

הכנס המדעי ה-14
מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ג

ביולוגיה

יו"ר: פרופ' שמחה לב-ידון

דגמי חילוף גזים בחרקים: תפקיד גנגליוני הראש בבקרה העצבית**Gas exchange patterns in insects:****The role of head ganglia in neural control**

היתרון האדפטיבי של דגם חילוף הגזים – DGC (Discontinuous Gas-Exchange cycle) בחרקים הוא שנוי במחלוקת. לאחרונה הוצעה ה-*neural hypothesis*, לפיה דגם חילוף גזים זה הינו תוצר לוואי של ירידה אדפטיבית בפעילות המוח בשעת מנוחה, כשהיתרון האדפטיבי מבחינה אנרגטית מתבטא גם בהסרה של עיכוב מוחי על דגם ונטילציה שמקורו בקוצב הממוקם בגנגליוני החזה הסגמנטליים.

על-פי היפותזה זו, חזינו כי שכוחות ה-DGC תהיה גבוהה יותר במופע המתלהק של מין החגב *gregaria Schistocerca* שהינו בעל מוח גדול ורגישות סנסורית מוגברת של מערכת העצבים, ביחס למופע היחידני. בנוסף, חזינו כי ניתוק הקשר העצבי (ה-*connectives*) בין גנגליוני הראש לגנגליוני החזה, יביא לעלייה בשכוחות ה-DGC בשני המופעים, תוך ביטול הבדלים תלויי המופע בדגמי חילוף הגזים. לצורך מדידות אלה, נעשה שימוש במערכת זרימה פתוחה למדידת קצב מטבולי ודגמי חילוף גזים של חגבים בטמפרטורה של $30 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

בניגוד למצופה על-פי ה-*neural hypothesis*, לא נמצאו הבדלים תלויי מופע בדגמי חילוף הגזים בחגבים. ניתוק גנגליוני הראש מגנגליוני החזה לא העלה את שכוחות ה-DGC באף לא אחד מן המופעים. יתר על כן, ה-DGC נעלם כליל בחגבים הסוליטריים. היעלמות ה-DGC בחגבים הסוליטריים המנותחים אינה יכולה להיות מוסברת על-ידי צורך בוונטילציה מוגברת, היות ונמדד עבורם קצב מטבולי נמוך יותר. לפי תוצאות אלה, האבולוציה של DGC בחגבים אינה יכולה להיות מוסברת על-ידי ה-*neural hypothesis*. כמו כן, התוצאות מצביעות על פלסטיות עצבית בבקרת חילוף הגזים.

Aya Goldstein, Shai Markman, Yossi Leshem, Motti Charter

תחרות ניצול ותחרות הפרעה על מקומות קינון בציפורי שיר

Nest site interference and exploitation competition in songbirds

תחרות, טריפה והדדיות הם הגורמים העיקריים התורמים לדינמיות של שיווי המשקל האקולוגי והמפעילים לחץ ברירה חזק על האורגניזמים ועל עיצוב האוכלוסיות. תחרות הינה השפעה שלילית של אורגניזם אחד על אורגניזם אחר, על-ידי צריכת משאבים או מניעת גישה למשאבים שזמינותם מוגבלת. מרבית החוקרים מבחינים בין שני סוגי תחרות: תחרות ניצול ותחרות הפרעה, הנבדלים במנגנונים העומדים בבסיסם ובהשפעתם על האורגניזמים המעורבים בתחרות. תחרות ניצול (Exploitation competition) מאופיינת בגישה חופשית של הפרטים למשאב מוגבל, כאשר ניצול המשאב גורם לירידה בזמינותו למין האחר. תחרות הפרעה (Interference competition) משלבת מרכיב מרחבי, ובה פרטים מסוימים מונעים את גישתם של פרטים אחרים למשאב על-ידי פעולה פיזית, לרוב אגרסיביות. תוצאת התחרות, כדוגמת התגובה של הפרט או האוכלוסייה למניפולציה בניסוי של הסרת המשאב או המין, תשתנה בהתאם לסוג התחרות הקיים.

מרבית המחקרים הבוחנים תחרות בין-מינית על מקומות קינון, מבוססים על תצפיות ולא על ניסויים. במחקר זה ביצענו ניסויי שדה, בהם בחנו את התחרות הבין-מינית על מקומות קינון בין ירגזי מצוי *Parus major* ודרור הבית *Passer domesticus*, על מנת להבין מה טיבה של התחרות וכיצד זו משפיעה על הצלחת הרבייה. כדי לבחון את ההשערה שהצלחת הרבייה של הירגזי המצוי יורדת עם העלייה בצפיפות הדרורים והירידה בזמינות מקומות הקינון, התקנו תיבות קינון וביצענו מניפולציות על גודלו של פתח הכניסה לתיבות הקינון, באתרים המאופיינים בצפיפות שונה של דרורים: נמוכה, בינונית וגבוהה. במהלך עונת הקינון נאספו נתונים לגבי הצלחת הרבייה של הירגזי המצוי ודרור הבית והאינטראקציות ביניהם תועדו באמצעות תצפיות התנהגות.

בשנה הראשונה של המחקר, גודל פתח התיבה נקבע טרם עונת הקינון. למחצית התיבות היה פתח גדול שאפשר את כניסת שני המינים, ולמחצית התיבות היה פתח קטן המונע את כניסתם של דרורי הבית. בניסוי זה מצאנו כי קיימת תחרות ניצול על מקומות הקינון בין הירגזי המצוי לדרור הבית, תחרות שעוצמתה תלויה בצפיפותו של דרור הבית. בשטחים בהם צפיפות דרור הבית הייתה גבוהה, הירגזי המצוי קינן בתיבות בעלות פתח גדול רק עד לתחילת עונת הקינון של דרור הבית.

בשנת המחקר השנייה, לכל תיבות הקינון היה פתח קטן שאפשר כניסת ירגזי מצוי בלבד, ולאחר הטלת הביצים הוחלפו מחצית מן הפתחים לפתח גדול. בניסוי זה נמצא כי בין הירגזי המצוי לדרור הבית קיימת תחרות הפרעה וניצול שעוצמתה תלויה בצפיפותו של דרור הבית. בשיאה, תחרות זו באה לידי ביטוי באינטראקציות אלימות בין המינים, השתלטות של דרורים על קיני ירגזים וירידה מובהקת בהצלחת הרבייה של הירגזי המצוי. לסיכום, סוג התחרות ועוצמתה תלויים בצפיפותו של דרור הבית ובגודל הפתח של תיבת הקינון. זהו ניסוי השדה הראשון בו הוכח כי תחרות הפרעה על מקומות קינון גורמת לירידה בהצלחת הרבייה.

מילות מפתח: תחרות בין-מינית, תחרות ניצול והפרעה, מקנני חורים משניים, תיבות קינון, דרור הבית, ירגזי מצוי

תאי אנדותל במדיום גבוה-גלוקוז כמודל לפגיעה סוכרתית בכלי הדם

Endothelial cells in high glucose medium:**A model for diabetic damage to blood vessels**

סוכרת היא קבוצה של מחלות מטבוליות המאופיינות בהיפרגליקמיה. המחלה מופיעה כאשר הגוף אינו יכול לייצר באופן תקין אינסולין או להגיב לו. כתוצאה מכך רק כמות קטנה של גלוקוז מנוצלת על-ידי הרקמות, ולעומת זאת ריכוז הגלוקוז בדם עולה לרמות גבוהות במיוחד. המצב הכרוני של היפרגליקמיה גורם בטווח הארוך לסיבוכים וסקולריים מסוגים שונים המביאים להתקפי לב, שבץ מוחי, פגיעה בראייה וכשל כללי. אחד המאפיינים של מחלת הסוכרת הינו התפתחות של עקה חמצונית הנגרמת כתוצאה מנוכחות של ריכוזי גלוקוז גבוהים. נמצא כי חלה ירידה בפעילות של כמה אנזימים אנטי אוקסידנטים חשובים (קטלאז, SOD וגלוטתיון פרוקסידאז) אצל חולי סוכרת, וכן גם בפעילות האנזים eNOS – (Endothelial Nitrous Oxide synthase) האחראי על ייצור NO בתאי האנדותל הווסקולרי - פקטור שהוא חיוני במנגנון הרחבת כלי הדם.

תרופות שונות המשמשות לטיפול במחלת הסוכרת גורמות לתופעות לוואי קשות ולפעמים אף מסכנות את חיי המטופל. בעקבות הצורך בתרופות חדשות לטיפול בסוכרת ובסיבוכיה, עלה בשנים האחרונות העניין במחקר של חומרים אנטי סוכרתיים חדשים, פעילים ביולוגית, המבודדים ממקורות טבעיים.

Glucose Tolerance Factor - GTF הינו חומר אנטי סוכרתי שמוצה לראשונה מ-*Brewer's yeast* והוכח כפעיל בהורדת גלוקוז ושומני דם בחיות ניסוי ובבני אדם. החומר טרם בודד וזוהה סופית בשל אי יציבות המקטעים המנוקים. במעבדתנו הופק ה-GTF ונוקה חלקית, והוכחה פעילותו בשיפור סבילות הגלוקוז בחיות מודל לסוכרת, וכן במגוון תאים בתרבית.

מטרת העבודה הנוכחית הינה בדיקת השפעת רמות גלוקוז גבוהות על תאי אנדותל בתרבית. בדקנו השפעת ריכוזי גלוקוז גבוהים במדיום על חיוניות תאי אנדותל, על פעילות האנזימים האנטי אוקסידנטים קטלאז ו-SOD (Super oxide dismutase) על רמת NO בתרבית התאים. בנוסף, בדקנו את השפעת תוספת GTF, כחומר בעל פעילות אינסולינית, על חיוניות התאים, על פעילות קטלאז ו-SOD ורמת NO בתרבית, במצבי גלוקוז רגילים או גבוהים.

תוצאות הניסויים הראו כי חיוניות התאים, הפעילות האנזימתית של הקטלאז וה-SOD ורמת ה-NO ירדו ככול שריכוז הגלוקוז במדיום היה גבוה יותר. תוספת GTF העלתה את חיוניות התאים ופעילות האנזימים האנטי אוקסידנטים, והביאה לעלייה ברמת ה-NO בתאי האנדותל בתרבית.

מילות מפתח : סוכרת, אנדותל, קטלאז, SOD, NO, GTF

Tamar Keasar, Ally Harari, Rakefet Sharon, Tirtza Zahavi

גידול צמחי צוף בשולי כרמים לשימור מגוון פרוזיטואידים

כאויבים טבעיים להדברה ביולוגית

Using nectar-rich cover crops for
conservation biocontrol in vineyards

מטרת המחקר הייתה לבחון את השימוש בצמחים עשירים בצוף הגדלים בשולי כרמים, כאסטרטגיה לשימור מגוון אוכלוסיות של אויבים טבעיים של מזיקים חקלאיים. המזיק ששימש כמודל למחקר הוא הכנימה הקמחית של הגפן, *Planococcus ficus*. הכנימה מתקיימת על הגפן ומהווה עילה למספר רב של ריסוסים בחומרי הדברה רעילים לאדם ולסביבה. האויבים הטבעיים שעמדו במוקד המחקר היו פרוזיטואידים (חרקים שצאצאיהם מתפתחים על או בתוך גופם של פרוקי רגליים אחרים, ניזונים מהם ולבסוף מביאים למותם) כגון הצרעה הטפילית *Anagyrus pseudococci*. צרעות פרוזיטואידיות בוגרות ניזונות מצוף פרחים, בעוד שצאצאיהן ניזונים על רקמות הפונדקאים שלהם.

מחקרים קודמים הראו, שזמינות צוף מגבילה את השרידות ואת הפוריות של נקבות פרוזיטואידים ממינים רבים. לפיכך, השערת המחקר הייתה שגידול צמחים בעלי פרחים עשירים בצוף בשולי שדות חקלאיים ישמר ואף יתגבר אוכלוסיות קיימות של אויבים טבעיים כנגד מזיקים. אולם, מכיוון שחלק מהמינים הצופניים עשויים להוות מקור מזון משלים גם למזיקים שונים, כגון עשים וזבובים, חשוב למצוא את השילוב המיטבי של מיני צמחים, אשר ימשכו מגוון פרוזיטואידים, אך לא חרקים מזיקים.

באפריל 2012 איתרנו באזור זיכרון-יעקב ארבעה כרמים מתאימים לניסוי. בכל אחד מהם סומנו שלוש חלקות, שמוקמו בצלעות שונות של הכרם. בחלקות השתילה נשתלו צמחים צופניים ממשפחת הסוככיים, שנועדו לספק תוספת צוף לחרקים מועילים. בחלקות העשבייה גדלה צמחיה טבעית של שולי הכרם. בחלקות הכיסוח לא הייתה כל צמחיית שוליים בתחילת הניסוי. בקרנו בחלקות אחת לחודש, דגמנו את פרוקי הרגליים וניטרנו את מצב הפריחה ואת רמת הכנימות הקמחיות על הגפנים.

מצאנו שאוכלוסיית הכנימות הקמחיות על גזעי הגפנים היו בשיאן ביוני. ביולי חלה ירידה במספר הקמחיות הבוגרות והזחלנים, אך חלה עלייה במספר שקי הביצים. באוגוסט נעלמו הקמחיות לגמרי מהגזעים, אך נמצאו בכמות קטנה על האשכולות. פחות מ-3% מהקמחיות שנדגמו מהגפנים היו מוקטפלות. לא נמצא הבדל ברור בשיעורי ההטפלה שלהן בין הטיפולים בניסוי. ביוני נדגמה גם השפעה הגדולה ביותר של פרוקי רגליים מועילים בחלקות הניסוי. חלקם של המאביקים פוטנציאליים מכלל פרוקי הרגליים שנאספו בשאיבות הלך ופחת בין מאי ליולי, חלקם של טורפים פוטנציאליים היה הגבוה ביותר ביוני, וחלקם של הפרזיטואידים היה מקסימלי ביולי. סדרות החרקים העיקריות המיוצגות בדגימות הם דבוראים (בעיקר צרעות), ציקדות, זבובים וחיפושיות. הצרעה הטפילית אנגידוס, המשמשת כאויב טבעי מסחרי של כנימות קמחיות, היוותה פחות מ-10% מכלל הפרזיטואידים שנדגמו בשאיבות. נמצאה גם מגמה לשפעה גבוהה יותר, ובמקביל לצפיפות כנימות קמחיות נמוכה יותר, בטיפולי השתילה והעשבייה בהשוואה לטיפולי הכיסוח. ממצאים אלו מרמזים על תרומתם של צמחי הכיסוי המקומיים והשתולים בכרם לקיומם של פרוקי רגליים מועילים, המדבירים את המזיק.

מילות מפתח: הדברה ביולוגית, כנימות, צרעות טפיליות, מגוון מינים, חקלאות בת-קיימא

”הקשר האנדוקריני”: חקלאות – סביבה – בריאות,

השקיה חקלאית במי קולחין - האם קיימת בעיה?

The Endocrinic Connection: Agriculture - environment - health

Agricultural irrigation with wastewater: Is there a problem?

מים, אקלים, אנרגיה, מזון, גידול אוכלוסין ופעילות אנושית מהווים גורמי יסוד בכל הקשור ליחסי הגומלין: איכות סביבה - חקלאות - אקולוגיה - בריאות - וקיימות (sustainability). באזור חצי-מדברי עד מדברי כשלו, כמות המים הזמינה לצריכה בכל המגזרים, מחייבת שימוש חוזר בקולחי מט"ש (מתקן טיפול שפכים) שהם כ-70% מכמות השפכים בישראל כיום. בשימוש חוזר בקולחין, איכות המים מהווה את הגורם המגביל. מי קולחין המשמשים לחקלאות, כמו גם מי שפכים לא מטופלים ושיטפונות, מגיעים לנחלים, לאגמים, למאגרים, לים וכן למי התהום והאקוויפרים ואיתם מזהמים מתמידים (Persistent Endocrine disrupting – POPs), כולל כימיקלים "מפריעי" אנדוקרינים (Organic Pollutants – POPs, Endocrine disrupting chemicals - EDCs).

אי-פריקות ביולוגית (nonbiodegradability) משמעותית וכתוצאה מכך הישרדות סביבתית ארוכת טווח של קבוצות חומרים פעילי שטח (חפ"ש) נוניאונים - APEOs, הורמונים טבעיים ותרופות מעשה ידי אדם, כולם כימיקלים "מפריעי" אנדוקרינים, כמו גם של הפחמימנים הרב-טבעתיים הארומטיים (PAHs) המסרטנים, איננה מאפשרת את סילוקם המלא מהשפכים במט"שים הקונבנציונליים. ריכוזים משמעותיים של APEOs ($27-35 \mu\text{g/L}$), ריכוזי קורט של הורמונים ותרופות מייצגות ($7-31 \text{ ng/L}$ ו- $131-77 \mu\text{g/L}$), בהתאמה) וריכוזי PAHs ($0.16-0.25 \mu\text{g/L}$) נמצאו ונקבעו בקולחי מט"שים מייצגים בארץ, במסגרת מחקרנו ארוכי הטווח. מכיוון שמדובר בתערובות של קבוצות שונות של POPs, אנדוקרינים בריכוזי קורט, הרי שתוצאות החשיפה הכרונית - הסינרגיסטית (או האנטגוניסטית) על החי - לתערובות ממשיות של קבוצות חומרים אלה בקולחין ובאקוויפרים (כמו גם בסביבות מימיות אחרות) ולא ה- LD_{50} - הן המשמעותיות/קריטיות מבחינת ההיבט האקו-טוקסיקולוגי.

תוצאות מחקרנו המבוססות על Zebra Fish Egg Production Test (ZFPEPT), מצביעות על השפעות/השלכות אקו-טוקסיקולוגיות במציאות של השימוש החוזר במי קולחין בישראל, בעיקר בחקלאות. הפעילות האנדוקרינית ותוצאותיה הטוקסיקולוגיות הסביבתיות בחשיפה ארוכת טווח, מאפשרת להעריך את פוטנציאל הסיכון הבריאותי הרלוונטי לחשיפה כרונית לתערובות של POP-EDCs במי קולחין.

המסקנה היא, שקיימת בעיה הטומנת בחובה השלכות מרחיקות לכת על יחסי הגומלין המערכתיים: מקורות/משאבי מים; אקוויפרים – צריכת מים עירונית; טיפול במי שפכים במט"שים – השקיה חקלאית; אקולוגיה - איכות סביבה - בריאות – וקיימות, כל אלה יחסי גומלין הקשורים בשימוש חוזר במים. הפתרון הוא טיפולי אחר יעילים במט"שים עד לביטול ה-impact הסינרגיסטי של תערובות EDCs בהן.

מילות מפתח: מפריעי/משבשי אנדוקרינים, שימוש חוזר בקולחין, סביבה, השפעה אקו-טוקסיקולוגית, השלכות בריאותיות

