

הכנס המדעי ה-13
מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ב

ביולוגיה (II)

יו"ר: מדי וליצקר-פולק

Yael Keinan, Ally Harari & Tamar Keasar

הדברה ביולוגית משופרת על ידי התניית פרוזיטואידים לפרומון מין:

עש האשכול כמקרה מבחן

Improved biological pest control through conditioning of parasitoids to sex pheromones: *Lobesia botrana* as a case study

'בלבול זכרים' של חרקים מזיקים על ידי שימוש בפרומון המין הנקבי שלהם, ותגבור האויבים הטבעיים בחלקות חקלאיות, הן גישות מקובלות להדברה ביולוגית וידידותית לסביבה. שיטת 'בלבול הזכרים' מתבססת על הצפה של החלקה בפרומון מין נקבי סינתטי של המזיק ובכך מקשה על הזכרים למצוא בנות זוג ולהזדווג איתן. שיטה זו יעילה בעיקר בצפיפות נמוכה של אוכלוסיית המזיק. תגבור האויבים הטבעיים מתבצע על ידי שחרור מבוקר של חרקים, שהינם טפילים או טורפים של המזיק, שלרוב מצויים בחלקה באופן טבעי. יעילותה של שיטה זו מוגבלת במקרים רבים על ידי נטייתם של האויבים הטבעיים להגר אל מחוץ לחלקה שבה פוזרו ולהיזון מטרף חלופי. מגבלה זו חריפה במיוחד כאשר מדובר בטורפים ובטפילים שהינם כוללניים.

עש האשכול, *Lobesia botrana*, הוא מזיק נפוץ בכרמים בארץ, במזרח התיכון, באירופה ובארה"ב. זחלי העש ניזונים מענבים ופוגעים ביבול. פרומון המין הנקבי הסינתטי של עש האשכול הוכנס לשימוש בארץ למטרות 'בלבול זכרים' בשנת 2000 אך השיטה לא אומצה על ידי מגדלים רבים, בין היתר בשל עלות גבוהה ויעילות בלתי מספקת כאשר צפיפות העש גבוהה. מספר מינים של טפיל הביצים הכוללני *Trichogramma* משמשים להדברה ביולוגית של העש בחו"ל, אך טרם הוכנסו לשימוש בארץ.

מטרת המחקר היא לבחון שילוב של תגבור אויבים טבעיים ושיטת 'בלבול זכרים' על מנת להתמודד בצורה יעילה יותר עם המזיק תוך הפחתת השימוש בחומרי הדברה. המחקר בא לשפר את יעילותה של ההדברה הביולוגית על ידי התניה של הצרעות הפרזיטואידיות לפרומון המין של המזיק, טרם פיזורן בשטח. בכך ישלב המחקר באופן סינרגיסטי בין שתי גישות ההדברה הביולוגית. הנחת היסוד היא, שפרזיטואידים לומדים לקשר אסוציאטיבית אותות סביבתיים עם נוכחות הפונדקאים שלהם. כאשר הם נתקלים שנית באותות שנלמדו, הם מקדישים זמן רב יותר לחיפוש הפונדקאי בשטח ונוטים להטיל בו יותר לעומת פרוזיטואידים שלא נחשפו לאותו האות קודם לכן.

במהלך המחקר יבוצעו ניסויי מעבדה דו-שלביים, כאשר בשלב הראשון (שלב ההתניה) נאפשר לצרעות ממין *Trichogramma cacoecia* להטיל במספר מצומצם של פונדקאים (ביצי עש האשכול) בנוכחות או בהעדר פרומון המין הסינתטי. בשלב השני (שלב המבחן) נאפשר לאותן צרעות, שהן כעת בעלות ניסיון קודם, להטיל בפונדקאים נוספים בנוכחות הפרומון ונעקוב אחר מספר הפונדקאים המוטפלים. הניסויים יבחנו את יעילות הלמידה של הצרעות בתגובה למספר ההטלות בשלב ההתניה ומשך שלב ההתניה. השערתנו היא שצרעות שנחשפו לפרומון בשלב ההתניה יטפילו את הפונדקאי ביעילות רבה יותר בהשוואה לצרעות בקבוצת הביקורת שלא נחשפו לפרומון קודם לכן. על סמך תוצאות הניסויים נקבע את תנאי ההתניה האופטימליים לצורך ניסויים בכלובי רשת המדמים את התנאים בסביבה החקלאית בה אנו שואפים ליישם בסופו של דבר את ממצאי המחקר. בהרצאה יוצגו תכנית המחקר ותוצאות ראשוניות מניסויי מעבדה.

מילות מפתח: בלבול זכרים, אויבים טבעיים, למידה, צרעות טפיליות, גפן

אלה פיק, קובי צימבלר, יהונתן שרעבי וטלי ברמן

Elah Pick, Koby Zimblar, Yonathan Sharabi & Tali S. Berman

שמר מנץ כמודל להבנת תהליכים אבולוציוניים ברמה המולקולארית

Budding yeast as a model for the understanding of molecular evolutionary processes

השמר המנץ הינו אורגניזם אאוקריוטי חד-תאי המשמש רבות כמודל מחקרי, החל מחקר מחזור התא ופירוק של חלבונים, וכלה במחקר של עקות שונות, ומחלות כגון סרטן או מחלות נוירודגנרטיביות. במהלך האבולוציה נעלמו כ-300 גנים של אורגניזם זה שנמצאו חיוניים באורגניזמים אחרים, וכ-300 גנים נוספים עברו שינוי כה גדול עד כי לא ניתן עוד לזהותם. אחד המרכיבים החסרים בשמר המנץ, הינו צבר חלבונים (קומפלקס) חשוב המהווה יסוד מרכזי של רמת חלבונים תאיים וקרוי 'סינגלזום' (CSN). ה-CSN שמור בכל האאוקריוטים והוא חיוני לחייהם של אורגניזמים רב-תאיים. ה-CSN באדם כולל שמונה תת-יחידות, כל אחת מהן מראה הומולוגיה לתת-יחידה ספציפית בתת הקומפלקס מכסה-פרוטאזום (PL), המהווה חלק מהפרוטאזום, מכונה ביולוגית הנחוצה לפירוק חלבונים. בניגוד ל-CSN, תת הקומפלקס PL כולל אף הוא שמונה תת-יחידות, ונמצא שהוא שמור ביותר בין כל האאוקריוטים, כולל שמרים. מפליא אם כך שקומפלקס חיוני כמו ה-CSN אינו קיים בשמרים.

בפרסום קודם, הצגנו קומפלקס 'דמוי CSN' בשמר אפיה. קומפלקס זה שונה מה-CSN האנושי בכך שהוא קטן יותר, בעל מבנה ארכיטקטוני שונה, וחלבוניו שונים כמעט לבלי הכר מהקומפלקס באדם.

בכנס המדעי השנתי ה-12 באורנים, הצגנו מחקר שנעשה במעבדתנו על פיו אחת מתת-היחידות של PL הקרויה RPN5 משתתפת בפעילות ובמבנה ה-CSN ומחליפה את מקומה של תת-היחידה ההומולוגית הקרויה CSN4 שחסרה בשמרים. העבודה הציעה מודל על פיו תהליך של 'סחיפה גנטית' הוא שאיפשר את הייצוב הפנוטיפי בשמר המנץ, למרות החוסר בגן CSN4. באופן מעניין, הסחיפה הגנטית התאפשרה במקרה זה, בשל קיבוע של גן פראלוגי ממקור אבולוציוני משותף (RPN5), המראה דמיון במבנה וברצף לגן CSN4, ולא על ידי קיבוע של אלל, כמקובל.

בכנס המדעי ה-13 ברצוננו להציג ממצאים חדשים לגבי תת-היחידה Csi1 הקיימת אך ורק בשמרים ואינה מצוייה באורגניזמים אחרים (כלומר, לכאורה אינה שמורה באבולוציה). אנליזה ביואינפורמטית הובילה לזיהוי אזור שמור בצידו הקרובקסילי של החלבון (CTD) שאינו מתואר בספרות. ה-CTD חבוי בתוך החלבון, ומראה דמיון לאזור בתת-היחידה Csn6 החסרה בשמר המנץ. בעזרת אנליזה ביוכימית ותאית זיהינו לאחרונה שתת-היחידה Csi1 היא התחליף של Csn6 בשמרים. פרט לדומאין החדש שזיהינו, החלבון Csi1 אינו מראה כל דמיון לחלבון Csn6. איפיון האזור ההומולוגי ל-CTD בחלבון Csn6 שמקורו באדם, מצביע על חיוניותו של ה-CTD לפעילות וליציבות קומפלקס ה-CSN גם באדם.

תוצאות המחקר המוצג מוכיחות כי חקר חלבונים בשמר מנץ, מאפשר איתור של אזורי חלבון קצרים השמורים אבולוציונית, ולכן יכול להוות מקפצה לזיהוי אזורים חיוניים בחלבונים שמקורם באורגניזמים מקבוצות שונות, כולל אדם.

מילות מפתח : שמר מנץ, אבולוציה, סינגלזום, חלבונים, פרוטאוליזה

ניצה מירסקי, רויטל כהן, ענת אליעז ואהובה דברת

Nitsa Mirsky, Revital Cohen, Anat Eliaz & Ahuva Dovrat

השפעת GTF – חומר אנטי-סוכרתי המופק משמרים

על המטבוליזם של עדשת העין הסוכרתית

Effect of Glucose Tolerance Factor, an anti diabetic material

extracted from yeast, on diabetic lens metabolism

ריכוזי גלוקוז גבוהים גורמים נזקים לעדשת העין: פגיעה בחלבוני המבנה שלה, ביכולתה האופטית ובפעילות האנזימים שבה.

מטרת עבודתנו הייתה לחקור את המנגנון בו גורמים ריכוזי גלוקוז גבוהים לנזק בעדשה, ולבדוק השפעה של האכלה בחומר אנטי-סוכרתי המופק משמרים (GTF), על הפחתה אפשרית של נזקי הסוכרת בעדשה.

הבדיקות נעשו הן ברמת בעל החיים השלם והן ברמת העדשה המבודדת בתרבית איבר.

לחולדות בנות חמישה שבועות הוזרק חומר הפוגע בבלב ומשרה סוכרת, ונבדקה רמת הסוכר בדמם של בעלי החיים. החולדות חולקו לשלוש קבוצות: בריאות, סוכרתיות, וסוכרתיות מטופלות ב-GTF. אלו שהשתייכו לקבוצת הסוכרתיות המטופלות ב-GTF קיבלו 15 מנות אוראליות עוקבות של החומר. נערך מעקב יומיומי אחר רמות הסוכר ושומני הדם וכן נבדקו עיני החולדות להופעת קטרקט.

כעבור חודשיים מתחילת הניסוי נמצא שכל החולדות הסוכרתיות פיתחו קטרקט. לעומת זאת, ברוב החולדות המטופלות ב-GTF לא הופיע כלל קטרקט, ואילו במיעוטן נראו רק סימני קטרקט ראשוניים.

עדשות בקר הושמו במערכת ממוחשבת הכוללת מנורת לייזר ומצלמה המחוברת למחשב. העדשות חולקו לארבע קבוצות: עדשות במדיום גידול רגיל; עדשות במדיום גבה-גלוקוז; עדשות במדיום רגיל+GTF; עדשות במדיום גבה-גלוקוז+GTF. העדשות נסרקו מידי יום במשך שבועיים למדידת רוחק פוקלי ויכולת מיקוד. עדשות הביקורת שמרו על התכונות האופטיות שלהן לאורך כל הניסוי. העדשות שגודלו במדיום גבה-גלוקוז הראו פגיעה חמורה בתכונות האופטיות שלהן. עדשות שגודלו במדיום גבה-גלוקוז+GTF שמרו על תכונותיהן האופטיות בדומה לעדשות הביקורת. אנזימי העדשה Na/K ATPase ו-Aldose reductase, שנפגעה פעולתם בריכוזי גלוקוז גבוה – נשמרה פעילותם התקינה במידה והוסף GTF למדיום גבה-גלוקוז. נמצאה גם דגרדציה בחלבונים הספציפיים (קריסטלינים) בעדשה בהשפעת גלוקוז גבוה. שינויים אילו נמנעו עם הוספת GTF.

לסיכום: ריכוזי גלוקוז גבוה (האופייניים לסוכרת) פוגעים בחלבוני העדשה, בפעילותה האנזימית התקינה וביכולת האופטית שלה. תוספת GTF מונעת או מפחיתה את נזקי הגלוקוז הגבוה הן ברמה התאית והן ברמת האורגניזם השלם.

מילות מפתח: סוכרת, עדשת עין, קטרקט, GTF – Glucose Tolerance Factor

Oren Azari, Tzipi Eshet, Muky Gross & Abraham Haim

הערכה כלכלית של הגן הבוטני במכללת אורנים

The economic value of the botanic garden in Oranim

הגן הבוטני במכללת אורנים הוקם בשנת 1958. חמישים שנה לאחר מכן, בשנת 2008, הוכר על ידי משרד החקלאות כגן בוטני רשמי. נכון להיום זהו הגן הבוטני היחיד בצפון הארץ. הגן משתרע על פני שטח של 40 דונם ומכיל 900 מיני צמחים, רובם צמחי ארץ ישראל.

מיקומו האטרקטיבי של הגן, בפאתי קרית-טבעון, הגורם ללחצי פיתוח כלפי שטחו, בנוסף לסוגיית הצדקת עלויות אחזקתו, מהווים איום על המשך קיומו של הגן הבוטני. יחד עם זאת, למרות הנימוקים לשימור הגן הזה כמו גם יתר הגנים הבוטניים בארץ, מהיבטים חינוכיים אקולוגיים ובוטניים, לא נבחנה התועלת הכלכלית של שימורו ותרומו למכללה בפרט ולציבור בכלל. לכן, ישנה חשיבות לבצע הערכה של התועלות הכלכליות של 'אתר' ציבורי זה.

בעולם, לסוגיית שימור הגנים הבוטניים התווסף דיון לגבי תפקידם. עד כה, גן בוטני נתפס כמוזיאון חי המקבץ צמחים מכל העולם. כיום, רווחת העמדה הרואה בגן בוטני גם כמקום המשמש לשימור צמחים ובתי גידול בסכנת הכחדה, וגם לצורך אקולוס של צמחים בעלי חשיבות חקלאית ורפואית. בחינה כלכלית של תועלות חיצוניות אלו היא בבחינת רגל נוספת התומכת בחשיבות השימור של גנים בוטניים.

מטרת המחקר היא לבחון במונחים כלכליים את התועלות הנוכחיות והפוטנציאליות של הגן הבוטני במכללת אורנים, הן עבור המכללה והן עבור הציבור הרחב. במהלך המחקר ננסה לענות על שאלות כגון: (1) מהן התועלות החיצוניות והפנימיות של הגן הבוטני עבור מכללת אורנים; (2) מהן התועלות החיצוניות הפוטנציאליות של הגן הבוטני; ו-(3) האם קיים 'שוק' מחוץ למכללה המבקש ליהנות משירותי הגן הבוטני הנוכחיים והעתידיים?

שיטות המחקר יתבססו על: (1) סקר משתמשים (אקטיבי ופסיבי) הכולל ניתוח שאלונים שיינתנו לסטודנטים, סגל המכללה ועובדיה ולמבקרים בגן ולתושבי האזור ויתבססו על: הערכה מותנית (CVM), גישה ישירה המאפשרת הערכה כלכלית של מוצרים לא סחירים. הערך הכלכלי יימדד דרך הנכונות לשלם עבור שינוי ברמת איכותו ו/או כמותו של שטח הגן הבוטני; עלות נסיעה (TCM), גישה עקיפה המאפשרת לאמוד את ערך האתר ולהערכת שינויים באיכותו על פי העלויות שאנשים מוכנים להשקיע – כסף (עלויות נסיעה, כניסה ושהייה) וזמן בכדי להגיע לאתר; (2) איסוף נתונים על עלויות התפעול של הגן, מהגופים המתקצבים את הגן הבוטני - משרד החקלאות ומכללת אורנים; (3) הערכת מומחים - מדד ערכיות שטח הגן בהקשר של שמירת טבע (מגוון המינים). שיטה זו עדיין בבדיקה; ו-(4) חישוב ערך הצל של הגן הבוטני. חלקות הגן השונות, מגוון המינים והתשתיות הפיסיות של הגן נותנות שירותים לפעילויות לימודיות חינוכיות ומחקריות המתקיימות בגן. ללא קיומו והפעלתו של הגן, הפעילויות היו מתבצעות מחוץ למכללה, והיו כרוכות בעלויות נוספות ואף באי התקשרות כלכלית עם המכללה מצד גופים חיצוניים. לכן, חישוב ההפרש בין קיום הפעילות מחוץ לגן לקיום הפעילות בגן ייתן את ערכו של הגן בהקשר זה.

בכנס יוצגו כלי המחקר שיפותחו והממצאים הראשוניים שיתקבלו.

מילות מפתח: תועלות חיצוניות ופנימיות, שירותי גן, גן בוטני, ערך צל, שימור מינים