשר נעשה, התמקד בגלמי פרפראים בדיאפאזה. בניגוד לחילוף הגזים בגלמים אשר רובו נעשה בדיפוזיה, חרקים אחרים כמו החגבים (וביניהם מיני הארבה) משתמשים בהסעה אקטיבית בטרכיאות לצורך חילוף גזי הנשימה. בעבודה הנוכחית פיתחנו טכניקה חדשה לניטור מצב הספירקולי ופעילות ונטילציה במקביל לניטור קצב פליטת CO<sub>2</sub>. ביצענו הקלטות EMG (electromyogram) מהשריר הסוגר של הספירקולי בחזה ובבטן ומשרירי הונטילציה של הסגמנט השלישי בבטן בארבה המדברי (*Schistocerca gregaria*), תוך שימוש ב-open through respirometry. נמצאו שני דגמי ונטילציה, מהירה, בזמן ה-open phase ואיטית, כאשר הספירקולי סגורים. בזמן ה-open phase, כאשר קצב פליטת ה-CO<sub>2</sub> הוא הגבוה ביותר, פעולת הספירקולי (פתיחה/סגירה) בחזה היתה מתואמת, באותה הפאזה, עם הונטילציה והפוכה לפעילות פתח הנשימה האחרון בבטן, מה שיצר זרימת אויר חד-כיוונית דרך הטרכיאות. בנוסף, תדירות הונטילציה המהירה ירדה בזמן ה-open phase, בעיקר בחציו השני, עובדה המצביעה על תלות תדירות זו ברמת ה-CO<sub>2</sub> במערכת הטרכיאות. דגם הונטילציה האיטית, הראה שונות בין הפרטים והתאים להיפותזה לפיה נועד לערבל את תכולת הגזים בטרכיאות ולתמוך בדיפוזיה יעילה של גזי נשימה אל ומהרקמות כשפתחי הנשימה סגורים. דגם flutter, שאינו מופיע בריכוז חמצן רגיל, הופיע בהיפוקסיה כפרצי CO<sub>2</sub> קצרים לפני ה-open phase. ככל שרמת החמצן הייתה נמוכה, כך מספר אירועי ה-flutter עלה. בניגוד ל-flutter הקלאסי כפי שתואר בגלמי פרפראים, האירועים הללו הם אירועי ונטילציה אקטיבית חד-כיוונית שבה ספירקולי נפתחים ונסגרים מספר פעמים לכל אירוע. על בסיס עבודה זו אנו מציעים מודל חדש המסביר את דגם ה-DGE בחרקים המבצעים ונטילציה אקטיבית על בסיס חישת גזי נשימה פנימיים וונטילציה בלבד.

## הדברה מיקרוביאלית למזיקים – אתגרים בפיתוח ממשק ויישום בראי התעשייה

גל יעקובי<sup>1</sup>

<sup>1</sup> מו"פ ביובי שדה אליהו 10810 עמק המעינות

[galy@biobee.com](mailto:galy@biobee.com)

מועילים מיקרוביאליים משמשים מזה עשרות שנים להדברת מזיקים במגוון בתי גידול חקלאיים, מערכות יער וסביבות אורבניות. בשטחים חקלאיים בעולם, השימוש בחיידקים, נמטודות, פטריות, ווירוסים להדברת מזיקים הינו נפוץ ואף עולה בהיקפו על השימוש באויבים טבעיים פרוקי-רגליים. הצורך הדחוף והגלובלי בהפחתת השימוש בחומרי הדברה סינתטיים הוביל לגידול משמעותי בשימוש באויבים טבעיים מיקרוביאליים ובפיתוח טכנולוגיות ייצור חדשות ומוצרים מיקרוביאליים חדשים. מאידך, בישראל עדיין השימוש בתכשירים מיקרוביאליים בחקלאות הינו מצומצם ביותר. בסקירה זו נבחן את האתגרים ביישום תכשירים מיקרוביאליים בחקלאות הישראלית ונציג את פרספקטיבת התעשייה בפיתוח ממשקי הדברה בהם משולבים מועילים מיקרוביאליים להדברת מזיקים.

## פיתוח מהיר של אמצעי הדברת מזיקים מעופפים בחקלאות

נמרוד ישראל  
ביופייד בע"מ, ת.ד. 82, כפר טרומן, ישראל

[nisraely@biofeed.co.il](mailto:nisraely@biofeed.co.il)

מספר הפלישות של מינים מזיקים בעולם גדל באופן אקספוננציאלי במהלך 20-30 השנים האחרונות, בעיקר בשל הסחר העולמי בצמחים ובתוצרת חקלאית. העלות הגלובלית של הנזקים ממזיקים פולשים נאמדת בכ- 1.4 טריליון דולר לשנה. חסרי חוליות ומחלות צמחים מפחיתים את ייצור היבול העולמי ביותר מ- 40% , למרות היישום של למעלה מ-3 מיליון טונות של חומרי הדברה בכל שנה, ותוך השפעה שלילית ניכרת על המערכת האקולוגית, החוסן והמגוון הביולוגי.

נדרשת תפיסה חדשה לניהול מערך ההדברה של **מינים פולשניים**, על מנת למזער את העלויות הסביבתיות והכלכליות הכרוכות בכך. לשם כך קיים צורך בשיטות ובמוצרים מתקדמים וספציפיים למזיק, בעלי השפעה נמוכה על האדם והסביבה. למימד הזמן יש חשיבות מכרעת בהתמודדות עם מזיק פולש, ולכן נדרש פיתוח מהיר של מוצר הדברה, אשר ימנע את התבססותו.

חברת ביופייד פיתחה פלטפורמה ייחודית לשחרור מבוקר של חומרים, המבוססת על גרביטציה ( Gravity Controlled Fluid Release, GCFR). טכנולוגיית ה-GCFR מהווה שיטה עוצמתית לשימוש יעיל בריחות לצורך מניפולציה והדברה של חרקים. באמצעות שינוי המושקן, כך שיהיה ספציפי לחרק המטרה, הפלטפורמה יכולה להיות מותאמת במהירות להדברת מזיקים חדשים. ניתן לייצר נוסחה שונה וייחודית עבור כל מין, או לייצר נוסחה אחת המשלבת משיכה של מספר מינים המזיקים באותו השטח. טכנולוגיה זו מספקת הדברה רציפה כל השנה ודורשת תחזוקה מינימלית - תפעול אחד בלבד בעונה.

פלטפורמת GCFR אפשרה פיתוח מהיר של שני מוצרים ספציפיים עבור זבוב האפרסק, *Bactrocera zonata* ועבור זבוב הפירות האוריינטלי, *B. dorsalis*. שני מינים אלו הם מזיקים בעלי חשיבות כלכלית גבוהה באסיה, באפריקה ובמדינות אחרות בעולם. הפיתוח עבור כל מין נמשך כ- 18 חודשים, זמן מהיר בכל קנה מידה עבור מוצר הדברה.

פיתיונות אלה פותחו על מנת לספק פתרון יעיל לחקלאים באסיה ובאפריקה, אשר הנזק בחלקות הפרי בהן עומד על בין 30% ל 100% נגיעות. ניסויי שדה במטעי מגו בהודו הצביעו על ירידה של 95% בשיעורי הנגיעות בהשוואה למוצרים המסחריים הקיימים בשוק. במטעים המטופלים בטכנולוגיית GCFR, התוצרת החקלאית גדלה ב 60% ויותר, תוך קבלת פרי נקי מרעלים, המאפשר ייצוא למדינות שונות בעלות תקנים מחמירים בנושא שאריות רעל בפירות.

בשל היעילות הגבוהה והפעילות הממושכת של המוצרים המבוססים על טכנולוגיית ה-GCFR, ניתן להשתמש בה ככלי הדברה בפרויקטים של Area Wide Control, כמו גם כאמצעי תגובה מהיר לחדירתמיני מזיקים פולשניים.

## התאמות אבולוציוניות בגנום של נמלי אש פולשות

פנינה כהן<sup>1</sup>, דוויין שומאקר<sup>2</sup>, אייל פריבמן<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה  
<sup>2</sup>USDA-ARS, Gainesville, Florida

[pcohen07@campus.haifa.ac.il](mailto:pcohen07@campus.haifa.ac.il)

נמלת האש האדומה (*Solenopsis invicta*) ונמלת האש השחורה (*Solenopsis richteri*) הם שני מינים פולשים שמקורם בדרום אמריקה. החל משנות ה-30 של המאה הקודמת קיים תיעוד מסודר להופעתן, התבססותן והתפשטותן בדרום-מזרח ארצות הברית, ומשם - בארצות רבות נוספות ברחבי העולם. אנו עורכים סקירה גנומית של פרטים משני המינים באוכלוסיות המקור של נמלי האש בדרום אמריקה ובאוכלוסיות הפולשות בצפון אמריקה, 9 אוכלוסיות בסך הכול. מכל אוכלוסייה נדגמו בין 30 ל-60 פועלות, כל פועלת מקן נפרד. הדנ"א גנומי של הנמלים רוצף באמצעות restriction site associated DNA sequencing (RAD-seq), שיטה המאפשרת דגימה של אתרים פולימורפיים לאורך כל הכרומוזום, כך שמתקבל אתר פולימורפי כל 6000 בסיסים בממוצע. האתרים הללו מייצגים את ההבדלים בין האוכלוסיות ומזהים את היחסים הדמוגרפיים-הסטוריים ביניהם, או במילים אחרות – את המבנה הגנטי של האוכלוסיות (Genetic Structure). בנוסף, המגוון הגנטי שזוהה משמש ללימוד הלחצים האבולוציוניים שפעלו על הנמלים עוד בטרם וגם לאחר גיבושם כאוכלוסיות וכמינים נפרדים.

השווינו את האתרים הפולימורפיים בגנום של אוכלוסיות נמלת האש האדומה בדרום אמריקה אל הגנום של מין נמלה קרוב *Solenopsis fugas* על מנת לזהות את ההתאמות האבולוציוניות ההיסטוריות שנמלי האש האדומות עברו בארצות המקור לאחר היפרדותם ממינים אחרים. בנוסף, השווינו בין אוכלוסיות המקור והאוכלוסיות הפולשות של שני מיני נמלי האש על מנת לזהות הבדלים גנטיים שנבעו מהסתגלותם אל מרחב המחיה חדש. עבור הגנים שזוהו בכל אחת מההשוואות, הערכנו את תפקידם הביולוגי באורגניזם, וכפועל יוצא מכך, את השפעתם על סיכויי לצליחת אתגרים אבולוציוניים שונים שכוללים לחצים סביבתיים, תחרות על משאבים, סחף ובידוד גנטי.

אנו סבורים כי המחקר נותן אפיון גנטי להצלחה אבולוציונית אצל מין פולש המתאים את עצמו לסביבה חדשה על ידי ברירה טבעית מואצת. בנוסף לכך, ההשוואה בין שני מינים קרובים שעברו במקביל אירועים דמוגרפיים ואבולוציוניים דומים מספקת כר ידע נרחב ללמידת תהליכי התמיינות (ספציאציה) שעוברים מינים בטבע.



**השפעתם של תכשירי הדברה הנפוצים בפרדס על החיפושית הטורפת המיובאת**  
***Rhizobius lophanthae***

רועי כספי<sup>1</sup>, סילבי דומרצקי<sup>2</sup>, ורעות מדר<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון  
<sup>2</sup>המכון להדברה ביולוגית ע"ש ישראל כהן, מועצת הצמחים, ענף ההדרים

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

בשנים האחרונות אנו עדים להתפרצויות של כנימות ממוגנות בפרדסים (בעיקר הכנימה האדומה וכנימת המוץ) שגורמות לנזק כלכלי. נראה שיעילות ההדברה הביולוגית של מזיקים אלו נפגעה, ובמקביל יעילות חומרי ההדברה כנגד מזיקים אלו פחתה בשל התפתחות של עמידות כנגדם. ההנחה הסבירה היא שריסוסים מרובים בעיקר כנגד מזיקי המפתח בפרדס (כגון אקרית החלודה של ההדר) גורמים להפרת המאזן הביולוגי ולפגיעה באויבים הטבעיים של הכנימות הממוגנות האלו. המושית האוסטרלית *Rhizobius lophanthae* המתמחה בטריפה של כנימות ממוגנות, התאקלמה והתבססה ביוון, ואף הפכה להיות הטורף הדומיננטי של הכנימות הממוגנות בפרדסי יוון. על מנת לתגבר את ההדברה הביולוגית של הכנימות הממוגנות בפרדסי הארץ, בשנת 2014 המושית יובאה מיוון ולאחר כשנה החל פיזור בישראל על ידי המכון להדברה ביולוגית. תכשירי הדברה מסחריים עיקריים בפרדס נבדקו במעבדה לקביעת רעילותם למושיות הבוגרות (זכרים ונקבות) ועל דרגות הזחל (דרגות מס' שלוש וארבע). התכשירים שנבדקו הם: אנידור (Spirodiclofen), אקרימיט (Fenbutatin Oxide), ורטימק (Abamectin) בתוספת 0.5% שמן לבנולה, שמן לבנולה (Summer Oil), הרקולס (Copper Oxychloride + Potassium Phosphite), מרק בורדו (Copper Sulphate + Lime), תיוביט (Sulfur), וסולפולי (Sulfur). הישרדות המושיות נבחנה במשך 14 יום לאחר ריסוס ישיר בתכשירי ההדברה או לאחר שניתנו להם פרטי טרף (כנימות ממוגנות) שרוסו בתכשירי ההדברה (אכילת מזון מרוסו). תכשירי ההדברה היחידים שפגעו באופן מובהק במושיות היה ורטימק (בתוספת שמן לבנולה), השפעת שאר התכשירים לא נמצאה שונה מטיפול הביקורת (ריסוס מי). צמצום השימוש בורטימק למינימום ההכרחי יגדיל את סיכויי ההתבססות של המושית *R. lophanthae* בפרדסי הארץ.

**לא קיים בארבה המדברי מנגנון אינטרינזי המוביל לסלקציה של חיידקים שונים במערכת העיכול כתלות  
במופע תלוי הצפיפות**

עמר לביא<sup>1,2</sup>, אמיר אילי<sup>1</sup>, ערן גפן<sup>2</sup>, אורי גופנא<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>הפקולטה למדעי החיים ע"ש ג'ורג' ס' וייז, אוניברסיטת תל אביב, <sup>2</sup>החוג לביולוגיה, אוניברסיטת חיפה,  
קמפוס אורנים

[omer.lavy@gmail.com](mailto:omer.lavy@gmail.com)

הארבה המדברי (*Schistocerca gregaria*) ידוע כמזיק חקלאי הרסני עוד מתקופות קדומות. ככל מיני הארבה, גם הארבה המדברי מציג שני מופעים תלויי צפיפות. בצפיפות נמוכה הוא מפגין פנוטיפ סוליטרי, לא פעיל יחסית ואינו נוטה להתלהק או לנדוד. בצפיפות גבוהה הפרטים מפתחים פנוטיפ גרגרי הנוטה להתלהק ולנדוד בנחילי ענק. הנחיל מכלה כמויות עצומות של צמחיה ומהווה סכנה גדולה לשטחים חקלאיים הנקרים בדרכו. מחקרים קודמים מצאו כי חיידקים שמקורם במעי האחורי של הארבה המדברי במופע המתלהק (גרגרי) מפרישים מולקולות נדיפות הנחשבות לחלק ממרכיבי פרומון הגורם למשיכה בין הפרטים ובכך מסייע בשמירה על הנחיל. עיקר המחקרים עד כה, התמקדו בבחינת חברת החיידקים של חגבים גרגריים. באוכלוסיית בר של הארבה החום (*Locusta paradalina*) נמצא הבדל במורכבות אוכלוסיית חיידקי המעי בחגבים גרגריים וסוליטריים. עקב כך הועלו השערות בדבר קיומם של מנגנונים פנימיים המשפיעים על אוכלוסיית החיידקים במעי החגבים הגרגריים ונבדלים מאלה שבמעי החגבים הסוליטריים. בעבודה זו נבדקה ההשערה בארבה המדברי. באמצעות שיטות של next generation sequencing והשוואה בין אוכלוסיות מעבדה מבוקרות של חגבים גרגריים וסוליטריים, מצאנו כי אוכלוסיות החיידקים השוכנת במעי האחורי של ארבה גרגרי וסוליטרי אינן נבדלות באופן משמעותי זו מזו. חשוב מכך, חגבים משתי הפאזות מכילים את מיני החיידקים להם יוחסה הפרשת מולקולות נדיפות בעלות תכונות קוהזיביות. מכאן שאם קיים בטבע מנגנון המייצר הבדל בין אוכלוסיית החיידקים במעי החגבים הגרגריים והחגבים הסוליטריים, הרי שמדובר במנגנון התנהגותי, למשל הרגלי אכילה, ולא מנגנון פיזיולוגי פנימי. המחקר נמשך במטרה לחשוף מנגנון כזה.

## כימיה של פרומונים ויישומיה החקלאיים

ענת לוי-זאדה,

המחלקה לאנטומולוגיה, היחידה לכימיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

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

הדברה משולבת - Integrated Pest Management (IPM) בחקלאות כוללת בתוכה גישות כימיות, ביולוגיות ואגרוטכניות על מנת להשיג הדברה במחיר סביר תוך הקטנת הנזק הסביבתי. אולם מינים רבים של חרקים מזיקים פיתחו עמידות לחומרי הדברה במקביל לפגיעה ההולכת ומחמירה בחרקים מועילים, טורפים, פרזיטואידים ומאביקים. באמצע המאה הקודמת זוהה הפרומון הראשון של טוואי המשי ומאז התפתח והתרחב תהליך הזיהוי והשימוש בפרומונים בהדברה משולבת, כמענה לבעיות שהתעצמו עקב השימוש הנמרץ בתכשירי הדברה סינתטיים. לפרומונים תכונות המקנות להם יתרון על חומרי ההדברה והם הפכו לכלי מפתח בניטור והדברה של אוכלוסיות מיני חרקים מזיקים רבים. אסקור בהרצאה את ההתפתחות המדעית והיישומית של פרמוני חרקים בעולם ובישראל.

## נגיפים תוקפי כנימות עלה היכולים לשמש כמדביר ביולוגי עתידי

נטע לוריא, ליאור לומרמן, עודד לכמן ואביב דומברובסקי  
המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר עשבים, מרכז וולקני, ראשון לציון

[neta.luria8@gmail.com](mailto:neta.luria8@gmail.com)

מינים שונים של כנימות עלה הנם חרקים מזיקים הניזונים ממוהל התא הצמחי, מתרבים בקצב מהיר ומחלישים את הצמח. אולם עיקר הנזק נגרם בשל יכולתם לשמש כווקטורים של מגוון נגיפי צמחים, הפוגעים פגיעה קשה במרבית הגידולים החקלאיים לעיתים עד כדי אבדן מוחלט של היבול. שימוש מושכל באויבים הנגיפיים הטבעיים של אותם חרקים יכול לפגוע באופן ממוקד רק בחרקים המזיקים ללא נזק לצמח הפונדקאי. נגיף השיתוק הקטלני של כנימות עלה, *Aphid lethal paralysis virus* (ALPV), שייך למשפחת ה-*Dicistroviridae* מסוג *Cripavirus*. נגיפים מסוג זה הם המועמדים הטובים ביותר לשמש כמדבירים ביולוגים עתידיים כנגד כנימות עלה בשל יכולתם לגרום במהירות רבה יחסית לפגיעה קשה של הכנימות. ALPV הנו נגיף RNA חד גדילי חיובי שזוהה לראשונה בדרום אפריקה וגורם לשיתוק ותמותה מהירה של כנימות-עלה. הוא מסוגל לקטול אוכלוסיות שלמות של כנימות עלה תוך 3-4 ימים ובעל יכולת רחבת טווח בהדבקה של מינים שונים של כנימות עלה. גזע מקומי של ALPV (ALPV-An) זוהה כמאכלס אסימפטומטית את כנימת עלה ההרדוף (*Aphis nerii*) הגדלה בטבע על צמח הרדוף הנחלים *Nerium oleander*. מבדיקה ראשונית נמצא כי ל-ALPV-An יכולת פתוגניות גבוהה לכנימת עלה האפרסק, *Myzus persicae*. לאחרונה זוהה במעבדתנו נגיף נוסף מסוג *Cripavirus* התוקף את כנימות עלה הדלועיים *Aphis gossypii*. יכולת הפתוגניות של נגיף חדש זה למיני כנימות עלה נמצאת כרגע בשלבי בחינה. *Brevicoryne brassicae virus* (BrBV) הינו נגיף נוסף ממשפחת ה-*Iflaviridae* מהסוג *Iflavirus* הידוע כפתוגני לחרקים. נגיף זה זוהה ואופיין באנגליה בלבד ובארץ נמצא גזע מקומי, בכנימות עלה הכרוב, שרוצף ואופיין (BrBV-IL). במבחנים פרלימינריים נראה שנגיף זה פתוגני לכנימת עלה האפרסק, *M. persicae*. בחינת הפתוגניות של נגיפים אלו כנגד מינים שונים של כנימות עלה ופוטנציאל ההדברה הטמון בהם עשוי להוות בסיס ליצירת תכשיר הדברה ביולוגי עתידי.

## Head louse infestations in children and adults in Israel

כנמת הראש אצל ילדים ומבוגרים בישראל

Kosta Y. Mumcuoglu,<sup>1</sup> Shir Alfi,<sup>1</sup> Michael Friger,<sup>2</sup> Esther Aronson<sup>3</sup> and Chen Stein-Zamir<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Parasitology Unit, Department of Microbiology and Molecular Genetics, The Kuvim Center for the Study of Infectious and Tropical Diseases, The Hebrew University-Hadassah Medical School, Jerusalem; <sup>2</sup>Epidemiology and Health Services Evaluation Department, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva; <sup>3</sup>Jerusalem District Health Office, Ministry of Health, Jerusalem; <sup>4</sup>The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Medicine, The Hebrew University and Hadassah Braun School of Public and Community Medicine, Jerusalem,

[kostasm@ekmd.huji.ac.il](mailto:kostasm@ekmd.huji.ac.il)

**Background:** Head louse infestations continue being a public health problem also in developed countries, children 4-14-years old being the most infested age group. Little information exists regarding the infestation rate of adults in developed countries.

**Objectives:** To evaluate the infestation rate of adults from a high socio-economic class in Israel and to investigate the risks of child:child and child:parent interactions within the family regarding the mutual infestation with head lice.

**Methods:** An electronic questionnaire was distributed via Internet to adult women living in Israel.

**Results:** Overall, 969 questionnaires were analyzed. With 59.2%, mothers were significantly more often infested with lice than other adults in the family. Mothers with 3 or more children were significantly more often infested with lice than those with 1-2 children. Mothers who professionally have been in contact with children other than theirs (kindergarten staff, teachers) were significantly more often infested with lice than those who did professionally not come in contact with other children. In families in which the oldest child was ever infested at least once with lice, the second, third and fourth child was significantly more often infested, than children of families, in which the oldest child was never infested. In 67.4% of the families with children of both sexes, the girls were more often infested than the boys. In 42.1% of the families with more than one boy, one of the boys was more often infested than the other brothers, while in 47.6% of the families with more than one girl, one of the girls was more often infested than the others. In Spring/Summer and Winter/Spring seasons, children were significantly more often infested than in Summer/Autumn and Autumn/Winter. Responsibility for treatment was mainly of the mothers (78%) with 18.8% both parents.

**Conclusion:** A relatively large percentage of highly educated mothers from a developed country such as Israel still become infested with head lice during their life-span as adults.

## פיתוח שיטה לבחינת יעילותם של קוטלי חרקים בניסויים מוקדמים בשדה ובמעבדה להדברת עש התפוח המדומה

לילי מונדקה<sup>1</sup> ושאול בן-יהודה<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה לכימיה מדעי החיים, מכללת ספיר, שער הנגב, <sup>2</sup>משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שה"מ

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

עש התפוח המדומה (עת"מ), *Thaumatotibia (Cryptophlebia) leucotreta*, הוא מזיק הסגר רב פונדקאי המאיים על יצוא פירות ממדינת ישראל. העש תוקף בעולם כשבעים פונדקאים, חלקם נמצאים גם בארץ כגון: זנים שונים של הדורים, רימונים, גויאבה, לפל ועוד. העש מקיים 6-10 דורות בשנה. העש אינו שורה בתרדמה אמיתית בתנאי הארץ, הוא נודד בין פונדקאים שונים ובקרבת צמחי הבר ניתן למוצאו בעיקר על קיקיון. המאפשר לו להמשיך ולהתפתח ללא הפרעה. נוכחות העש במשך כל השנה והעובדה כי בשנים האחרונות הוא מגלה קצב הסתגלות מהיר לפונדקאים חדשים מהווים איום חמור על יצוא ענפי הפירות וההדרים.

מחזור שלם של העש במעבדה מביצה עד ביצה נמשך 30-34 ימים. הנקבות מטילות ביצים חלביות ההולכות ומאדימות לקראת בקיעתן. לעש 5 דרגות זחל הזחלים הבוקעים (דרגה 1) יכולים לנוע לאורך של 3-5 מטר ולחדור לפרי (או לקרקע המזון) תוך ניקוב חורי כניסה מילימטריים שאינם מורגשים. ההתגלמות, בדרך כלל, רחוקה מאזור התפתחות הזחלים ובמקרים רבים יימצאו הגלמים בקרקע.

הצורך הדחוף למצוא פתרונות להדברת העש, המריץ ביצוע ניסויים מוקדמים לבחינת יעילותם ומשך פעילותם של תכשירים חדשים להדברת העש, כשלב מוקדם לניסויי שדה בהיקף נרחב. בסדרה של מספר ניסויים נבחנה יעילותם של תכשירי הדברה, שרוסו בפרדסים על פירות הדר מזנים שונים, בריכוזים שונים ובמועדים שונים. לאחר שבועיים-שלושה ממועד הריסוס הראשון, הובאו במועד אחד למעבדה כל הטיפולים שנבחנו בכל אחד מהניסויים ואולחו בביצי העש. עבור כל ניסוי נבדקו אחוזי הבקיעה ואחוז הפירות הנגועים. הממצאים מצביעים על יעילות שיטת הבדיקה המוצגת במחקר הנוכחי, כמודל לבחינה מוקדמת של יעילות מספר רב של תכשירים להדברת העש, ולקידום הרישוי של אלו שיימצאו יעילים, עוד טרם בחינתם בהיקף נרחב בניסויי שדה המחייבים מאמץ ומשאבים גדולים.

תוצאות שהתקבלו בניסויי המעבדה, ביסוס ממצאים שהתקבלו בעבר במספר ניסויי שדה, שבהם מצאנו שיפור מובהק ביעילות ההדברה של עש התפוח המדומה באמצעות התכשיר 'Cryptex' שאליו הוסף תכשיר 'כלפיקס'.

## הקשר בין התנהגות האכילה של חרקים צימחוניים לאופן בו הם מתמודדים עם חומרי הגנה המיוצרים על ידי הצמח

אסנת מלכה<sup>1</sup>, מייקל הסון<sup>2</sup>, מיכאל רישליט<sup>2</sup>,  
לילך מונדקה<sup>3</sup>, גונתן גרשנזון<sup>2</sup>, שי מורין<sup>1</sup> ודניאל ווסאו<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית  
<sup>2</sup>מכון מקס פלאנק לכימיה אקולוגית, יינה, גרמניה  
<sup>3</sup>מכללת ספיר, שדרות, ישראל

[osnat226@gmail.com](mailto:osnat226@gmail.com)

חומרי הגנה המיוצרים על ידי הצמח ממלאים תפקיד מפתח בקשר שבין רמת ההתמחות של חרקים צימחוניים (הרביוורים) לצמח פונדקאי, בעיקר בחרקים לועסים. מאידך, תפקיד חומרים אלה בחרקים מוצצי שיפה עדיין לא ברור, והאתגר העיקרי איתו הם מתמודדים הוא לחץ אוסמוטי גבוה עליו הם מתגברים על ידי הפיכתם של סוכרים פשוטים ודו סוכרים לאוליגוסכרידים המופרשים בטל דבש. כלומר, לתכונות הקשורות במטבוליזם של סוכרים יש פוטנציאל לשחק תפקיד חשוב בקשר שבין רמת ההתמחות של חרקים מוצצי שיפה לצמח פונדקאי. כאשר בחנו כיצד חרקים מוצצי שיפה מתמודדים עם חומרי הגנה המיוצרים על ידי הצמח כמו גלוקוזינולטים (תרכובות אורגניות המכילות סולפט, חנקן וגלוקוז) מצאנו שהם מייצרים פולימר של יחידות סוכריות שנקשרות לקבוצה הסוכרית בגלוקוזינולט (גלוקוזילציה). בנוסף, מצאנו שהאניזמים אשר אחראים ליצירת אוליגוסכרידים אחראים גם לגלוקוזילציה של הגלוקוזינולטים. גלוקוזילציה של גלוקוזינולטים נצפתה בחרקים מוצצי שיפה כמו כנימות עלה, כנימות עש וקימחיות כמו כן גם בתריפס אשר ניזון מתאי מזופיל וממוהל השיפה. מנגנון זה לא נמצא בחרקים צמחוניים לועסים. חשיבותו של ממצא זה בהבנה של הקשר בין חרקים מוצצי שיפה לצמח פונדקאי יידון בהרחבה.

## בקרה צירקדיאנית תלוית תפקיד חברתי על רגישות מחושי דבורת הדבש לריחות פרחים ופרומונים

משה נגרי<sup>1</sup>, פול סיסקה<sup>2</sup>, ג'יאובני גליציה<sup>2</sup> וגיא בלוך<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> המחלקה לאבולוציה, אקולוגיה והתנהגות, המכון למדעי החיים ע"ש א. סילברמן, האוניברסיטה העברית  
בירושלים; <sup>2</sup>Department of Neuroscience, University of Konstanz, Germany

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

מחושי החרק הם איבר החישה המרכזי המשמש לקליטת אותות ריח מהסביבה. דווח כי במספר מיני חרקים, רגישות המחוש לריחות משתנה במהלך היממה ונמצאת תחת בקרה של שעונים צירקדיאניים (יממיים). עם זאת, עדיין לא ידוע מהו התפקיד של בקרה זו, מה היחס שלה לבקרה הצירקדיאנית על התנהגות ועד כמה היא נפוצה בחרקים. פועלות דבורת הדבש הן מודל טוב לבחון את היחס בין הבקרה הצירקדיאנית על התנהגות ועל הרגישות לריחות מכיוון שידוע כי מקצב הפעילות של הפועלות במושבה תלוי בתפקידן. פועלות מלקטות מראות מקצבי פעילות חזקים— הן אוספות מזון מחוץ לכורת במהלך היום וישנות במהלך הלילה. בהתאמה לכך הן בעלות מקצבים חזקים בביטוי גנים במוחן. לעומתן, פועלות "מטפלות" דואגות לוולד בתוך הקן מסביב לשעון ללא מקצב צירקדיאני ברור בפעילותן או בביטוי גנים במוחן. במחקר זה בחנו את ההשערות כי (1) רגישות מחושי הדבורה לריחות נמצאת תחת בקרה צירקדיאנית, ו-(2) הבקרה הצירקדיאנית משתנה עם תפקיד הפועלת. על מנת למדוד את רגישות המחוש השתמשנו במערכת EAG (electroantennogram) המסכמת את הפעילות החשמלית של כלל תאי העצב במחוש. דגמנו מחושים של מטפלות ומלקטות שנאספו מהמושבה במהלך יממה שלמה ורשמנו את תגובתם לגירוי של ריחות פרחים ופרומונים. מצאנו כי דיוק המעקב של תגובת מחושי הפועלות אחר פולסים של ריחות בתדירות גבוהה (10 Hz) משתנה במהלך היממה באופן שונה במטפלות ובמלקטות. במחושי המלקטות דיוק המעקב אחר הפולסים היה גבוה יותר במהלך היום, בהתאם למקצב הפעילות שלהן. להפתעתנו, דיוק התגובה של מחושי המטפלות השתנה אף הוא במהלך היממה, אך היה גבוה יותר במהלך הלילה. בנוסף, מצאנו ראיות לבקרה צירקדיאנית על עצמת התגובה של המחוש במלקטות, אך לא במטפלות. תוצאות אלו מהוות עדות ראשונה לבקרה צירקדיאנית על פעילות המחוש בחרקים מסדרת הדבוראים ולכך שהמקצבים הצירקדיאניים ברגישות המחוש לריחות עשויים להיות תחת בקרה חברתית.



## הפולש על פולש פתור: הדברה ביולוגית של עשב פולש ע"י עש פולש

נדב נוסבאום<sup>1,2</sup>, טוביה יעקובי<sup>1</sup>, ברוך רובין<sup>1</sup> ואלי הררי<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>המכון למדעי הצמח והגנטיקה בחקלאות, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית,  
האוניברסיטה העברית, רחובות  
<sup>2</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון

[nuss81@yahoo.com](mailto:nuss81@yahoo.com)

האמברוסיה המכונסת – (*Ambrosia confertiflora*) היא עשב רב שנתי שמוצאו בדרום ארצות הברית ומקסיקו. הצמח נראה בארץ לראשונה ב-1990 בחוף הכרמל, התפשט לאורך נחל אלכסנדר וכיום ניתן לאתר מאזור חיפה בצפון ועד מצפה רמון בדרום. הצמח יוצר אוכלוסיות צפופות מאד הדוחקות את צמחי הבר ומשנות את הצמחייה המקומית. לצמח האמברוסיה שתי דרכי ריבוי באותו זמן, ריבוי א-מיני באמצעות קנה שורש אגרסיבי מאוד וריבוי מיני על ידי זרעים. הצמח הינו אלרגני, וגרגרי האבקה בפרט, הן במגע והן בנשימה. האמברוסיה הינה עשב קשה הדברה בעיקר כי אין תכשירים ברנניים יעילים לגידולים התרבותיים או הצמחייה המקומית שבתוכם היא גדלה. בשנת 2008 התגלה באזור חדרה אויב טבעי בתוך גבעולי אמברוסיה צרת עלים (*A. tenuifolia*) העש אפיבלמה סטרנואנה (*Epiblema strenuana*): הזחל הצעיר ניזון בתחילה מהעלים אך מיד חודר אל הגבעול דרך קודקוד הצמיחה או דרך הניצן החייתי. הזחל ניזון מפרנכימת הצמח ולאחר מכן מתגלם ומגיח כבוגר מתוך הגבעול. באוסטרליה ובסין האפיבלמה הינה חלק מסיפור ההצלחה של הדברת אמברוסיה ממין אחר (*A. artemisiifolia*). השערת המחקר היא שהעש *E. strenuana* ניזון מ-*Ambrosia confertiflora*, מקטין את כשירות העשב הרע ומצמצם את יכולתו לפרוח ולייצר זרעים. לפיכך יכול העש לשמש ככלי הדברה נוסף לממשק ההדברה של העשב הפולש ולהקטין את פגיעתו בבריאות הציבור כמזהם אלרגני.

מטרות העבודה הן לבדוק האם העש שנמצא בישראל פוגע בכשירותו של העשב במידה מספקת להדברתו וכי אינו מזיק או מזיק במידה זניחה לסביבה האקולוגית ולחקלאות. לאחר תצפיות ודגימות צמחים מאזור עמק חפר נראה כי יש אוכלוסיית העש התבססה על הצמחים, אולם רמת האוכלוסייה נמוכה מידי לצורך הקטנת האוכלוסייה של העשב הרע ולכן יש להגדיל את האוכלוסייה הקיימת בטבע על ידי פיזורי זריעה. ביצענו ניסויים בכלובים ובתי רשת כדי לבדוק האם פיזורי הגברה של העש יאפשרו קבלת הדברה מספקת של האמברוסיה ומצאנו כי הפיזור יכול לגרום לעיכוב הצימוח ומניעת הפריחה באמברוסיה.

## מעבר אופקי של חיידקים סימביונטיים בכנימות עש (Aleyrodidae)

ניר נתנאל<sup>1,3</sup>, Diego Santos-Garcia<sup>2</sup>, נטע מוזס-דאובה<sup>1</sup>, עינת צחורי-פיין<sup>1</sup> ודן גרלינג<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער, רמת ישי  
<sup>2</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש ר.ה. סמית, האוניברסיטה העברית, רחובות  
<sup>3</sup>בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב

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

חרקים ניזוני-שיפה כגון כנימות עש, פסילות, כנימות עלה וכנימות קמחיות, נושאים חיידקים סימביונטיים היכולים להיות אובליגטורים או פקולטטיביים. סימביונטיים אובליגטורים (ראשוניים) תורמים בדרך כלל לתזונת המארח, בעוד סימביונטיים פקולטטיביים (שניוניים) משפיעים על יחס הזוויגים ועל יכולת הפונדקאי להתמודד עם טווח תנאי סביבה שונים. למרות שכל האנליזות הפילוגנטיות, כמו גם מספר עבודות ניסוייות, מעידים על מעבר אופקי של סימביונטיים בין פונדקאים באותו המין, בין משפחות ואף בין סדרות חרקים שונות, מספר המקרים המתועדים, נמוך. כל מיני כנימות עש (Hemiptera: Aleyrodidae), נושאים את החיידק הראשוני *Portiera*, ומגוון רחב ודינמי של סימביונטיים שניוניים. הנחת העבודה של המחקר המוצג היתה שבכנימות עש יש מעבר אופקי של חיידקים דרך הצמח. ההיפותזה היתה שסימביונטיים שניוניים המאכלסים כנימות עש הניזונות על אותו צמח פונדקאי, יהיו קרובים מבחינה פילוגנטית יותר מאשר אלו שניתן לזהות בחרקים הניזונים על צמחים שונים. על מנת לבחון את ההיפותזה, נאספו מהשדה חמשה מיני כנימות: כנימת עש הצמרית (*Aleurothrixus floccosus*) וכנימת עש מקננת (*Paraleyrodes minei*) מלימון, כנימת עש הרימון (*Siphoninus phillyreae*) וכנימת עש הטבק MEAM1 (*Bemisia tabaci*) מרימון וכנימת עש הפיקוס (*Singhiella simplex*) מפיקוס בנימינה. בשלב הראשון אופיין המיקרוביום של כל מין על ידי ריצוף עמוק של מקטע מהגן 16S rRNA, ואח"כ נעשה שימוש בתחלים ספציפיים לבחינת זהות, שכיחות ושונות הסימביונטיים השניוניים. החיידקים הנפוצים ביותר שנמצאו הם: *Wolbachia*, *Arsenophonus*, *Hamiltonella* ו-*Cardinium* אולם אף אחד מהם לא חלק פונדקאי עם המינים שנבדקו. אנליזת MLST של *Wolbachia* מכנימת עש הרימון חשפה זן חדש שאינו קרוב פילוגנטית לזה שדווח מכנימות עש אחרות. ככלל, הנתונים שנאספו לא תומכים בהנחת העבודה מאחר ואינם מעידים על העברה אופקית בין כנימות העש החולקות אותו צמח פונדקאי. תוצאות אלו נמצאות בהלימה עם מחקרים קודמים שהציעו כי למרות שמעברים אופקיים קורים בטבע, הם נדירים מאוד.

## נמלים לומדות לפתור מבוך בדרך לתגמול מזון (ושוכחות זאת)

מאיה סער, עזיז סובח וינון שרף  
ביה"ס לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב

[mayabahr@post.tau.ac.il](mailto:mayabahr@post.tau.ac.il)

בעלי חיים קבוצתיים המשחרים מתוך קן מרכזי, צריכים לא רק למצוא מזון אלא גם להביא אותו חזרה לקן. מכאן, בעלי חיים אלה צפויים לנווט היטב ולהיות בעלי יכולת למידה גבוהה יחסית. מחקרי עבר בפתרון מבוכים, התמקדו במיני נמלים המשחרות בקבוצה דווקא, ולא במשחרות אינדבדואליות למרות המחקר הנרחב על יכולות הנווט הגבוהות שלהן. מטרת המחקר הייתה לבחון משחרת מזון אינדבדואלית - הנמלה הנווטת (*Cataglyphis niger*), בחיפוש מזון דרך מבוך, בניסוי מעבדה. הפועלות נבחנו שלוש פעמים ביום, יומיים ברצף ובמבחן נוסף לאחר מרווח זמן משתנה של 4 - 20 יום. בחנו האם הפועלות פתרו את המבוך והאם הגיעו למזון מהר יותר, וכמה נמלים חיפשו מזון במבוך בעת הפתרון. התייחסנו גם לגודל המושבה ולדרגת הסיבוכיות של המבוך כמשתנים מסבירים. הראינו שהפועלות פותרות את המבוך ומגיעות למזון מהר יותר בתוך ובין ימי הניסוי, כעדות ללמידה. אולם, הפועלות שכחו כיצד לפתור את המבוך כאשר מרווח הזמן בין המבחנים עמד על כשבועיים, וזמן הפתרון חזר לזמן הפתרון ההתחלתי, לפני תהליך הלמידה. בנוסף, מספר הפועלות המחפשות במבוך עלה עם גודל המושבה. זמן פתרון המבוך וההגעה אל המזון גם כן עלו עם גודל המושבה, אך רק בדרגת סיבוכיות גבוהה. הסיבה, להערכתנו, היא שמושבות גדולות נוטות להציף את המבוך בפועלות והאינטרקציות המתמידות ביניהן עשויות היו לעכב את פתרון המבוך. אנו מציעים כי הפועלות זוכרות צורות מסוימות במהלך פתרון המבוך וכך לומדות לפתור אותו ביעילות. למיטב ידיעתנו, המחקר חדשני במובן שהוא לוקח בחשבון גודל מושבה, דרגת סיבוכיות משתנה, ושיחור מזון אינדבדואלי על ידי נמלים.

**השפעת זמינות משאבי מזון מהחי ומהצומח בבית הגידול על הדיאטה של מושית השבע (*Coccinella septempunctata*)**

שחר עוז ומשה קול

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

[shahar.oz@mail.huji.ac.il](mailto:shahar.oz@mail.huji.ac.il)

מושית השבע (*Coccinella septempunctata*) היא חיפושית אומניבורית הנפוצה במגוון רחב של גידולים חקלאיים ושטחים טבעיים בארץ ובעולם. מושית השבע ניזונה גם מטרף, בעיקר מכנימות עלה, וגם ממזון צמחי הן בדרגת הזחל והן כבוגר. כיוון שזמינות כנימות העלה בשטח מוגבלת לפרק זמן מצומצם, אבקת הפרחים נחשבה בעבר כמזון משלים (complementary food) המהווה תחליף בתקופות בהן טרף אינו זמין. אולם היום ידוע כי מזון מהצומח לא מהווה רק תחליף לטרף אלא גם משמש כתוסף (supplementary food) המספק ערכים תזונתיים המשלימים הזנה על טרף בלבד.

הבנת האופן בו מושית השבע מנצלת משאבי מזון בשדה חשובה להגברת תרומתה כאויב טבעי לריסון אוכלוסיות של חרקים צמחוניים בבתי גידול טבעיים ובשדות חקלאיים, שם היא משמשת כמדביר ביולוגי טבעי של מגוון מיני מזיקים.

ההשערה המרכזית היא שהבחירה התזונתית של מושית השבע תלויה בכמות זמינות המשאבים הקיימים לה בסביבה המידית בשדה. ספציפית, המחקר בחן (א) האם קיים יחס הפוך בין צריכת טרף להזנה על אבקת פרחים; (ב) האם קיים מתאם בין מיני הצמחים הפורחים בבית הגידול לבין נוכחותם במעי המושית בשדה, או שיש למושיות העדפה לאבקת מינים מסוימים; ו- (ג) האם הרכב המזונות השונים דומים בזכרים ונקבות של המושית.

במהלך אפריל 2017, נאספו מושיות משישה בתי גידול שונים. כמות הטרף והאבקה במעי בזכרים ובנקבות כומתו, וגרגירי האבקה זוהו לדרגת סוג הצמח. בתי הגידול השונים אופיינו לפי טיפוס הצומח השונים ונמדדו בהם הרכב הפריחה, אחוז השטח הפורח, וכמות הטרף הזמין ברדיוס של 300 מ' מנקודת איסוף המושיות. מהנתונים עולה שהנקבות צורכות יותר אבקה ומגוון רחב יותר של מיני צמחים מהזכרים, זמינות הצמחים הפורחים בבית הגידול משפיעה על עושר מיני האבקה במעי המושיות, וישנה העדפה של המושיות להיזון על אבקה של מינים מסוימים ופחות על מינים אחרים.

## גנומיקה של זיהוי קרובים בנמלת המדבר *Cataglyphis drusus*

שני ענבר, פנינה כהן, טל יהב, אברהם חפץ, איל פריבמן  
החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, המכון לאבולוציה, אוניברסיטת חיפה

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

בנווטת השחורה (*Cataglyphis drusus*), כמו במיני נמלים אחרים וחרקים חברתיים בכלל, פרטים מזיהים את שותפיהם לקן באמצעות חוש הריח. הזיהוי מבוסס על פרומונים בלתי נדיפים, בעיקר פחמימנים ארוכי שרשרת. כל מושבה מאופיינת, מבחינה כמותית, אך לא איכותית, בתערובת של לפחות 32 פחמימנים המכסה את השלד החיצוני (קוטיקולה) שהנמלים מעבירות ביניהן עד לקבלת פרופיל אחיד של המושבה (תופעה המכונה גשטלט, Gestalt).

מטרת המחקר היא זיהוי הגנים האחראיים על תכונה זו, באמצעות מיפוי גנומי של של תכונות כמותיות. האתגר המיוחד במיפוי גנומי של תכונה זו הוא בכך שלכל פרט יש גנוטיפ שונה אך התכונה הפנוטיפית היא של המושבה כולה. לכן, בחרנו לבדוק האם ניתן להתייחס להרכב הגנטי של המושבה כמו לתכונת הריח, כלומר כגנום מושבתי. לשם כך ערכנו ניסויים מקדימים הבודקים האם ריצוף תערובת של דוגמאות דני"א (pooled samples, בעברית דוגמאות מאוגמות) של כמה פרטים במושבה (pool-seq) מייצג את אוסף הגנוטיפים הבודדים באופן דומה לזה שמתקבל מריצוף פרטים בודדים. גישה זו מאפשרת לכלול במחקר מספר רב של דוגמאות במסגרת תקציב מוגבל.

בדקנו ארבעה שילובים של גישות שונות לריצוף גנומי: דוגמאות בודדות מול דוגמאות מאוגמות, וכן ריצוף גנומי מלא מול ריצוף גנומי מופחת בשיטת double-digest Restriction Associated DNA (ddRAD) המאפשרת לקבל ייצוג מדגמי ואחיד של אלפי סמנים מכל הגנום. דגמנו 30 פרטים מכל אחת משלוש מושבות של הנווטת השחורה בחוף בצת. מכל פרט מוצו הפחמימנים הקוטיקולריים ונלקחו לאנליזה כימית באמצעות גז כרומטוגרף / ספקטרומטר מסה. האליזה הכימית בוצעה על ידי איגום כל הפרטים בכל מושבה. מכל פרט הופק גם דני"א והוכנו ספריות לריצוף גנומי. ממושבה אחת רוצף ריצוף גנומי מלא של כל פרט בנפרד וכן רוצפו, בריצוף מלא, דוגמאות מאוגמות המייצגות את כל 30 הפרטים. משלוש מושבות נבנו ספריות גנומיות מופחתות; כל פרט רוצף בנפרד וכן הוכנו דוגמאות מאוגמות, אחת לכל מושבה. כמו כן, פרט אחד ממין זכר רוצף לצורך בניית גנום יחוס עבור הנווטת השחורה (*de novo genome assembly*). כדי להשוות בין הדוגמאות המאוגמות לדוגמאות הבודדות וכדי לבצע הערכה של הכוח הסטטיסטי של הגישות השונות, ערכנו מחקר סימולציה משווה בין גישות הריצוף השונות ובין דוגמאות מאוגמות/בלתי מאוגמות. התוצאות הראו כי ניתן לבצע איגום ולהשתמש ב-Pool-seq כדי לבצע מיפוי גנומי של תכונה מושבתית כמו זיהוי קרובים, אך במחיר פגיעה בדיוק קביעת הגנוטיפים.

## הווה ועתיד בהדברת מזיקים ומחלות

סיגל פרץ  
"פתרונות מתקדמים להגנת הצומח"

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

כשהשכנה שלי התלוננה על הריח החריף שעולה מהשדה הסמוך, כשהרפלקסולוגית שלי סיפרה לי שמאז ששכרו את הבית הנוכחי בנה הצעיר חולה כל הזמן, כשבדיקות הדם שלי חזרו והרופא התקשר נסער ואמר לי שאני סובלת מהרעלת נחושת, הבנתי שהגיע הזמן לשינוי. שינוי גישה, שינוי חשיבה והכי חשוב שינוי אמיתי בעשייה!! היות ועיסוקי היו הדרכת חקלאים בהגה"צ, הרי שהמפתח נמצא בידיים שלי.

ניתן להביט על דרך בה הלכנו רק בפרספקטיבה של זמן, אילו מישהו היה אומר לי אז שייקחו יותר מ- 20 שנה עד שהרעיון שאפשר אחרת, יחלחל, ואוכל לעמוד מעל הבמה ולהבטיח שניתן לגדל פלפל או עגבניה או אפרסמון בשימוש מינימאלי בחומרי הדברה וגם אלו שניתנים הינם ברובם ידידותיים לסביבה ולחיים בה, לא בטוח שהיתי מוצאת בעצמי את הכוחות להתחיל. למזלי אף אחד לא היה בנמצא כדי לרפות את ידי ויותר מזל היה לי כשהתחלתי ללוות חקלאים שהבינו שגם הם יצאו נשכרים משינוי הגישה שהצעתי להם.

שני פרמטרים סייעו בידי: העובדה כי פירות וירקות ליצוא מוגבלים בשימוש בחומרי הדברה והרביזיה שיצאה לדרך לפני כשלוש שנים וממשיכה בקול גדול בימים אלו.

למדתי כי ניתן לגדל עגבניות בחממה שמונה חודשים עם ממוצע ריסוסים של פעם בחודש, למדתי כי ניתן לרסס רימונים ליצוא בחומרי BT ושמינים ולהגיע עם 80% פרי ראוי ליצוא.

הוצאת חומרים חריפים משימוש אינה חפה מבעיות, עצים מתחילים ליפול בכל רחבי הארץ, האפשרות לגדל עגבניה או פלפל יותר מחצי שנה הופכת ליתרון של יחידי סגולה בלבד ועוד בעיות שלבטח ניתקל בהן בהמשך הדרך...

זה כמעט כמו להריץ סרט אחרנית..... בהילוך איטי..... אם נבחן לעומק את מה שקרה לסביבה ולחיים בה בעקבות הכנסת החומרים הכימיים כפתרון האולטימטיבי, ונריץ אחרנית מה שקורה לנו עכשיו בפאונה בעקבות הוצאתם נוכל להבין את התהליך כולו ולהסכים לו.

הגישה היא לא שימוש בחומרים אחרים במקום, אלא התנהגות אחרת, אגרוטכנית וסביבתית. האם שיתוף של המשרד לאיכות הסביבה או משרד הבריאות יעזרו לנו בשינויים אלו? לעניות דעתי הדרך להחיל אותם על כלל החקלאות בארץ ישראל הינה על ידי הובלה של גוף המורכב מאנשים האמונים על החקלאות ומבינים את המורכבות הרבה הקיימת בתחום.

בכנס מיזמים אזוריים שהתקיים בראשית ספטמבר ראינו כי קיים כר פורה לשיתוף פעולה ולעשייה ומה שחסר וחסר בגדול זו יד מכוונת ומכוונת נכון.

האינטגרציה בין ענפי הצומח השונים (חקלאים, גננים, פרטיים) מחויבת המציאות על מנת שנצליח.

**האם ניתן אחרת? בהחלט!!! ולא רק שניתן אלא שמחובתנו לאפשר שינוי באופן שיועיל לכולם!!**

הכל בגלל עקרב קטן... –  
תיעוד ראשון של יחסי גומלין (Myrmecophilous associations) בין עקרב ונמלה

יורם צביק<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>מרכז דוכיפת לצפרות ואקולוגיה, ירוחם; <sup>2</sup>אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, באר-שבע

[Yzvik65@gmail.com](mailto:Yzvik65@gmail.com)

קשרים של טפילות, סמוכנות או הדדיות בין פרוקי-רגליים שונים לנמלים מוכרים ומתועדים היטב בחרקים מסדרות שונות כמו גם בקבוצות אחרות של בעלי חיים. עד כה לא דווח על קשרים מסוג זה בין נמלים ועכבישנים מסדרות שונות בכלל ומסדרת העקרבים בפרט. הסוג בירולטוס (*Birulatus* Vachon, 1974) משתייך למשפחת הבתוסיים (Scorpiones, Buthidae) וכולל שלושה מינים בלבד, כולם אנדמיים ללבנט אך כל מין תואר מאזור אחר: ירדן, סוריה וישראל. כל אחד משלושת המינים, תואר על סמך פרט בודד. מאז תיאור המין השלישי (*Birulatus astartiae* Stathi & Lourenço, 2003) (והאחרון עד כה) בסוג בירולטוס, דווח על עוד ארבעה פרטים בלבד שנאספו מסוג זה. בספרות אין דיווח לגבי הביולוגיה ו/או האקולוגיה של מינים אלו. במהלך שנת 2016 ערכתי ארבעה סיורים באיזור מחולה שבבקעת הירדן, במהלכם נצפו ונאספו למעלה מחמישים פרטים של עקרבים מהמין בירולטוס ישראלי (*Birulatus israelensis* Lourenço, 2002). כל הפרטים נמצאו על השבילים הפעילים, בסביבות הקינים או יוצאים ונכנסים מתוך הקינים של נמלת-הקציר השחורה (*Messor ebeninus* Santschi, 1927). תצפיות חוזרות ונשנות אלו, לצד שרידי נשלים שנמצאו בקינים שונים של נמלת-הקציר השחורה, מעידות על סוג של קשר סימביוטי בין העקרב לנמלה שאופיו ומאפייניו דורשים הרחבה והמשך החקר של תופעה מעניינת זו. גילוי הקשר בין העקרב לנמלה איפשר למצוא, בקלות יחסית, פרטים רבים ממין זה שתואר בספרות כאניגמטי. תצפיות נוספות ומניפולציות מחקריות נערכות כעת במטרה להבין את טיבו של הקשר, לצד העמקת המחקר הטקסונומי של המין בירולטוס ישראלי.

## בקרה של מחלות זואוונטיות: שימוש בהדברה סיסטמית לבקרה של הלישמניאזיס העורי על-ידי שבירת הקשר בין זבוב החול ומיני המאגר

עדו צורים<sup>1,2</sup>, גיל בן-נתן<sup>2</sup>, גדעון וסרברג<sup>3</sup>, צביקה אברמסקי<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> המכללה האקדמית אחוה, <sup>2</sup> אוניברסיטת בן גוריון בנגב, <sup>3</sup> אוניברסיטת צפון קרוליינה בגריסבורו, ארה"ב

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

בעשור האחרון, אנו עדים להתפרצות חריפה של הלישמניאזיס העורי, הנגרם על-ידי הטפיל *Leishmania major*, בקרב האוכלוסייה האנושית. התפרצות זו לוותה בהתפשטות מהירה של המחלה מהאזורים האנדמיים לאזורים נרחבים חדשים – עמק בית שאן, וצפון מערב הנגב. באזורים אלה, גם זוהה מעבר של הלישמניה ממין המאגר ה"מסורתי", פסמון המדבר (*Psammomys obesus*), למיני מאגר חדשים, המרכזי שבהם מריון מצוי (*Meriones tristrami*), מזיק חקלאי. גישות ההדברה המיושמות כיום, אינן יעילות לבקרה רחבת היקף וברת קיימא של המחלה ודורשות השקעה מרובה בזמן ובכסף. בנוסף, לרובן השפעות שליליות משמעותיות על תפקוד המערכות האקולוגיות. במחקר זה פיתחנו יישום של גישת ההדברה הסיסטמית למערכת העברת המחלה בישראל.

נקבת זבוב החול (הוקטור) המוצצת דם, הדרוש להבשלת ביציה, ממכרסם (מאגר) נגוע בטפיל הלישמניה, מודבקת אף היא בטפיל. כאשר נקבת זבוב החול עוקצת יונקים אחרים היא מעבירה אליהם את הטפיל ומדביקה אותם. על כן, ניתוק ממוקד של הקשר בין זבוב החול והמכרסם יצמצם משמעותית את התפשטות טפיל הלישמניה תוך פגיעה מצומצמת בלבד במערכת האקולוגית.

ניתוק הקשר בין המכרסם לזבוב החול מתבסס על גישת ההדברה הסיסטמית: טיפול במכרסם בחומר הדברה סיסטמי נגד חרקים, כך שזה הופך רעיל לנקבות זבוב חול הניזונות ממנו בארוחת דם. גישה זו צפויה להוריד משמעותית את מידת הנגיעות בטפיל בקרב אוכלוסיית זבובי החול ולכן גם את ההסתברות להדבקת בני אדם.

במהלך חמש השנים האחרונות פיתחנו בהצלחה פיתיון למכרסמים המשלב בתוכו חומר הדברה סיסטמי הפוגע בנקבות זבוב החול הניזונות מהמכרסם אך לא במכרסם. בניסויי מעבדה ובניסויי שדה בקנה מידה מקומי הדגמנו הפחתה ממוצעת של 86% במספר נקבות זבוב החול המגיחות מתוך מחילות של מכרסמים שטופלו בפיתיונות. זאת, בעוד מספר הזכרים לא הושפע מהטיפול (הנקבות בלבד הן העוקצות ומעבירות את הטפיל). כמו כן, הדגמנו רעילות משמעותית של הפרשות המכרסמים לזחלי יתושים (וככל הנראה גם זבוב חול). תוצאות ראשוניות מצביעות גם על הפחתה משמעותית בשכיחות הופעת טפיל הלישמניה בקרב אוכלוסיית זבוב החול.

תוצאות ניסויים אלה מצביעות על היתכנות גבוהה להצלחת יישום ההדברה הסיסטמית ככלי משמעותי בבקרה של מחלת הלישמניאזיס העורי במגוון פונדקאים אפשריים. אנו פועלים כעת לפיתוח היישום של גישה זו להפעלה בתנאי שדה מלאים, בקנה מידה של ישוב.



## הדברה מבוססת-סמביונטים – מהלכה למעשה

עינת צחורי-פיין

המחלקה לאנטומולוגיה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז מחקר נווה יער, רמת ישי

[einat@agri.gov.il](mailto:einat@agri.gov.il)

כמו מרבית היצורים, פרוקי רגליים חולקים מערכת הדוקה של יחסי גומלין עם מספר רב של יצורונים (מיקרואורגניזמים) כגון וירוסים, חיידקים ופטריית ולאלה האחרונים יש השפעות מגוונות על הביולוגיה של פונדקאיהם. ניתן לחלק חיידקים סמביונטיים לשתי קבוצות: 1) סימביונטיים הכרחיים (ראשוניים), הנדרשים להתפתחות ולהישרדות החרק; ו-2) סימביונטיים פקולטיביים (שניוניים), השוכנים בחרק בתדירויות משתנות ובדרך כלל אינם הכרחיים להישרדותו. בנוסף, חרקים רבים מעבירים בגופם מחוללי מחלות לחי ולצומח. הדברה מבוססת-סמביונטיים (symbiont-based control) מוגדרת כשימוש ביצורונים להדברת מזיקים ומניעת העברת מחלות על ידם. מידע המתקבל מזיהוי ואפיון הרכב אוכלוסיות היצורונים בתוך גופם של מיני חרקים בעלי חשיבות חקלאית וכלכלית יכול לכן לשמש כבסיס להבנת לפיתוח וקידום שיטות הדברה חדשניות, מגוונות וידידותיות לסביבה. הפחתת נזקים לחי ולצומח בעזרת שימוש בחיידקים קורמת עור וגידים עם התקדמות הטכנולוגיה והידע הרב שנאסף.

## הדברת חרקי מחסן על ידי ננו-אמולסיה של פוליגון - המרכיב העיקרי בשמן אתרי מזוטה לבנה

אלעזר קווין, גלעד גולדן, מולה נגה, אלי שעה, ילנה פוברנוב, משה קוסטיוקובסקי  
המחלקה לחקר איכות מזון ובטיחות, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי, ראשון לציון

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

מזיקי מחסן מהווים גורם עיקרי לפחת גרעינים ומזון יבש מאוחסנים. להדברת מזיקים אלה משתמשים כיום בגזים רעילים בשיטת אידוד ובקוטלי חרקים שאריתיים (פרוטקטנטים). שתי השיטות יעילות להדברת חרקים אך לשתייהן חסרונות בולטים: רעילות גבוהה לאדם ובע"ח, התפתחות תנגודת, זיהום הסביבה ועוד. במטרה לפתח תחליפים לחומרים אלה נבדק המרכיב העיקרי של שמן אתרי מצמח זוטה לבנה: מונוטרפן פוליגון. בניסויים קודמים נמצא החומר פעיל מאוד נגד חרקי מחסן. על מנת לפתח שיטת יישום בגרעינים מאוסמים, הפוליגון עבר אנקפסולציה באמולסיות משני סוגים: רגילה וננו. בניסוי מעבדה ופיילוט נבדקה היציבות של אמולסיות אלו והכושר שחרור של החומר הפעיל. פעילותן הביולוגית נגד שני חרקי מחסן: חרק ראשוני חדקונית האורז *Sitophilus oryzae* L., וחרק משני חיפושית הקמח הערמונית *Tribolium castaneum* Herbst, בדרגת בוגר, נבדקה בכלים מעבדתיים וחצי-מסחריים. בניסויי המעבדה נמצא שלננו אמולסיה על בסיס פוליגון (10% חומר פעיל) יתרונות ביציבות, יעילות ובמשך הפעילות, לעומת האמולסיה הרגילה. בניסויי הפיילוט נמצאה יעילות גבוהה בשתי האמולסיות במשך 10 שבועות לפחות, וחיפושית הקמח הערמונית נמצא סביל יותר לטיפול בהשוואה לחדקונית האורז. הניסוי נמשך.

ננו אמולסיה על בסיס חומר טבעי משמן אתרי מצמח זוטה לבנה יכולה לשמש כאמצעי טבעי, ידידותי לאדם וסביבה, להדברת חרקי מחסן בגרעינים ומזון יבש מאוסמים.

## פיתוח אמצעי הדברה ידידותי נגד אקרית הוורואה מבוסס פטריות אנטומופאגיות

רון קורקידי<sup>1,2</sup>, ויקטוריה סרוק<sup>2</sup>, אריק פלבסקי<sup>2</sup>, יוסף קמר<sup>2</sup>, אדוארד בלאוסוב<sup>3</sup>, דנה מנט<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> בית הספר ללימודי הסביבה ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל אביב  
<sup>2</sup> המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגנת הצומח, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון  
<sup>3</sup> מכון למדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי, ראשון לציון

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

דבורת הדבש *Apis mellifera* היא מאביק חשוב בטבע בכלל ולחקלאות בפרט. כיום דבורת דבש הבר נכחדה בישראל וכך שאוכלוסיית דבורי הדבש לצורך האבקה תלויה לגמרי במגדלי הדבורים. בשנים האחרונות, מדווחים על פחת דבורי דבש כמעט מכל רחבי העולם. מדי שנה כשליש מכוורות הדבורים מתחסל ונבנה מחדש בגלל מזיקים, גורמי מחלות, תכשירי הדברה ועוד. הבעיה המרכזית של גידול דבורים כיום בארץ וברוב העולם היא התמודדות עם טפיל חיצוני של דבורים, אקרית הוורואה *Varroa destructor*. וורואה הינה טפיל אובליגטורי, הפוגע בדבורים באופן ישיר על ידי מציצת ההמולימפה וגם באופן עקיף על ידי העברת נגיפים פטוגניים. הטיפול המקובל כיום כנגד הוורואה בארץ ובמדינות נוספות הוא יישום תכשיר הדברה סיננטי, אמיתראז Amitraz. מקלות הספוגים בחומר מוכנסים לכוורת לפרקי זמן בני 6 שבועות פעמיים בשנה. טיפול זה החליף טיפולים מבוססי זרחן אורגני ופירטרואיד להם האקרית כבר פתחה עמידות. מחשש שהשימוש באמיתראז לבדו אינו פתרון ארוך טווח אנו מחפשים פתרונות ש: (1) יהיו בטוחים לדבורים במידת האפשר, (2) יהיו בעלי שאריות נמוכה במוצרי המכוורת, (3) לא יובילו להתפתחות אוכלוסיות עמידות בוורואה.

אחד מאמצעי ההדברה הידידותיים שנבחנו על ידינו הן פטריות אנטומופאגיות המהוות אויב טבעי לפרוקי רגליים רבים ואינן מזיקות כלל לבעלי חוליות ולמאביקים. במסגרת מחקר זה בדקנו את יעילותן של מספר שיטות יישום של נבגי הפטרייה *Metarhizium*. המחקר התמקד בתבדידים אשר הראו בעבר יעילות רבה בהדברת קרציות. במסגרת המחקר בחנו שיטות יישום שונות של נבגי הפטרייה כנגד הוורואה במעבדה ובשדה, כל זאת תוך הערכה של השפעת הטיפול על הדבורים. הרצינול מאחורי שיטות היישום שנבחנו מתייחס ליכולתן הטבעית של מאביקים לשאת אבקות באופן יעיל. מתוך ראייה זו נבחנו מידת ההעברה של נבגים פלואורסנטיים בין אוכלוסיית הדבורים לאוכלוסיית האקריות. התוצאות העידו כי אכן קיימת העברת נבגים אפקטיבית משערות רגלי הדבורים אל האקריות. בניסוי שנעשה במכוורת נמצא כי טיפול בנבגי הפטרייה גרם לשיפור איכות הוולד לעומת הביקורת הלא מטופלת. כמו כן, נראה כי נוכחות הפטרייה גרמה לירידה במספר התאים הנגועים בוורואה בכוורת. אולם, אקריות שנאספו במהלך הניסוי לא נמצאו עם סימני נגיעות בפטרייה. התוצאות החיוביות של המחקר מצביעות על הצורך להמשיך ולפתח אמצעי הדברה זה על מנת להבין לעומק את הסיבה לשיפור איכות וולד הדבורים וכמו כן לייעל את שיטת היישום בכדי שתהיה זמינה למגדלי דבורים.

## השפעות ישירות ועקיפות של אויבים טבעיים על הפצת מחלות צמחים על ידי וקטורים

אור קיסר<sup>1,2</sup>, ינון שרף<sup>2</sup> ואסף שדה<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מרכז וולקני, ראשון לציון  
<sup>2</sup> בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב,

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

הדינמיקה של מחלות ויראליות רבות תלויה באקולוגיה מורכבת של הווקטורים המעבירים אותן. אויבים וטורפים טבעיים מצופים לבקר את אוכלוסיות הווקטורים, אך השפעתם בפועל על הפצת מחלות עודנה בלתי צפויה, כנראה בגלל השפעות מכריעות ומגוונות של הטורפים על תכונותיהם ותפקודם של הווקטורים שלא נטרפו. אויבים טבעיים עלולים, לצד בקרת אוכלוסיית הווקטורים, לגרום לשאריתם להפיץ מחלות בצורה שונה, בין היתר על-ידי שינוי קצב התפתחות שלהם, שכן מאפייני ההפצה של פתוגנים משתנים לאורך השלבים ההתפתחותיים של הווקטורים המפיצים אותם. הדבר עשוי לקבוע במידה רבה את פוטנציאל ההצלחה של ממשקי בקרה הנסמכים על טורפים אלה במחקר זה בחנו כיצד הפצת מחלות בצמחים עשויה להשתנות כתוצאה מהשפעותיו של אויב טבעי על קצב התפתחותם של הווקטורים, בנוסף להשפעתו על מספרם. בנינו מודל מתמטי שעוקב אחר השינוי במספר הצמחים הנגועים במערכת הכוללת אוכלוסיות דינאמיות של טורף ושל וקטורים בשלבי חיים שונים. המודל שימש לבחינת השפעתם האפידמיולוגית של הטורפים באמצעות אנליזות נומריות תחת תרחישים המייצגים מערכות וירוס-חרק-צמח מוכרות. מניתוח המודל עולה כי שינויים בקצב ההתפתחות של וקטורים יכולים לשנות משמעותית את שכיחות המחלה בגידולים. במרבית הניתוחים נמצא שדיכוי קצב ההתפתחות ע"י הטורף מביא לעליה בשכיחות המחלה, אך עוצמת השפעה זאת משתנה בין מחלות בעלות מאפיינים שונים. לדוגמא, במחלות בהן השלבים הצעירים של הווקטור הכרחיים לצורך רכישה מוצלחת של המחלה, השפעתו העקיפה של הטורף על שכיחות המחלה גדולה. לעומת זאת, לטורף השפעה עקיפה מועטה במחלות בהן וקטורים בשלבי חיים שונים מתפקדים באופן דומה. המודל מציע כלי למיקודם של מחקרים העוסקים במחלות ספציפיות ובקרתן ע"י טורפים בכך שהוא מאפשר הערכה של הגורמים הצפויים להיות משמעותיים לתיפקודם של הטורפים הנבחנו.

## כיצד נוחתות השפיריות? אומדן מרחק והתאמת מהירות התעופה בחיצית ההדורה (*Ischnura elegans*)

גל ריבק זזיו קסנר  
בי"ס לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

[gribak@post.tau.ac.il](mailto:gribak@post.tau.ac.il)

נחיתה על גבעול הנע ברוח או יירוט חרק קטן באוויר הן פעולות מוטוריות הדורשות קואורדינציה גבוהה בין מערכת הראיה של חרקים מעופפים לבין תנועות הכנף המביאות את החרק אל מטרתו. בגלל מבנה העין המורכבת, אומדן מרחק בחרקים הוא בעייתי ולא ברורים לחלוטין מנגנוני עיבוד המידע היוזאלי המנחים את החרק אל מטרתו בזמן אמת. בעבודה הנוכחית בדקנו כיצד השפירית חיצית ההדורה (*Ischnura elegans*) מכוונת את מהירות התעופה שלה בהתאם למידת הקירבה לעצם עליו היא נוחתת.

שפיריות (N=20, כולן נקבות) הוכנסו לזירת תעופה מלבנית שבמרכזה ניצב עמוד (מוט אנכי באורך 25 ס"מ ובקוטר 3 מ"מ). השפיריות צולמו באמצעות מצלמות וידאו מהיר כשהן עפות לעבר העמוד ונוחתות עליו. מתוך הסרטים מדדנו את המהירות הרגעית של השפיריות כתלות במרחק מנקודת הנחיתה והזמן עד למפגש עם העמוד. הנתונים נבחנו כנגד מספר מודלים אפשריים לחישת קירבה על סמך מידע ויזואלי, המבוססים על מדידת התפשטות עצמים על פני הרשתית ככל שבעל החיים מתקרב למטרתו.

השפיריות זיהו את העמוד ופנו לעברו כבר ממרחק של 10.1 ס"מ בממוצע (ס.ת. =  $\pm 3.67$ , N=20). הן התכוונו לנחיתה עליו על ידי פרישת הרגליים כבר ממרחק של  $2.4 \pm 1.99$  ס"מ מהעמוד. עם זאת, מהירות התעופה נותרה כמעט ללא שינוי, והאטה משמעותית החלה רק ממרחק ממוצע של  $4.1 \pm 13$  מ"מ מהמטרה. העצירה התבססה במידה רבה על בלימת מהירות התעופה לאחר המגע עם העמוד ברגליים. בזמן מגע הראשוני של הרגל בעמוד הייתה מהירות השפירית כמחצית ( $53\% \pm 27.9\%$ ) ממהירות התעופה לפני תחילת ההאטה. במהלך ההאטה באוויר (לפני הנגיעה בעמוד), המהירות בכל רגע נתון הושפעה במידה רבה משונות בייצור הדחף במהלך שלבי מחזור הנפנוף. אולם, שינוי המהירות עם המרחק מהעמוד דומה לפונקציה לוגריתמית והוא שונה מהותית מהידוע על האטה של דבורי דבש לקראת נחיתה על משטח אנכי אך דומה לנחיתה של זבובי פירות על גלילים אנכיים.

הנתונים מרמזים שהן קצב התפשטות המטרה על גבי הרשתית והן גודלה הזוויתי מהווים גירוי להאטה כאשר הפרמטר המכתיב את ההאטה עם המרחק הוא קצב שינוי קבוע לזמן לפגיעה בעמוד (מכונה 'טאו-דוט'). יחד עם זאת ערכי טאו-דוט ( $-0.84 \pm 0.209$ ) נמוכים, כך שההאטה היא פתאומית ומתחילה רק ממרחק קטן מהמטרה. אנו מציעים שערך טאו-דוט נמוך מאפשר לשפיריות ליירט טרף קטן ללא האטה משמעותית מחד ולנחות על עצמים דקים בבטחה ובדיוק, מאידך. אולם, ערך טאו-דוט נמוך מגביר את העומס על הרגליים שכן הנחיתה מתבצעת במהירות גבוהה כך שכוח הבלימה שמפעילים הרגליים במהלך הנחיתה גדול מפעמיים וחצי ( $2.7 \pm 3.56$ ) ממשקל הגוף.

התוצאות ממחישות את רמת הדיוק המרשימה אליה מצליחות להגיע השפיריות בבקרה על תעופה בטווחי זמן ומרחק קצרים. יכולות זו ככל הנראה נגזרת מתוך התאמתם של השפיריות לצורת חיים של טורף אווירי המתקיים על יירוט טרף קטן ומתמרן באוויר.

## חרקים על סף הכחדה כביואינדיקטורים לאיתור, אפיון וניטור בתי גידול ייחודיים בישראל

איתי רנן

המעבדה האנטומולוגית לאקולוגיה יישומית, המוזיאון לטבע ע"ש שטיינהרדט והמרכז הלאומי לחקר המגוון הביולוגי, בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

[ittairen@post.tau.ac.il](mailto:ittairen@post.tau.ac.il)

צמצום ואבדן בתי גידול המתרחשים בקצב גובר ברוב השטח היבשתי של כדור הארץ הם בין הגורמים המרכזיים לתהליך הכחדה של מיני צמחים ובעלי חיים בשיעור לא ידוע. בעוד שהדאגה לאבדן מיני צמחים וחולייתנים בעולם ובארץ ניכרת, ומאמצים רבים מושקעים בצמצום התהליך, חרקים בסכנת הכחדה נמצאו במשך עשורים רבים בשולי המאמץ. אולם, בשנים האחרונות גובר העניין בחרקים ופרוקי רגליים "אדומים" מתוך הבנה כי במקרים רבים זיהוי ומעקב אחר מיני פרוקים באיום מציף מידע חשוב על מצב התפקוד של מערכות אקולוגיות. חרקים רבים תלויים לחלוטין בבית גידול אחד, לעיתים מצומצם בשטחו. מינים רבים תלויים לחלוטין בפונדקאי אחד, צמח או בעל חיים. ישנם מיני חרקים המשמשים כמאבקים בלעדיים של מיני צמחים מסוימים. חרקים ספציליסטים הם אינדיקטורים רגישים ביותר למצב בית הגידול ושינויים במצב המין עשויים להעיד באופן מיידי על פגיעה המתרחשת במערכת הייחודית. ישנה חשיבות רבה באיתור וזיהוי בתי גידול ייחודיים לשם הגנה על המגוון הביולוגי, אך האיתור והזיהוי של בתי גידול אלו אינו תמיד מובן מאליו. שינויים בתנאי בתי גידול עשויים להתרחש באופן ובקצב שאינם תמיד ניתנים לזיהוי. בישראל, בה תהליכי פיתוח מתרחשים כל העת בקצב מהיר, יש חשיבות רבה לזיהוי בתי גידול ייחודיים ולפיתוח כלים רגישים למעקב אחר מאפניהם ומצבם. ערצב ים המלח (*Gryllotalpa marismortui*), מין אנדמי המתמחה באזורי נביעות בחופי ים המלח; גדית פרת (*Grammognatha (Megacephala) euphratica*), מין חיפושית מרשימה אשר תפוצתה מוגבלת לבתי גידול לחים ומליחים; חולון החוף (*Ocypode cursor*), סרטן גדול החי ברצועת חולות צרה לחופי הים התיכון; החיפושית היקרונית, *Rosalia alpine*, שזחליה גדלים בגזעי עצים מתים ותכשיטית זוהרת (*Calopteryx syriaca*), שפרירית מצפון הארץ, מינים אלו ורבים אחרים שאוכלוסיותיהם הצטמצמו באופן ניכר בשנים האחרונות, מתפקדים כביואינדיקטורים רגישים למערכת האקולוגית וככלי התרעה יעיל לזיהוי שינויים המאיימים על בתי הגידול הייחודיים. ישנה חשיבות רבה באיתור מיני חרקים ופרוקי רגליים אחרים המאכלסים בתי גידול ייחודיים, ולמעקב ארוך טווח אחרי מינים אלו כסמנים של מערכות אקולוגיות רגישות.

## תלוליות או לא להיות: מי בונה תלוליות קטנות בערבה ולשם מה?

ניצן שגב<sup>1,2</sup> ועמוס בוסקילה<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, <sup>2</sup>מרכז מדע ים המלח והערבה

[nitzan@adssc.org](mailto:nitzan@adssc.org)

בהרצאה זאת נציג ממצאים ראשוניים שאספנו השנה בערבה, במהלך ניטור זוחלים בשמורת עברונה, כאשר שמנו לב לתלוליות בגובה עד כ-5 ס"מ ובקוטר כ-8-15 ס"מ. תלוליות זהות נצפו גם בתחום קיבוץ יטבתה. התלוליות מורכבות לרוב מאבנים קטנות, בקוטר מילימטרים בודדים, אך משולבים בהן גללים של צבי, ולעתים גם חומר צמחי: שברי גבעולים וזרדים קצרים. התלוליות נמצאות במגוון בתי גידול – מישורי רג, ערוצים קטנים, ופחות מכך בערוצי ואדי גדול. לעתים התלוליות נמצאות בקרבה לקיני נמלים שבפתחם אבנים הדומות בגודלן לאבנים שבתלוליות, אולם במקרים רבים, לא נראים בקרבת התלוליות קיני נמלים. בחפירה מתחת לתלוליות אחדות נמצאה מחילה בקוטר של כ-1-2 ס"מ. בתוך המחילות נמצאו פגרי נמלים וחיפושיות. מתצפיות ישירות ובאמצעות מצלמות אוטומטיות נצפו במקרים אחדים נמלים עולות על התלולית. אחת הנמלים הועברה לזיהוי והוגדרה כקמפונית פולחת (*Camponotus fellah*). בכל התצפיות נצפתה רק נמלה בודדת על התלולית ובמיקרים אחדים, הנמלה נצפתה בעת שהיא מוסיפות על התלולית פיסת גבעול. עם זאת יש לציין שכאשר מסירים תלוליות, בין אם הן קרובות לקיני נמלים או לא, לא נצפה עדיין תיקון או איסוף של מרכיבי התלולית. בחודש ספטמבר נמצאו מספר תלוליות פתוחות באופן טבעי והאבנים, הגללים והגבעולים מסודרים סביב לפתח בקרקע, ואילו בחודשים הקודמים של הקיץ, רק תלולית אחת נמצאה פתוחה. לא נראה שתלוליות אלה מתפקדות לחסימת קיני נמלים על ידי מינים מתחרים, כפי שתואר מספרד. היפותיזות לתפקיד התלוליות שדורשות עדיין בדיקה הן 1. יצירת מיקרו-אקלים הדרוש במחילות תת-קרקעיות לפחות בחלק מעונות השנה 2. חסימה של פתחי מחילות של טורף כלשהו. נשמח לשמוע רעיונות אחרים ביחס לתלוליות וכן היפותיזות נוספות לבדיקה.

## השפעת סמיוכימיקלים מרוזמרין על כנימת עש הטבק

שדה דגנית<sup>1,2</sup>, נדב ניצן<sup>2</sup>, מוראד גאנם<sup>3</sup>, דוד חיימוביץ<sup>2</sup>, אלונה שכטר<sup>2</sup> ונתיב דודאי<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> החוג למדעי הצמח, הפקולטה לחקלאות, רחובות, <sup>2</sup>המחלקה לתר"ב, מרכז מחקר נווה יער, רמת ישי  
<sup>3</sup>המחלקה לאנטומולוגיה, מרכז וולקני, ראשון לציון

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

עיצוב חברה אקולוגית מבוסס על יחסי גומלין, שברובם מעורבים סמיוכימיקלים. הפעילות החקלאית מספקת כר נרחב לחקר יחסי גומלין אלה. כנימת עש הטבק (כע"ט) (*Bemisia tabaci*) (Hemiptera: Gennadius) (Aleyrodidae) גורמת לנזקים כלכליים בגידולים חקלאיים רבים. כע"ט מוגדרת כקומלפקס של מינים חבויים, הנבדלים ביולוגית וגנטית. חלק מהמינים ידועים ביכולתם לפתח עמידות לקוטלי מזיקים, מה שמעלה הצורך בפיתוח חלופות להדברתם. הבדלים במשיכה לכע"ט נצפו בשדה בכימוטיפים של רוזמרין רפואי (*Rosmarinus officinalis*: Lamiaceae), מהמאגר הגנטי החי בנווה יער. רוזמרין נפוץ באוכלוסיות הבר באגן הים התיכון כשיח רב-שנתי, ירוק-עד, המכיל בשמן האתרי שלו חומרים משמרים ונוגדי חמצון. מטרת המחקר היא לאפיין את מנגנון העמידות הגנטית של רוזמרין, המושתת על סמיוכימיקלים, המשפיעים על התנהגות כע"ט, והוצבו לו היעדים הבאים:

1. לבחון העדפות כע"ט לכימוטיפים של רוזמרין בנווה יער.
  2. לאפיין הכימוטיפים, שנמצאו מושכים או דוחים כע"ט, מבחינה כימית ומורפולוגית.
- 32 כימוטיפים של רוזמרין – א. הועמדו במבחני "בחירה" להעדפות בוגרי כע"ט במעבדה, באמצעות שני תאים, המחוברים בצינורית זכוכית; ב. אפיון השמן האתרי שלהם בוצע ב-GC-MS. בכימוטיפים נבחרים - ג. נבחן אכלוסם בחדר גידול (26 מ"צ, 60% RH, 10:14 יום:לילה); ד. נערכו צילומי עלים תחת מיקרוסקופ (Leica DVM6). במבחני ה"בחירה" התקבלו הבדלים מובהקים במידת משיכת הכנימה לכימוטיפים, עם שיעורי שמן אתרי שונים. באפיון השמן האתרי של הכימוטיפים, נמצא כי תכולת הנדיפים משתנה בין עונות, וניתן לקבצם ל-3 טיפוסים, המסבירים כ-70% מהשונות – i. טיפוס Verbenone, ii. טיפוס Camphor, iii. טיפוס  $\alpha$ -pinene + 1,8-cineole. בכל טיפוס, כ-15% מהכימוטיפים יציבים בתכולת הנדיף המאפיין במהלך השנה. באכלוס כימוטיפ מושך בכע"ט בהשוואה לדוחה נמצא הבדל מובהק בקיץ. שונות מורפולוגית תועדה במבנה העלווה בחורף לעומת הקיץ. הבדלים במורפולוגיה, בשיעור השמן האתרי, בהרכבו ובריכוזי הנדיפים בעלוות הצמח, המשפיעים על כע"ט במהלך השנה, מרמזים על מורכבות יחסי הגומלין צמח-חרק. בתהליך הטיפוח לעמידות לכע"ט ניתן להיעזר בהרכב הסמיוכימיקלים בכימוטיפים של רוזמרין, כסמן כימי.



## סיסטמטיקה של צרעות עפצי האלון (Hymenoptera: Cynipidae) בישראל והשפעת קיטוע בית גידול על דגמי תפוצתן

עינת שחר<sup>1</sup>, אבי בר מסדה<sup>2</sup>, משה ענבר<sup>3</sup>, נטע דורצ'ין<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> בית הספר לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל אביב  
<sup>2</sup> החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה באורנים  
<sup>3</sup> החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, הפקולטה למדעי הטבע, אוניברסיטת חיפה

[einat.laor@gmail.com](mailto:einat.laor@gmail.com)

צרעות עפצי האלון שייכות למשפחת הצרעפצייתיים (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) ומהוות את אחת הקבוצות הגדולות והמגוונות של חרקים יוצרי עפצים, הכוללת כ-1000 מינים מתוארים ומינים רבים שטרם תוארו. הצרעפצייתיים מאופיינים במחזור חיים הכולל שני דורות בשנה, דור מיני ודור אל-מיני, השונים זה מזה הן במורפולוגיית הצרעות והן במורפולוגיית העפצים, דבר המקשה על קישור בין הדורות של אותו מין. פאונת הצרעפצייתיים של אירופה וצפון אמריקה נחקרה רבות, אך חלקים אחרים באזור הפלארקטי, כולל המזרח התיכון, נחקרו מעט והידע על קבוצה זו בישראל היה עד כה מוגבל ביותר. זהו המחקר המקיף הראשון שעסק בסיסטמטיקה ובאקולוגיה של צרעפצייתיים על חמשת מיני האלון הגדלים באופן טבעי בישראל, מהחרמון ועד להרי יהודה. במסגרת עבודת הדוקטורט ערכתי סקר סיסטמטי מקיף של חרקים אלה תוך שימוש בכלים מורפולוגיים ומולקולאריים במטרה לברר מיהם המינים הנמצאים בישראל, מהי הביולוגיה שלהם, וכיצד הם משתלבים בשחזורים הפילוגנטיים הקיימים המבוססים על המינים האירופים. פרק נוסף בעבודה עסק בהשפעת קיטוע בית גידול על הרכב אוכלוסיות הצרעות. בחלק זה של המחקר התמקדתי במיני הצרעפצייתיים המתפתחים על אלון התבור באזור הגליל התחתון, מאחר ואזור זה מאופיין בתפוצה מקוטעת של אלוני תבור היוצרים 'כתמים' בגדלים שונים עד כדי עצים בודדים. במשך שלוש שנים דגמתי 20 אתרי איסוף ברחבי הארץ בהם תיעדתי 55 מיני צרעפצייתיים, מהם 6 חדשים למדע. מצאתי כי לכל מין אלון עפצים הייחודיים לו בלבד ורבים מהם טרם דווחו בספרות המדעית, אך קיימים גם מינים המתפתחים על יותר ממין אחד של אלון, לעתים תוך חילוף פונדקאים בין הדור האביבי לסתווי. מצאתי כי קיימת שונות בתפוצה, בצפיפות ובהרכב אוכלוסיות הצרעות בין מיני האלונים, בין עצים שונים מאותו המין ובין אזורים שונים בישראל, כך שחלק מהמינים מופיעים כמעט בכל האזורים שנסקרו, בעוד שמינים אחרים ספציפיים לאזורים מסוימים בלבד. יצרתי מפתח להגדרת כל המינים על פי עפציהם, תיארתי שני מינים חדשים למדע, ובאמצעות כלים מולקולאריים הצלחתי לקשר בין הדורות של ארבעה מינים שהיו ידועים עד כה מדור אחד בלבד. אנאליזה רבת משתנים של נתוני מגוון ושפע עפצים במשך שתי עונות הראתה כי אין הבדל בהרכב האוכלוסיות בין עצים בכתמים ועצים בודדים, כך שעץ בודד תומך במגוון ועושר מינים דומה לזה של עצים בכתמים. מכאן שלעצים בודדים פוטנציאל להוות גשר בין כתמים ויש להם חשיבות גדולה בשימור החרקים הקשורים אליהם בבתי גידול מקוטעים.

## הבסיס הגנומי של התנהגות חברתית בדבורת הדבש והדמיון לבני האדם

חגי שפיגלר<sup>1,2</sup>, מייקל סול<sup>1</sup>, איימי קאש-אחמד<sup>1</sup>, פרידה קורונה<sup>1</sup>, לינדסי בלוק<sup>1</sup>, וג'ין רובינסון<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> המכון לביולוגיה גנומית על שם קארל ווז, האוניברסיטה של אילינוי באורבנה שמפיין  
<sup>2</sup> המחלקה לאקולוגיה אבלוציה והתנהגות, המכון למדעי החיים על שם אלכסנדר סילברמן, האוניברסיטה  
העברית בירושלים

[Hagai.shpigler@mail.huji.ac.il](mailto:Hagai.shpigler@mail.huji.ac.il)

דבורת הדבש חיה במושבות המונות עשרות אלפי פרטים המקיימים מערכת חברתית ותקשורתית מורכבת. כאשר דבורים נפגשות עליהן להחליט על אופי התגובה המתאים למצב ובפניהן עומדות שלוש אפשרויות מרכזיות: האחת לנהוג בתוקפנות, השניה לנהוג בחמלה והשלישית היא אדישות. במחקר בדקנו האם להתנהגויות השונות קיים פרופיל גנומי יחודי במח הדבורה. לצורך כך עקבנו אחר קבוצות של עשר דבורים להן הצגנו גירויים חברתיים שונים. על מנת לעורר תוקפנות הכנסו לקבוצה דבורה זרה, גירוי המעורר תוקפנות בין הדבורים המקומיות לדבורה הפולשת; לעומת זאת כאשר הצגנו בפני הדבורים זחל של מלכה, הדבורים נהגו כלפיו בחמלה והעניקו לו טיפול אמהי. בתום חשיפה של חמש דקות השארנו את הקבוצות ללא גירוי למשך 30, 60 או 120 דקות על מנת לאפשר לשינויים מולקולארים להתרחש. בתום הזמן אספנו את הדבורים אשר הגיבו באופן החזק ביותר ובדקנו בעזרת אנליזה של ביטוי גנים (RNA sequencing) אלו גנים עברו שינוי ברמת הביטוי כתגובה לגירויים החברתיים השונים. מצאנו כי בשני המקרים האותות החברתיים עוררו תגובה גנומית חזקה של מאות גנים אשר השתנתה לאורך הזמן. מצאנו כי קבוצה גדולה של גנים מגיבה באופן זהה לשני הגירויים, וקבוצות נוספות של גנים משתנות רק באחד המקרים. ממצאים אלו מציעים כי גירויים חברתיים מעוררים תגובה גנומית יחודית ללא קשר להתנהגות אותה הן מעוררים וכי סוג הגירוי, חיובי או שלילי, מעורר מסלולים נוספים יחודיים לכל אחד מהמקרים. בניסוי נוסף חשפנו קבוצות של דבורים לגירויים חברתיים חוזרים. לאחר בחינה של מאות קבוצות משבע מושבות, מצאנו כי כ- 14% מהדבורים נשארו אדישות לכל הגירויים אותם הצגנו. בעזרת אנליזה ביטוי גנים בחנו האם לדבורים אלו פרופיל ביטוי גנים יחודי במוחן בהשוואה לדבורים שהגיבו לגירויים החברתיים ומצאנו הבדלים במאות גנים. כאשר השונו גנים אלו לגנים הקשורים לאוטיזם בבני אדם, תסמונת המאופיינת אף היא ברגישות חברתית נמוכה, מצאנו חפיפה יחודית ומובהקת. הסקנו כי על אף המרחק האבולוציוני הרב בין הדבורה והאדם, המנגנון המתווך התנהגות חברתית בשני המינים מבוסס על כלים גנטיים דומים.

## מיזמי חינוך והסברה לקהילה בנושאי הדברה ידידותית לסביבה באמצעות סוכני שינוי צעירים בבית הספר ערוגות רבקה בזיכרון יעקוב

דנה ששון  
מנהלת ביה"ס ערוגות רבקה

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

באמצע שנות החמישים הקים משרד החינוך בתי ספר ייחודיים ללימוד חקלאות וסביבה: "חוות לחינוך חקלאי וסביבתי", החוות החקלאיות משמרות, מלמדות ומחנכות לאהבת החקלאות, עבודת האדמה, הטבע והסביבה כערכים מרכזיים ומשמעותיים בתולדות העם והארץ. החווה החקלאית "ערוגות רבקה" הוקמה בשנת 1972 ונחנכה על ידי גברת רבקה אהרונוסון. בחווה לומדים היום 2000 תלמידים מקשת רחבה של גילאים ממכלול הרבדים של מערכת החינוך; צוות המורים בחווה כולל מומחים בתחומם, מוכר ומוערך גם בזכות שיתוף הפעולה והקשר ההדוק עם הקהילה.

החקלאות מגדירה את אופיין המיוחד של מושבות ו חשיבות עצומה לכך שהקהילה תהייה ערה ופעילה בקשר הישיר עם החקלאות וההשפעות ההדדיות מרחיקות הלכת.

**זבוב הפירות הים-תיכוני** המזיק החקלאי המאיים והמרוסס ביותר בישראל. היום ברור שניתן להפחית באופן משמעותי את כמויות חומרי ההדברה באמצעות שלוש פעולות פשוטות: הצבת מלכודות פיתיון, איסוף הפירות הרקובים, קטיף כל הפירות במועד הבשלתם. פעולות אלו יהיו יעילות רק אם יבוצעו גם בחצרות הפרטיות. טיפול בזבוב הפירות בבתי משפיע באופן ישיר על החקלאות, כמו גם שהפחתה בכמות הזבובים משפיעה על צמצום חומרי הריסוס המפוזרים בסביבה.

חזון המיזם החינוכי קהילתי ב"ערוגות רבקה" הוא העלאת המודעות לממשק בין השטחים החקלאיים לבתים הפרטיים, אנו חותרים לשיתוף פעולה מלא ועזרה הדדית בין החקלאים לקהילה. על מנת להעלות את המודעות לנושא אנו מתכננים מסע הסברה לקהילה באמצעות סוכני שינוי צעירים:

1. ימי חשיפה, לימוד ופעילות התנסותית לילדי גנים, א'ב'
2. ביצוע קמפיין בית ספרי ע"י השכבה הבוגרת בבית הספר שמתבסס על ערכה דיגיטלית שפותחה ע"י קבוצת תלמידים בהדרכתנו.

**במיזם שותפים: מיזם מושבות השומרון, המועצה המקומית זיכרון יעקוב.**

**ליווי מקצועי: דר' מרים זילברשטיין, עופר מנדלסון, אבי גולדשטיין.**

**ביצוע: צוות בית הספר ערוגות רבקה זיכרון יעקוב**

## הרצאות כרזה וכרזות

## מנגנון החישה הכימית באקרית הוורואה: מבט טרנסקריפטומי

נורית אליאש<sup>1,2</sup>, ניתין קומר סינג<sup>1</sup>, סטרלין טנגראז'אן<sup>1</sup>, נועה סלע<sup>1</sup>, דנה לשקוביץ<sup>3</sup>, יוסי קמר<sup>1</sup>, איליה זיידמן<sup>1</sup>, עדה רפאלי<sup>4</sup> וויקטוריה סורוקר<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון; <sup>2</sup>החוג לאגרואקולוגיה ובריאות הצמח, הפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית, רחובות; <sup>3</sup>המחלקה לשירותים ביולוגים, מכון ויצמן למדע, רחובות; <sup>4</sup>המחלקה לאחסון ואיכות תוצרת חקלאית, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, ראשון לציון

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

אקרית הוורואה, *Varroa destructor*, הינה טפיל חיצוני של דבורת הדבש, ומהווה כיום האיום המרכזי על ענף הדבורים בעולם. חישה כימית הינה אחד החושים המרכזיים בו משתמשת האקרית לאיתור הדבורה, אולם לא הרבה ידוע אודות מנגנון החישה הכימי של האקרית בפרט ופרוקי רגליים שאינם חרקים בכלל. מחקרנו התמקד בחשיפת מרכיבי מנגנון החישה הכימית, על ידי אנליזה טרנסקריפטומית של הרגל הקידמית של האקרית, בה ממוקם האיבר העיקרי לחישה כימית. סריקת הטרנסקריפטום אחר נוכחות של איזורים שמורים האופייניים לחלבוני חישה כימית הידועים בחרקים, חשפה רצפים המקודדים למספר משפחות: ionotropic receptors (IRs), Niemann-Pick disease protein, type C2 (NPC2), odorant binding proteins (OBP), sensory neuron membrane protein (SNMPs) ו-gustatory receptors (GRs). שתי המשפחות האחרונות, מתוארות זו הפעם הראשונה בבעלי כליצרות (Chelicerates). לעומת זאת, לא נמצאו רצפים השייכים לקבוצות הקולטנים מסוג odorant receptors (ORs) ו-odorant co-receptors (ORcos). בנוסף, ניתוח פילוגנטי של קבוצת קולטנים מסוג IRs, חשפה תת-קבוצה חדשה הייחודית לאקריות, ונעדרת ככל הנראה מחרקים. בין קולטני ה-IRs זוהה בטרנסקריפטום האקרית רצף הומולוגי לזה של הקו-רצפטור IR25a, הרצף הקדמון ביותר במשפחת הקולטנים מסוג IRs. השוואת ביטוי הגן בין רגליים קדמיות לרגליים אחרות באמצעות qPCR הראתה כי ביטוי גבוהה ברגליה הקדמיות, בעוד שאינו מתבטא כלל ברגליה האחוריות. ממצא זה מרמז על תפקידו של גן זה בחישה הכימית באקרית הוורואה.

## יעילות שתי פורמולציות דלתאמטרין נגד חרק המחסן חדקונית האורז על משטחי בטון

אנטולי טרוסטנצקי<sup>1</sup>, אלעזר קווין<sup>1</sup>, מולה נגה<sup>1</sup>, רפי חפץ<sup>2</sup>, משה קוסטיוקובסקי<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> המחלקה לחקר איכות מזון ובטיחותו, מרכז וולקני, מנהל המחקר החקלאי  
<sup>2</sup> אדמה מכתשים מפעלים כימיים בע"מ

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

במתקני אחסון רבים, ובהם אסמים ומחסני גרעינים, מבנה המחסן עשוי מבטון. פני השטח של בטון נקבוביים ואלקליים (בעלי תכונות בסיסיות), ולכן בקוטלי החרקים המיושמים על בטון מתרחשת הידרוליזה, התפרקות מהירה וספיגה. החומר הפעיל דלתאמטרין הינו פירטרואיד סינטטי, המיושם בישראל בשני תכשירים (תוצרת אדמה מכתשים מפעלים כימיים בע"מ): קשת EC 2.5% - להדברת מזיקי גרעיני דגניים באחסון; ובאנג'י SC 1.5% - תרכיז רחיף להדברת תיקנים, נמלים וחרקים זוחלים אחרים, זבובים ויתושים בוגרים בתוך הבית ומחוצה לו. בניסוי הנוכחי נבחנה יעילות ריסוס שתי הפורמולציות על פני משטח נקבובי ואלקלי (בטון) ומשטח חלק ולא אלקלי (פלסטיק), נגד מזיק המחסן העיקרי חדקונית האורז (*Sitophilus oryzae*).

בניסוי זה נבנו אזורי החשיפה בצלחת פטרי מפלסטיק, בשטח משוער של 62 ס"מ<sup>2</sup>. התערובת - מלט (42.5N II/A-LL): חול: מים (1:1:0.5) שימשה ליצירת משטח הבטון. בכל צלחת פטרי יצקנו כ 30 גרם של התערובת. 3 ימים לאחר היציקה צלחות הפטרי היו מוכנות לשימוש. בוצע טיפול בשתי פורמולציות: דלתאמטרין EC 2.5% (קשת) ודלתאמטרין SC 1.5% (באנג'י). מפורמולציות אלה הוכנו תחליבים לריסוס המכילים 0.1% דלתאמטרין. תרסיס מים שימש לביקורת. 0.62 מ"ל של תרסיס תחליבים ומים הושמו על ידי Airbrush (Sparmax DH-125) או על ידי טפטוף בפיפטור (40 טיפות בקירוב בכל צלחת), בצלחות הפטרי- עם \ ללא בטון. יום לאחר יישום החומרים הושמו בכל צלחת פטרי 10 פרטים בוגרים של חדקונית האורז, שגודלו בתנאי מעבדה במשך שנים רבות ללא כל מגע עם חומרי הדברה. צלחות הפטרי עם החרקים הועברו לאינקובטור בטמפרטורה 30±0.5°C, בלחות יחסית 65±5%, בחושך. לאחר 24 שעות חשיפה נבדקה תמותת החרקים.

על משטח חלק (פלסטיק), שתי הפורמולציות של דלתאמטרין גרמו לתמותה של 100% בחדקונית האורז. על משטח בטון, הטיפול בבאנג'י גרם לתמותה של 100%, ובטיפול בקשת לא נמצאה תמותה. התוצאות אינן תלויות בשיטות היישום (Airbrush או פיפטור). מתוצאות הניסוי נמצא כי בתנאי מעבדה הטיפול בבאנג'י מתאים יותר ליישום דלתאמטרין בריסוס על בטון. בניסוי המשך אנו מעוניינים לבחון את פעילות 2 הפורמולציות במחסנים מסחריים נגד חרקי מחסן, במטרה לבחור את הפורמולציה היותר מתאימה לריסוס מחסנים טרם הכנסת גרעינים.

## השפעת גורמים א- ביוטים על האלימות של *Metarhizium* spp. כלפי מזיקי לול

טל בלום<sup>1</sup>, יהודה קרופקו<sup>1</sup>, גיא וגנר<sup>4</sup>, אילן אריה<sup>2</sup>, מיכאל סמיש<sup>1</sup>, יובל גוטליב<sup>3</sup>, אלעד חיל<sup>4</sup>, דנה מנט<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה ונמטולוגיה, מרכז וולקני, ראשון לציון  
<sup>2</sup>שה"מ, משרד החקלאות ופיתוח הכפר מחוז השפלה וההר,  
<sup>3</sup>ביה"ס לרפואה וטרינרית ע"ש קורט, האוניברסיטה העברית, רחובות  
<sup>4</sup>החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה-אורנים, אורנים

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

לאחרונה דווח על שאריתיות גבוהה של חומרי הדברה בביצי תרנגולות במספר מדינות באירופה, מה שהוביל לסילוק התוצרת מהמדפים והפסקת השיווק. כיום ממשק ההדברה בלולים מבוסס על חומרים בלתי ספציפיים בעלי שאריתיות גבוהה הזולגת אל התוצרת הנצרכת על ידי האדם. יעילותם של חומרים אלו נמוכה עקב התפתחות עמידות והקושי להביאם במגע עם המזיק במקרים מסוימים. אחד מאמצעי ההדברה הידידותיים כנגד מזיקי לול הן פטריות אנטומופיתוגניות המהוות אויב טבעי לפרוקי רגליים רבים ואינן מזיקות לבעלי חוליות. במחקרנו התמקדנו בשני מזיקי לול; אקרית העופות האדומה *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata: Dermanyssidae) ושחרורית הלול הנוברת *Alphitobius Diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). אקרית העופות הינה טפיל אובליגטורי של עופות הגורם לפגיעה ישירה בענף ההטלה כתוצאה מירידה בתפוקת הביצים וחזותן לקראת שיווק, וכן מירידה ברווחת המטילות והמגדלים. שחרורית הלול הנוברת הינה מזיק המהווה מאגר ומעביר של גורמי מחלה של עופות, גורם לתמותת אפרוחים משמעותית ופגיעה חריפה במבנה של לולים. במסגרת מחקר זה נבחנו לראשונה תבדידים חדשים של *Metarhizium* spp. אשר בודדו במעבדתנו מאוכלוסיות של אקרית העופות האדומה. במבחני מעבדה כנגד האקריות נצפתה יעילות רבה של התבדידים בתנאים א-ביוטים האופטימלים לפטרייה. אולם ההפחתה שנצפתה ביעילות הקטילה בתנאי אקלים האופייניים ללול מדגישה את הצורך בהמשך מחקר המכוון לפיתוח של תכשיר המבוסס על התבדיד האלים ביותר. בחינת יעילות ההדברה של פורמולציה המכילה תמיסת נבגים בתוספת משטח בלבד הראתה אפקטיביות גבוהה כלפי דרגות הזחל הצעירות של שחרורית הלול הנוברת, כאשר נרשמו למעלה מ-80% תמותה במהלך הניסויים בתנאים א-ביוטים אופייניים ללולי פטם. הממצאים מעידים כי יש אופק משמעותי לשילובן של פטריות אנטומופיתוגניות במערך הדברה משולב של שני מזיקים אלו. יישום יעיל של הפטריות דורש פיתוח פורמולציה שתאריך את משך הפעילות של התכשיר ותאפשר התמודדות עם האתגרים המצויים בבתי גידול אלו.

## ניטור עכבישים בעברונה - תיעוד של סוג חדש לישראל (תוצאות ראשונות)

אפרת גביש-רגב<sup>1</sup>, איגור ארמיאץ<sup>1</sup>, טניה לוי<sup>1</sup>, מריה מאייר<sup>2</sup>, איברהים סלמאן<sup>2</sup>, ניצן שגב<sup>2,3</sup>, יעל לובין<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית, ירושלים  
<sup>2</sup> מכון בלאושטיין לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון, קמפוס שדה בוקר  
<sup>3</sup> מרכז מדע ים המלח והערבה

[efrat.gavish-regev@mail.huji.ac.il](mailto:efrat.gavish-regev@mail.huji.ac.il)

החגווייתיים (Filistatidae) הנה משפחה קטנה בסדרת העכבישים, בעלת תפוצה עולמית, הכוללת פחות מ- 150 מינים ב- 19 סוגים. עד כה דווחו מישראל ארבעה מינים בשלושה סוגים; הסוג הנפוץ חגווייתית, *Filistata* Latreille, 1810, ששמו העברי מתייחס למין היחיד הידוע עד כה מישראל מסוג זה, הבונה מטווים בחגווי הסלע; ושני סוגים נוספים: *Pritha* Lehtinen, 1967, הכולל בישראל ככל הנראה שני מינים אנדמיים לישראל וסביבתה; ו- *Zaitunna* Lehtinen, 1967, הכולל בישראל ככל הנראה מין יחיד אנדמי לישראל ומצרים. במסגרת תכנית לניטור המערכת האקולוגית בשמורת עברונה המתבצע בעקבות דליפת הנפט בדצמבר 2014, במימון רשות הטבע והגנים וניהול המארג, מצאנו סוג נוסף ממשפחת החגווייתיים שלא תועד עד כה מישראל: *Sahastata* Benoit, 1968. מסוג זה מוכרים רק חמישה מינים בעולם: אחד מהודו, אחד מתימן, שניים מאיראן, ומין אחד בעל תפוצה מאזור הים התיכון ועד הודו. אנו מציגים כאן ממצאים ראשונים על בית הגידול, מחילות, ופרטי טרף של המין שהתגלה בעברונה.



## יכולות התמרון בתעופה של נחושתית הקוצים (*Protaetia cuprea*)

גל גילאור, יונתן מרסמן וגל ריבק  
בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

[gilorgal2010@gmail.com](mailto:gilorgal2010@gmail.com)

סדרת החיפושיות הינה הסדרה הגדולה ביותר במחלקת החרקים ובה מינים המאכלסים מגוון רב של בתי גידול אשר מותאמים לנישות השונות. לעיתים קרובות נחשבות החיפושיות כמעופפות "נחותות" ביחס לחרקים מעופפים אחרים, בעיקר בגלל מבנה הגוף המעוגל והקשיח המתלווה למסה גדולה ומעמס כנף גבוה בהתאם. בעוד למיני חיפושיות רבים סגנון תעופה מסורבל, ישנם מינים בעלי יכולת תמרון גבוהה, למשל אלו המתמחים באכילת אבקת פרחים ונדרשים לנחות באופן מדויק על צמחים. יחד עם זאת מעטים מיני החיפושיות בהם יכולת התעופה והתמרון נמדדו בתנאי תעופה חופשית. נחושתית הקוצים (*Protaetia cuprea*) ממשפחת הזבליתיים נחשבת ל"מעופפת טובה" בעלת יכולת תמרון גבוהה, אך תיאור יכולות התעופה של מין זה מסתמך על תצפיות איכותניות בלבד מפאת העדר מידע כמותי. במחקר הנוכחי בחנו את יכולת התמרון האווירית ואת מעטפת הביצועים של נחושתית הקוצים באופן כמותי. באמצעות 3 מצלמות מהירות (1000 תמונות בשנייה) צילמנו 31 חיפושיות (*P. cuprea*) בתעופה חופשית בחלל חדר, תוך שאנו מנתבים אותן לחוג סביב נורת כספית תלויה. כל חיפושית נשקלה, ומהסרטים ניתחנו את מסלול התעופה של כל חיפושית ומדדנו את מהירות התעופה, התאוצה ורדיוס הסיבוב של התמרון החד ביותר. בממוצע החיפושיות עפו במהירות 1.33 מטר לשנייה ופנו ברדיוס של 0.04 מטר (טעות תקן =  $\pm 0.112$  ו- $\pm 0.008$  בהתאמה). מצאנו כי ישנו קשר ישיר בין המהירות המשיקית לרדיוס הסיבוב במישור האופקי ( $r_{\text{spearman}}=0.543$ ,  $p=0.003$ ) וגם בתמרונים תלת מימדיים ( $r_{\text{spearman}}=0.393$ ,  $p=0.043$ ). כלומר, החיפושיות האטו בתמרונים החדים יותר וכשהמהירות גדלה בחזקת 1, רדיוס הסיבוב גדל בחזקת 1.6. התאוצה הצנטרפטלית הנדרשת לתמרונים אלו הייתה 12.32 מטר לשנייה בריבוע (טעות תקן =  $\pm 1.81011$ ) או 1.26 פעמים כוח המשיכה. לא נמצא מתאם בין רדיוס הסיבוב לתאוצה הצנטרפטלית ( $r=0.161$ ,  $p=0.424$ ) מה שמרמז כי החיפושיות עפות קרוב למקסימום היכולת שלהן. כמו כן לא נמצא מתאם בין יכולות התמרון למסת החיפושיות (מסת החיפושיות הממוצעת  $\pm$  טעות תקן =  $0.708 \pm 0.042$  גרמים). ממצאינו מראים כי נחושתית הקוצים יכולה לייצר כוחות צד תוך כדי תעופה בסדר גודל של 1.3 פעמים הכוח הנדרש לתמוך במשקל הגוף באוויר. כמו כן הן מסוגלות לוסת את כוח הצד באמצעות האטת המהירות או הגדלת רדיוס הפנייה. התוצאות מהוות בסיס להשוואה על מנת למקם את הנחושתיות על מפת יכולות התמרון של חיפושיות אחרות ובע"ח מעופפים בכלל.

**יכולת תעופה בתוספת משקל בהקשר של מעוף ההזדווגות  
של השפירית חיצית הדורה, *Ischnura elegans***

הילה דוידוביץ<sup>1</sup> וגל ריבק<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב

[hillad@mail.tau.ac.il](mailto:hillad@mail.tau.ac.il)

שפיראים מאופיינים בצורת הזדווגות מורכבת וייחודית שבמהלכה הזכר והנקבה נשארים מחוברים למשך זמן רב ואף יכולים לעוף יחד בתנוחת "גלגל ההזדווגות" כדי לברוח מטורפים או זכרים מתחרים. בניסויים קודמים הראנו שבמהלך תעופת ההזדווגות של החיצית ההדורה (*Ischnura elegans*) שני הזוויגים מנפנים בכנפיהם, אך בעוד שהנקבות מורידות את התרומה האווירודינמית לתעופה המשותפת בהשוואה לתעופה חופשית, הזכרים מגבירים את המאמץ האווירודינמי בתעופה, כנראה בכדי לתמוך בחלק ממשקל הנקבות.

מכיוון שנקבות החיצית ההדורה גדולות יותר (מסה גבוהה יותר פי 1.2~) מהזכרים, הצורך של הזכר לתמוך בחלק ממשקל הגוף של הנקבה תוך כדי תעופה, עשוי להכתיב מגבלה מכאנית המכוונת את הבחירה הזוויגית. אולם המגבלה על סחיבת משקל עודף בזכרים של חיצית הדורה אינה ידועה. בכדי להעריך אם יכולת סחיבת משקל עודף מהווה מגבלה על מעוף ההזדווגות מדדנו יכולת של זכרים בגדלים שונים לעוף עם משקלים שונים. לזכרים הודבקו חוטים בעלי מסה ידועה אשר הונחו על הרצפה. ככל שזכר עף גבוה יותר מעל הרצפה אחוז החוט התלוי באוויר עלה ואתו גם המשקל שפעל על החרק. בצורה זו נמדדה יכולתם של הזכרים לעוף עם משקל עודף המועמס באופן אסימפטוטי.

מצאנו שזכרי החיצית ההדורה יכולים לעוף עם משקל נוסף של לפחות 116% (sd 35%, n=21) ממשקל גופם. מספר פרטים בגודל בינוני הצליחו לעוף עם תוספת עומס ששווה ל-170% ממסת גופם. לא נמצאה עלייה ביכולת הסחיבה ביחס למשקל הגוף אצל זכרים גדולים יותר.

קינמטיקת נפנוף הכנפיים של הפרטים בניסוי מלמדת שהזכרים הגדילו את תדר הנפנוף שלהם מעבר לתדר שנצפה במהלך תעופה חופשית, אך תדר הנפנוף לא היה גבוה משמעותית בהשוואה לתדר הנפנוף של זכרים בתעופת הזדווגות.

תוצאות אלו מראות כי בעוד שזכרי החיצית ההדורה מסוגלים להרים את המשקל הנוסף של נקבה ממוצעת, תעופה כזו תהיה קרובה ליכולת המקסימלית שלהם. מכאן שהסיוע של הנקבה בנפנוף הוא חיוני עבור תעופה שמשלבת נסיקה ותמרונים חדים בתעופה המשותפת.

## היווצרות מוקדי חום כתגובה לפעילות חרקים במחסן

דפנה גוטליב

המחלקה לחקר אחסון ואיכות תוצרת חקלאית ומזון, מרכז וולקני

[Gottlieb.daphna@gmail.com](mailto:Gottlieb.daphna@gmail.com)

אחד האתגרים הגדולים הקיימים בפני מחקרים חקלאיים הוא פיתוח שיטות להספקת מזון לאוכלוסייה הולכת וגדלה. רוב המאמצים המחקריים בוחנים כיצד ניתן להגדיל את התוצרת החקלאית, אולם סוגיית איבוד תוצרת חקלאית במהלך אחסונה חשובה באותה מידה. כ- 5-40% מאיבוד התוצרת החקלאית במהלך אחסונה נגרם על ידי חרקי מחסן. הנטייה כיום בעולם הינה להימנע משימוש בחומרים כימיים העשויים לסכן את האדם והסביבה. מכאן שנבחנות כל הזמן שיטות וגישות נוספות. בפוסטר זה אנו מציגים גישה מבוססת אקולוגיה התנהגותית להרחקת חרקי מחסן מבית גידולם.

אחת הבעיות המשמעותיות שנגרמת עקב פעילותם של חרקים במחסני מזון היא היווצרות מוקדי חום (hotspots). מוקדים אלו הולכים וגדלים בעקבות תהליכי סוקצסיה. בעזרת גישה אינטרדיסציפלינרית הכוללת מחקר על התנהגות החרקים, כימיה וגנומיקה אנו בוחנים את התהליכים היוצרים את ה-hotspots ואת מאפייני החרקים היוצרים אותם. המחקר נעשה ברמת הגנום, הפרט והאוכלוסייה. מטרת המחקר היא שממצאיו ישמשו להקטנת פגיעתם של חרקי מחסן במאגרי מזון בהתאם לעקרונות "ההדברה המשולבת".

## יריד החרקים הגדול של ישראל – פסח 2018

משה גיש<sup>1</sup> ונטע ויזל<sup>2</sup>

<sup>1</sup> החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה  
<sup>2</sup> מפיקת אירועי מדע, תרבות וטבע

[mqish@univ.haifa.ac.il](mailto:mqish@univ.haifa.ac.il)  
[netaparnas@gmail.com](mailto:netaparnas@gmail.com)

מזה שנים רבות נערכים במקומות שונים בעולם ירידי חרקים שנתיים הזוכים להצלחה ולהתעניינות רבה בקרב הציבור. באביב הקרוב אנו מתכננים לערוך יריד חרקים ארצי בהשתתפות אנשי אקדמיה, סטודנטים וחובבי חרקים, אשר יעמדו בדוכנים, יסבירו למבקרים על החרקים המוצגים ויענו על שאלות. כל הפעילות ביריד תהיה על בסיס התנדבותי בלבד.

היריד יהיה פתוח לציבור ויכלול מוצגים, דוכנים והפעלות לילדים ולמבוגרים. ביריד יוצגו חרקים חיים (ופרוקי רגליים אחרים) באקווריומים וכלי תצוגה, על בסיס איסוף ולכידה שיבוצעו ע"י סטודנטים ומתנדבים. כמו כן, חוקרים ממעבדות מחקר יוזמנו להציג את החרקים שאיתם הם עובדים. היריד מתוכנן להיות אירוע חד-יומי שבסיומו ישוחררו החרקים שנאספו בטבע.

מטרת היריד, מעבר לסיפוק הסקרנות של ילדים ומבוגרים, היא לחשוף את הציבור לתחום מרתק וחשוב ולסייע בשיפור הקשר בין האקדמיה לקהילה. כמו כן, יועבר למבקרים המסר של תרומת החרקים לאדם ולטבע וחשיבות השמירה על השטחים הפתוחים בישראל, שמהם נאספו החרקים המוצגים. מכיוון שקיימת בורות גדולה בציבור בכל הנוגע לחרקים, תקוותנו היא שחלק מהמבקרים ביריד יחוו שינוי תודעתי ויחזרו הביתה כשהם מבינים שחרקים הם לא משהו שצריך למעוך, אלא יצורים מרהיבים בעלי חשיבות עצומה. האירוע מתוכנן להתקיים בקניון קסטרא בחיפה בתאריך 4/4/2018 (חול המועד פסח), ובכוונתנו לחזור על האירוע בכל שנה באביב.

אנו מזמינים את באי הכנס לסייע לנו בהקמת היריד בכל דרך שימצאו לנכון, לרבות השתתפות, העלאת רעיונות לפעילויות ולדוכנים, פרסום האירוע ועזרה בתכנון וביצירת קשרים עם גופים העשויים לסייע. כמו כן, אנו מחפשים דוברי ערבית שיוכלו להציג ולהדריך ביריד ולסייע בפרסום האירוע במגזר הערבי.

## זיהוי חידקונית הדקל האדומה באמצעות חיישן סיסימי

יערה ליבנה<sup>1</sup>, יעקב נקש<sup>1</sup>, רחלי בן צבי<sup>2</sup>, עמי לנדאו<sup>1</sup>, גל מלמוד<sup>3</sup>, יהונתן בן המוזג<sup>4</sup>,  
מו"פ עמק המעיינות – חוות עדן,<sup>2</sup> צמח ניסיונות,<sup>3</sup> מטע תמרים אשדות יעקב,<sup>4</sup> אגרינת

[1danielkatz@gmail.com](mailto:1danielkatz@gmail.com)

חידקונית הדקל האדומה הינה מזיק אוליגופאגי של דקלים המעביר את מחזור חייו בתוך גזע העץ ובכך מקשה מאוד על גילוי העצים הנגועים. כיום, החידקונית בעלת תפוצה גלובלית והינה מזיק קטלני של דקלים, ביניהם התמר המצוי והתמר הקנרי השכיחים בישראל. צימצום חידקונית במטעים מתבסס על מלכודות ניטור, מתן טיפולי מניעה כימיים וביצוע סניטציה והדברה בהיקפים רחבים לאחר גילוי עצים נגועים. הדברה יעילה של החידקונית דורשת גילוי מוקדם של עצים נגועים, המאפשר הצלתם לפני הגעה לנגיעות מתקדמת המצמצמת באופן משמעותי את סיכוי הצלתם.

בנוסף הגילוי המוקדם מונע את התבססות המזיק בגזעי הדקלים ואת הפצתו לאחר נפילת העץ במטע. עבודה זו בחנה את השערת המחקר שניתן לזהות ולנטר נגיעות עצים בחידקונית בעזרת חיישן סיסימי המאפשר זיהוי מוקדם. הניסוי נערך ב-25 עצי תמר מהזן חלאווי, הנטועים בחלקה מסחרית של אשדות יעקב איחוד. התוצאות מראות כי החיישן הצליח לזהות 87% מהעצים הנגועים, מתוכם זוהו כל העצים אשר בהם יותר מחמישה זחלים. מחקרי המשך ינסו לשפר תוצאות אלו ויעלו את סף הרגישות והגילוי.

חיי פשע: גניבת טרף וטריפת עכבישים בתת המשפחה (Theridiidae, Araneae) Argyrodiinae  
בישראל

טניה לוי<sup>1,2</sup>, פרופ' יעל לובין<sup>3</sup>, פרופ' גילה כחילה<sup>1</sup>, ד"ר אפרת גביש-רגב<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ביה"ס לרפואה ווטרינרית ע"ש קורט, האוניברסיטה העברית, רחובות  
<sup>2</sup>אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית, ירושלים  
<sup>3</sup>מכון בלאושטיין לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון, מדרשת בן-גוריון

[Levy.tanya7@gmail.com](mailto:Levy.tanya7@gmail.com)

משפחת הכדורניים (Theridiidae) הנמנת על מחלקת העכבישאים, הינה בעלת תפוצה עולמית, מגוון מינים גבוה, גיוון מורפולוגי והתנהגותי וחשיבות רפואית. המשפחה מיוצגת היטב בישראל, ונחקרה טקסונומית על ידי ד"ר גרשם לוי. הכדורניים מחולקים לשבע תת-משפחות; תת-המשפחה Argyrodiinae הינה קבוצה המאופיינת בעכבישים בעלי התנהגויות שיחור מזון מגוונות הכוללות גניבת טרף מעכבישים אחרים (Kleptoparasitism) וטריפה של עכבישים (Araneophagy). שלושה מינים מתת-המשפחה דווחו עד כה ממזרח הים התיכון, שניים מהם דווחו בעבר מישראל, O.P. Cambridge, *Neospintharus syriacus* (1872), מין הנפוץ בישראל; ו-*Argyrodes argyroides* (Walckenaer, 1841), אב-טיפוס של הסוג *Argyrodes*, אשר דווח פעם יחידה מישראל בשנת 1872, ומאז לא דווח שוב. כחלק מעבודת מחקר עדכנית הבוחנת את הפילוגנזה והאבולוציה של התנהגויות שיחור המזון של תת-המשפחה, נמצא מחדש בישראל המין *A. argyroides* בנוסף לשני מינים מהסוג *Rhomphaea* שלא דווחו עד כה מישראל בספרות המדעית *Rhomphaea longicaudata* (O. Pickard - Cambridge, 1872) ו-*Rhomphaea barycephala* (Roberts, 1983). כאן אנו מציגים מידע עדכני על מינים אלו בישראל כולל תפוצה גיאוגרפית ועונות פעילות, בנוסף לתוצאות ראשוניות הבוחנות את מאפייני התנהגות שיחור המזון.

## עדן-נט: דור חדש של מוצרים אקלוגים כנגד חרקים מזיקים בחקלאות

אסנת מלכה\*, עובדיה כוכבי, אוריה משי, שי שטרן ויניב קיטרון  
עדן שילד בע"מ

[Osnat226@gmail.com](mailto:Osnat226@gmail.com)

חומרים נדיפים אותם הצמח מייצר ידועים בהשפעתם על המשיכה/דחייה של חרקים צמחיים לצמח פונדקאי. צמחים מדבריים ידועים כצמחים המייצרים כמויות גדולות של חומרים רעילים ומרבית החרקים שחשים בהם נדחים מהם. חברת עדן שילד ניצלה תכונות אלה לפיתוח מוצר(עדן-נט) אשר מתבסס על מיצוי של הצמח המדברי אכילאה ריחנית (*Achillea fragrantissima*). כיום העדן-נט מיושם באמצעות מתזים על הקירות החיצוניים של החממה באופן בו החומרים הפעילים של העדן-נט זמינים ונמצאים על הרשתות משך כל זמן הגידול. יעילותו של עדן-נט כנגד כנימות עש טבק (*Bemisia tabaci*), טוטה אבסלוטה (*Tuta absoluta*), ותריפס (*Thrips tabaci*) נבחן בתנאי מעבדה ונמצא כי תכשיר זה דוחה חרקים אלה באופן מובהק. כאשר התכשיר נבדק בחממות נמצא כי חרקים אלה נדחים מהתכשיר ונמנעים מלהיכנס לחממות מטופלות, כלומר החומר פועל על מנגנון דחיית המזיקים והרחקתם משטח החממה עוד טרם כניסתם. תוצאות אלו במעבדה ובשדה מעידות כי עדן-נט הוא מוצר חדשני המייצג דור חדש של חומרים אקלוגים כנגד מזיקים לחקלאות. חומרים מסוג זה יכולים בעתיד לחסוך בהוצאות הדברה ולהשתלב כחומרים משלימים בממשק להדברה ביולוגית.

## בחינת היעילות של פטריות אנטומופיתוגניות כמחוללות תמותה באוכלוסיית חדקונית הדקל במעבדה ובדקל התמר

נועה לוי<sup>1</sup>, אינה גולדן<sup>1</sup>, אסף מאירי<sup>2</sup>, ויקטוריה סורוקר<sup>1</sup>, דנה מנט<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>המחלקה לאנטומולוגיה ונמטולוגיה, מרכז וולקני, ראשון לציון  
<sup>2</sup>המרכז הישראלי לכלבנות חקלאית  
[danam@volcani.agri.gov.il](mailto:danam@volcani.agri.gov.il)

חדקונית הדקל האדומה *Rhynchophorus ferrugineus* (ולהלן החדקונית) היא מין פולש באגן הים התיכון ומזיק קשה של דקלים, בעיקר מיני הסוג Phoenix. כמו במקומות רבים אחרים סביב אגן הים התיכון, גם בישראל היא משמידה דקלים שונים ובמיוחד את הדקל הקנרי *P. canariensis*, ומהווה איום ממשי על עצי התמר *P. dactylifera*. ההצלחות עד כה במיתון נזקי החדקונית מסתמכות בעיקר על יישום תכשירי הדברה כימיים, בעיקר מקבוצת הפריתרואידים ותכשירים סיסטמיים מקבוצת הניאונקוטנואידים. בממשק המניעה במטעי התמר ננקטת אותה הגישה בשילוב של לכידה המונית של הבוגרים באמצעות מלכודות הטוענות בפיתיון המורכב מפרומון סינטטי, (המופרש גם באופן טבעי ע"י הזכרי החדקונית) ופועל כפרומון התקהלות והמשולב במולסה, אתיל-אצטט ומים או תערובת של אתנול ואתיל-אצטט. גם הטיפול הניתנים כתגובה על מנת להדביר את אוכלוסיית החדקונית בדקלים הנגועים מתבססים בעיקר על יישום תכשירי הדברה סינטטיים כנ"ל.

ההדברה הביולוגית של החדקונית היא מוגבלת, אין למעשה אויבים טבעיים המסוגלים לרסן את האוכלוסייה ולא ידועים אויבים גם בארץ מוצאה. בפועל התמקדו מאמצי המחקר בפיתוח ויישום ההדברה, בגורמים אנטומופיתוגניים, בעיקר הנמטודה *Steinernema carpocapsae* ובתבדידים שונים של שני מיני פטריות אנטומופיתוגניות *Metarhizium brunneum* ו- *Beauveria bassiana*. הנמטודה כוונה בעיקר כטיפול תגובתי בדקלים המאוכלסים, ואילו הפטריות מכוונות כאמצעי מניעה. מחקרנו בחן לראשונה בישראל תבדידים של *Metarhizium spp.* ניסוי מעבדה הדגימו את הפוטנציאל של הפטרייה *M. brunneum* בקטילה משמעותית של דרגת הביצה ודרגת הזחל הראשונה זאת תוך מעבר נבגי הפטרייה בין הנקבה אל הביצים המוטלות ואל הזחלים הבוקעים. ניסויים בדקלי תמר צעירים מטופלים בתכשיר פטרייתי הדגימו את פוטנציאל מניעת האכלוס של הדקלים בחדקונית. הממצאים מעידים כי יש אפק משמעותי לשילובן של פטריות אנטומופיתוגניות במערך הדברה משולב של מזיק זה. אולם, יישום יעיל של הפטריות דורש פיתוח פורמולציה שתאריך את משך הפעילות של התכשיר ותותאם ליישום במטע תמר מסחרי, כך שניתן יהיה לשלבו ביעילות במערך הדברה.



## Inside out: Are gut bacteria involved in whiteflies' plant adaptation?

Santos-Garcia D.<sup>1</sup>, Mestre-Rincon N.<sup>1</sup>, Zchori-Fein E.<sup>2</sup>, Morin S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Hebrew University of Jerusalem, Robert H. Smith Faculty, Department of Entomology, Rehovot, Israel, <sup>2</sup> Department of Entomology, Newe-Ya'ar Research Center, ARO, Ramat-Yishai, Israel

[diego.santos@mail.huji.ac.il](mailto:diego.santos@mail.huji.ac.il)

Polyphagous insects require an ability to overcome different sets of host plant defense compounds. In general, during host-plant switching, there is a quick response of the insect, which shows a reduced performance that only rebounds few generations later. Natural selection (a slow process) seems not be the main force driving this relatively short-term adaptation. Indeed, phenotypic plasticity and host-gut bacteria interactions are fast processes that could be involved in the host switching process. Gut-associated bacteria can help the host by processing the food and/or degrading the plant's defense compounds. In addition, bacteria can acquire new genetic material to deal with new environmental conditions.

The whitefly *Bemisia tabaci*, a tiny phloem-feeder, is considered an important polyphagous pest species. Reported microbiomes of *B. tabaci* are dominated by bacterial endosymbionts. However, because insects' gut microbiota can play a major role in host-plant adaptation and are mainly acquired from the diet/environment, we hypothesized that *B. tabaci* might acquire environmental bacteria that can provide different benefits/costs related to host adaptation. Accordingly, our goal was to explore the putative role of gut bacteria in the plant-adaptation process of *B. tabaci* under field conditions.

We conducted a field-like assay by following the adaptation process of a *B. tabaci* population switching from watermelon (suitable host) to pepper (unsuitable) along four generations. Each generation, we collected samples for gut dissections (cDNA 16S rRNA amplicons) and performance assays (offspring survival). Amplicons were generated using a blocking strategy to decrease the endosymbionts' load and analyzed with USEARH and phyloseq.

Our results shown that *B. tabaci* adaptation to pepper took 2-3 generations but also some microbiome differences between watermelon/pepper populations. Genera significantly associated with watermelon or pepper diets and with generational time were identified. These data suggest that gut bacteria might help *B. tabaci* to adapt to new host plants.

## פיתוח ממשק ידידותי להדברת החדקונית *T. aequatus* במטעי התפוח

חיים ראובני, זאב פרקש, לוטם אזולאי  
המרכז להדברה משולבת (מהד"ם), מו"פ צפון

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

**מבוא:** החדקונית רינכית הוורדניים (*Tatianaerhynchites aequatus* (Linnaeus) השייכת לסדרת החיפושיות, על-משפחת החדקוניתיים (Coleoptera: Curculionoidea), גורמת לנזק כמותי ואיכותי בעצי פרי גרעיניים וגלעיניים ובעיקר בתפוח ובדובדבן. בוגרי החדקונית מופיעים בראשית האביב ומכרסמים באברי העץ השונים (בסיס התפרחות, ענף חד-שנתי, חנטים). בחלק מהאברים שכורסמו מטילה הנקבה ביצה בודדה. הזחל הבוקע מהביצה נופל לקרקע עם ובלאי האיבר הנגוע ושוורד עד האביב הבא. חנטים שכורסמו על ידי הבוגרים ובהם לא הוטלה ביצה נשארים לרוב על העצים ובמועד הקטיף יופיעו בהם בליטות או שקעים מצולקים באזורים שנפגעו. כיום, נוהגים להדביר את החדקונית במטעי התפוח באמצעות קוטלי חרקים בתקופת הפריחה. תכשירים אלו פוגעים במאביקים ואויבים טבעיים ואינם מתאימים לפרוטוקול הידידותי שפותח במטעי התפוח. במטרה לפתח ממשק ידידותי המבוסס על אמצעים טבעיים ואגרו-טכניים, נערך מעקב אחר הופעתה והתפתחותה של החדקונית בזני התפוח השונים ובעצי הבר בחורש הנמצא בשכנות למטע.

**שיטות:** כדי ללמוד על ההבדלים ברגישות זני התפוח נערך מעקב אחר הופעתה של החדקונית והנזק הנגרם לפרי, במטעים שבהם לא נעשה שימוש בקוטלי חרקים בתקופה שבה בוגרי החדקונית פעילים. כמו כן, נבדקה נוכחותה בעצי בר ממשפחת הוורדניים שנמצאו בחורש בשכנות למטעי התפוח. בכל אחד מהאתרים נאספו אחת לשבועיים כ- 100 פירות מהעצים ומהקרקע ונבדק שיעור הנזק המבוטא בסימני כרסום של הבוגרים ושיעור הפירות שבהם הוטלה ביצה. בנוסף, במטעי התפוח נבדק שיעור הנזק האיכותי בפרי בקטיף.

**תוצאות:** במהלך העונה לא נמצאו הבדלים בנזק בפרי של זני התפוח השונים. בקטיף נמצא נזק גדול יותר בזנים המאוחרים (גרניסמיט ופינק לידי) בהשוואה לזנים המוקדמים (גאלה וזהוב). מבין עצי הבר נמצאה החדקונית בפירות של עצי העוזרר, השקד ואגס סורי. מבין אלו היתה העדפה ברורה לעצי העוזרר.

**סיכום:** על סמך ההבדלים ברגישות זני התפוח לחדקונית ניתן להפחית את השימוש בקוטלי חרקים בזנים הפחות רגישים. כמו כן, ניתן למקד את השימוש בקוטלי חרקים למוקדי נגיעות ידועים ולצמצם על ידי כך את גודל השטח המטופל בתכשירי הדברה. במחקר העתידי כדאי לבדוק את הסיבות להבדלים ברגישות הזנים ולפתח אמצעים לשיפור הניטור וההדברה. בנוסף, נדרש לפתח אמצעים להגביל את התפתחות החדקונית בעצי עוזרר השכנים למטעי התפוח במטרה לצמצם את האפשרות למעבר דו-כיווני של בוגרים.

**דבורה ננסית (*Apis florea*):**  
**ביולוגיה וקצב התפשטות של מין פולש במדבר צחיח קיצוני**

בני שלמון, אילת

[benny.shalmon072@gmail.com](mailto:benny.shalmon072@gmail.com)

דבורה ננסית (שם מוצע) - Dwarf honeybee (*Apis florea*) היא מין שמקורו בדרום-מזרח אסיה ומשם התפשטה במהירות, באמצעות האדם, לאירן, עירק, מזרח אפריקה וצפונה עד סודן ואתיופיה. בשנת 2007 נצפתה לראשונה בעקבה, סמוך לנמל, אך מספר המושבות אז, ותפוצתן, וכן מציאת מושבה בקווירה, מעידים שתחילת הפלישה כנראה כבר ב-2006, ממלכה יחידה, שהגיעה, כנראה במטען. מעקבה התפשטה לישראל ונצפתה באילת ואילות ב-2007. האוכלוסייה באילת הגיעה, כנראה, לשיאה ב-2008, אז נרשם מספר שיא של תלונות תושבים, ואירועי הדברה בבתים ובבתי מלון. ב-2008 נבדקו ע"י השירותים הווטרינריים דבורים מ-22 מושבות מאילת ואילות, שלא מצאו בהן נגעי אקריות, טפילים אחרים ומחלות דבורים. מאז הדבורה מתפשטת ב"קפיצה" מ"אי" של ישוב-חקלאות, למשנהו, בקצב ממוצע של כ-6 ק"מ לשנה. השנה נמצאו מושבות במטע ניסויי בקטורה ובכרם בנאות סמדר. הדבורה הננסית מותאמת מאד לאקלים חם, אוספת צוף ואבקה מצמחי בר, גידולי שדה, וצמחי נוי, ומייצרת נחילים רבים מכל מושבה בוגרת. כיוון שהדבורים אינן אגרסיביות, החלה מוצנעת על ענף גבוה בעץ רחב צמרת או בעומק שיחים סבוכים וקוצניים (בוגנווילאה), והגופים הממונים על מניעת כניסת מינים פולשים אינם נוקטים אמצעים לעצירת המין והשמדתו, הדבורה הננסית תמשיך, כנראה, להתפשט בערבה לאזורים החמים של ישראל (מישור החוף ובקע ים המלח).