

**הכנס המדעי ה-16**  
**מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ה**

**ביולוגיה וסביבה**

**יו"ר: שמחה לב-גידון**



**השפעות גניבת צוף על ריכוזים של אלקלואידים בטבק השיח והשפעות של צריכת  
אלקלואידים אלה על קוגניציה בצופיות**

**Nectar robbing effects on nectar alkaloid concentrations in *Tree Tobacco*  
and the effects of alkaloid consumption on *Sunbird* cognition**

מיני צמחים רבים מכילים ברקמותיהם חומרים שניוניים כגון אלקלואידים, לשם הגנה כנגד אוכלי צמחים, אך חומרים שניוניים אלה עשויים להימצא גם בצוף הפרחים עם השפעות פוטנציאליות על אוכלי צוף. חלק מאוכלי הצוף עלולים להרוס את רקמת הפרח כדי להגיע לצוף, תופעה הנקראת "גניבת צוף", עובדה שייתכן ותגרום לעלייה ברמות החומרים השניוניים בצוף הפרחים.

מקובל לחשוב שעוברות כמה שעות מהפגיעה בפרח עד שמוזהים עלייה ברמות החומרים השניוניים בצוף. אותנו עניינה השאלה אם חומרים שניוניים ברקמת הפרח משוחררים באופן מיידי לתוך הצוף בעקבות גניבת הצוף.

צופית בוהקת היא מאביקה לגיטימית וגנבת צוף של פרחי *טבק השיח* המכיל ניקוטין ואנבסין. בדקנו האם גניבת צוף על-ידי צופיות גורמת לעלייה מיידיה בריכוזי האלקלואידים בצוף של *טבק השיח*. מצאנו שריכוז האנבסין, אבל לא הניקוטין, עלה באופן מובהק בצוף פרחים מיד לאחר אירוע גניבת הצוף. ממצאים אלה מציעים שגנבי צוף ניזונים מרמות גבוהות יותר של חומרים שניוניים מאשר אם היו מבקרים את הפרחים באופן לגיטימי (דהיינו לא גונבים צוף). כתוצאה מכך, עלייה בצריכת אלקלואידים או חומרים שניוניים אחרים עלולה להשפיע באופן שלילי על גנבי הצוף או מאביקים המבקרים את הפרחים לאחר הפגיעה בהם.

המשכנו ושאלנו האם ריכוזי אלקלואידים אלה משפיעים על הקוגניציה של הצופיות, מכיוון שניקוטין ואנבסין הם חומרים נוירוטוקסיים. בתחילה מצאנו שצופיות נמנעות יותר מאכילת רמות גבוהות של אלקלואידים הנמצאים בצוף של פרחי *טבק* שנפגעו מאשר מרמות נמוכות יותר של אלקלואידים בצוף של פרחים שלמים. לפיכך, המשכנו להשתמש ברמות של אלקלואידים שנמצאו בפרחים שלמים בניסויי הקוגניציה. אימנו צופיות המשחרות למזון להבחין בין פרחים מלאכותיים עם או בלי צוף על בסיס הבדל הצבע בין שני סוגי הפרחים. מדדנו את מידת הדיוק ביכולת ההבחנה שלהן בין שני הצבעים מיד לאחר האימון, ושוב ביום הבא לאחר שהן ניזונו מתמיסות סוכרוז עם או בלי אלקלואידים. מצאנו שאכילת אלקלואידים גרמה אצל הצופיות לירידה מובהקת בדיוק בהבחנה בין פרחים בצבעים השונים, עובדה המציעה ירידה בזיכרון בעקבות אכילת אלקלואידים. ירידה בזיכרון בעקבות צריכת חומרים שניוניים עלולה להשפיע בצורה ניכרת על יעילות שיחור המזון של בעל החיים, ולכן אולי, להשפיע על הכשירות של הצמח עם החומרים השניוניים, או אפילו על הכשירות של כל מיני הצמחים המבוקרים על-ידי צרכני הצוף שהושפעו מהאלקלואידים.

ניסויים אלה הינם הראשונים להראות את ההשפעות המיידיות של פגיעה בפרחים על ריכוזי האלקלואידים בצוף וההשפעות השליליות של צריכת אלקלואידים על הקוגניציה של ציפורים הניזונות מצוף.

**מילות מפתח:** צופיות, ציפורים, שיחור מזון, קוגניציה, חומרים שניוניים

סאגדה (סוסו) טבאש, יורם גרשמן ואלה פיק

Sajeda Tabbash (Susu), Yoram Gerchman & Elah Pick

אפיון תכונותיו הפרמקולוגיות של כורכומין בהגנה מפני נזקי מתכות

### Characterization of the pharmacological properties of Curcumin in protecting against metals damage

מחקר מקיף במחצית המאה האחרונה הראה כי לתבלין ההודי כורכומין יכולות פיזיולוגיות ורפואיות רחבות כנגד חמצון יעיל וכחומר אנטי דלקתי. לאחרונה נמצא החומר הפעיל בתבלין זה כיעיל לטיפול אנטי סרטני, ולטיפול במחלות ניווניות של מערכת עצבים. בתנאי מעבדה הכורכומין הראה יכולת של ספיחת ברזל הן בניסויים בתאי יונקים והן בניסוי מבחנה.

במחקר המוצג בחנו את פוטנציאל הספיחה של מתכות אחרות (בנוסף לברזל) על-ידי כורכומין. כמודל מחקר השתמשנו בשמר האפיה *S. cerevisiae*. השמר הוא חד-תא אאוקריוטי, והוא מהווה מודל מוצלח לאאוקריוטים כגון האדם. בניסוי בתאי שמר מצאנו כי הוספת כורכומין למדיום הגידול של השמרים גורם לעיכוב בשגשוג התאים, ככל הנראה על-ידי דלדול ריכוז יוני המתכות במדיום הגידול. העשרת מדיום הגידול ביוני ברזל ויוני נחושת, הביא לדיכוי העיכוב ולשגשוג התאים שגודלו בנוכחות הכורכומין. העשרת מדיום הגידול במתכות נוספות (אבץ, מגנזיום, אלומיניום, ניקל וקדמיום) לא הביא לשגשוג התאים.

התוצאות מרמזות על כך שלכורכומין יש יכולת ספיחת יוני ברזל ונחושת בתאי שמרים או עיכוב כניסת יונים לתוך תאי השמר, אולם לא של יוני מתכות אחרות. במקביל, כורכומין הראה יכולת קשירה ליוני ברזל בניסויי מבחנה, דבר שתומך בחלקו בתוצאות שהתקבלו בתאי שמרים. פוטנציאל הספיחה של כורכומין יכול להיות מוצע כפתרון אפשרי למחלות הקשורות לבעיות של הצטברות מתכות ברקמות, במיוחד במחלות ניווניות.

**מילות מפתח:** תבלין הכורכום, ספיחת מתכות, הצטברות מתכות, מחלות ניווניות, שמר אפיה

רננה מילבסקי, אבי בר מסדה, גידי נאמן ורחל בן-שלמה

Renana Milavski, Avi Bar Massada, Gidi Ne'eman & Rachel Ben-Shlomo

ההרכב הגנטי של אורן ירושלים טבעי (זן מזרחי) בכרמל ומידת האינטרוגרסיה של גנים

מיערות אורן נטועים כבסיס למדיניות שימור

### The genetic composition of *Aleppo pine* at Mt. Carmel and the level of gene introgression from planted forests as a basis for conservation policy

אורן ירושלים (*Pinus halepensis* Miller) נפוץ בעיקר באגן המערבי של הים התיכון, אבל קיימות גם מספר אוכלוסיות מפוזרות ומקוטעות בחלקו המזרחי. האוכלוסייה הטבעית הגדולה ביותר של אורן ירושלים בישראל גדלה בשמורה הביוספרית הר הכרמל. בין השנים 1950-1970 קק"ל נטעה יערות של אורן ירושלים מזרעים שנאספו במקומות לא ידועים בארצות שונות באגן הים התיכון. מחקרים השוואתיים קבעו שאורן ירושלים טבעי בישראל הוא אקוטיפ ייחודי בעל הרכב גנטי שונה מהאורנים הנטועים וקראו לו "הזן המזרחי". מכיוון שמדובר בעצים בני אותו מין ואין בעיה של התאם גנטי, יכולה להתקיים הפריה

הדדית (החלפת גנים) של אורנים טבעיים ואורנים נטועים סמוכים או אף רחוקים מספר קילומטרים. לאחרונה התברר שליערות הנטועים יש השפעה ניכרת על ההרכב הגנטי של עצים צעירים המתבססים בקרב האוכלוסיות הטבעיות, כלומר קיימת אינטרוגרסיה של גנים זרים מעצים נטועים אל תוך האוכלוסיות הטבעיות. תהליך זה עלול לשנות באופן דרסטי את ההרכב הגנטי של הזן המזרחי ולטשטש את ההבדלים בינו לבין האוכלוסיות האחרות באגן הים התיכון ולכן ייתכן שהוא נמצא כיום בסכנת היעלמות. השערת המחקר שלנו היא שלעצי אורן ירושלים בכרמל קיימות עדיין אוכלוסיות טבעיות, בעלות הרכב גנטי ייחודי השונה מזה של היערות הנטועים.

למחקר הנוכחי שתי מטרות: המטרה הראשונה היא אפיון ההרכב הגנטי של אורן ירושלים טבעי מהזן המזרחי בכרמל בשיטת טביעת אצבעות גנטית (AFLP), והערכה של אחוז האינטרוגרסיה של גנים מיערות אורן נטועים אל אוכלוסיות המחקר. במידה ותמצאנה אוכלוסיות טהורות יחסית, המטרה השנייה של המחקר היא בחינת האפשרות לשמרן באתרן על-ידי יצירת אזור בידוד ברוחב סביר מבחינה ממשקית, כך שאפשרות ההאבקה בין אוכלוסיות נטועות ואוכלוסיות טבעיות תצומצם באופן דרסטי. על-פי מידת ההיתכנות של הקמת אזורי בידוד מסביב לאוכלוסיות הטבעיות, נמליץ על מדיניות שימור של אורן ירושלים מהזן המזרחי בכרמל. אנו משערים שרצועות בידוד של 500-1000 מטרים יאפשרו שימור הזן המזרחי של אורן ירושלים לטווח ארוך.

העבודה המוצעת היא מחקר שהוא חלק מפרויקט שיקום הכרמל לאחר השריפה שהתחוללה בו ב-2010.

**מילות מפתח:** אורן ירושלים, AFLP, הרכב גנטי, אינטרוגרסיה, אזור בידוד

**Yehuda Roth**

**יהודה רוט**

### **החוקים הבסיסיים של העולם הדומם והעולם החי**

#### **Inanimate and animate systems as fundamental concepts of nature**

בספרו המיוחד "מהם החיים?" מציע אבי תורת הקוונטים, ארווין שרדינגר, תובנות פיזיקליות הנוגעות למערכות חיים. אחת המסקנות היא שבניגוד למערכות דוממות המתפתחות במגמה להגדלת האי סדר, מערכות חיות מתפתחות כך שבדרך כלל האי סדר קטן (הקטנת האנטרופיה).

בעבודה שלנו פיתחנו מודל המבוסס על מערכות לא ליניאריות והראינו שכאשר המערכת רגולרית (לא כאוטית) היא אמנם מתפתחת במגמה להקטנת אי הסדר. כלומר, מערכת המתפתחת בהתאם למיפוי לא ליניארי יכולה לייצג מערכת חיה.

החוק השני של התרמודינמיקה הוא אחד החוקים הבסיסיים בפיזיקה. ללא הפרזה ניתן לקבוע שחוק זה כנראה לא יופרך לעולם. הסיבה לאמונה הכמעט בלתי מתפשרת ב"אמיתות" החוק היא משמעותו האוניברסלית שחורגת מגבולות הפיזיקה. במילים פשוטות, החוק קובע שבמצאיות אין מערכות מושלמות, ובשפה פיזיקלית - לא קיימת מכונה עם נצילות מושלמת, כלומר, תמיד יהיו איבודים של חום.

ניסוח אקוויוולנטי לחוק השני של התרמודינמיקה מופיע בענף של הפיזיקה המכונה מכניקה סטטיסטית. החוק השני של התרמודינמיקה מנבא שבכל התפתחות ספונטנית של מערכת מקרוסקופית סגורה יהיה גידול באנטרופיה, כלומר, עלייה באי סדר.

כיצד, אם כן, ניתן לנסח תורה החוזה הקטנה באי סדר כאשר קיים חוק בסיסי המנבא עלייה באי סדר? התשובה נעוצה בהגדרת המערכת. מערכת חיה תמיד מצומדת לסביבה. אמנם, כפי שנראה במודל שלנו, המערכת החיה מתפתחת במגמה להקטין אי סדר אך כתוצאה מכך האי סדר בסביבה עולה. כאשר מביאים

בחשבון את השינוי הגלובלי באי סדר, מתברר שאמנם במערכת החיה הייתה ירידה באי סדר, אך ירידה זו מפוצה על-ידי הגדלת האנטרופיה של הסביבה, כך שהאי סדר הכולל למעשה גדל בהתאם לחוק השני של התרמודינמיקה.

**מילות מפתח :** מיפוי לא ליניארי, סדר, אי סדר