

הכנס המדעי ה-17
מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ו

ביולוגיה וסביבה

יו"ר: שמחה לב-ידון

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 pines on Mt. Carmel and the level of
gene introgression from planted pine forests
as a basis for conservation policy**

אוכלוסיות אורן ירושלים מהזן המזרחי בישראל, נחשבות לאקוטיפ ייחודי הנבדל גנטית משאר אוכלוסיות אורן ירושלים באגן הים התיכון. בהר הכרמל מצויות כמה אוכלוסיות טבעיות, לצד עומדים של אורן ירושלים שנטעו על-ידי קק"ל בין השנים 1950 ל-1970. המקור הגנטי של עומדים אלו לא ידוע; הזרעים נאספו ממקומות שונים באגן הים התיכון. מכיוון שמדובר בפרטים בני אותו מין, פרטים מאוכלוסיות טבעיות ונטועות יכולים להתרבות באופן חופשי. בשל האבקה הדדית (החלפת גנים) בין אורנים נטועים לטבעיים, ובשל הפצת זרעים רחוקת טווח, נחשב הזן המזרחי של אורן ירושלים כגנוטיפ בסכנת הכחדה. לכן, בהתאם לאמנת ה-CBD הכוללת את המגוון הביולוגי והגנטי, מדינת ישראל מחויבת לשמור על האקוטיפ הייחודי של עומדי אורן ירושלים מהזן המזרחי.

מטרתו של המחקר הנוכחי היא לאפיין את ההרכב הגנטי של עצים ואוכלוסיות טבעיות של אורן ירושלים בכרמל (זן מזרחי) ושל אוכלוסיות נטועות, ולבחון את מידת האינטרוגרסיה של גנים מיערות אורן נטועים לטבעיים. אספנו מחטים מקבוצות גודל (גיל) שונות מ-15 עומדים (13 טבעיים ו-2 נטועים), ואפינו את המבנה הגנטי של הפרטים והאוכלוסיות באמצעות טביעת אצבעות גנטית באנליזת (AFLP) המגבירה בו-זמנית מקטעי DNA רבים, שחלקם שונים וחלקם דומים. בסך הכל נבדקו 286 פרטים מאוכלוסיות שונות, והוגברו 298 אתרים גנטיים. מתוכם נמצאו 183 (כ-61%) סמנים גנטיים משותפים לאוכלוסיות הזן המזרחי ולזן הנטוע, 69 (כ-23%) סמנים גנטיים ייחודיים לאוכלוסיות הטבעיות, ו-8 לוקוסים ייחודיים לאוכלוסיה הנטועה בהר סומק (שלושה מהם מופיעים בתדירות גבוהה באוכלוסיה: 44%, 53, ו-68%).

האנליזות הגנטיות הראו שהאוכלוסיות הטבעיות פולימורפיות ומראות הבדל גנטי ביניהן. פרטים בקבוצות גיל שונות בתוך כל אוכלוסייה דומים גנטית ומתקבצים בדרך כלל יחד. כל אחת מהאוכלוסיות הטבעיות רחוקה גנטית ובעלת הרכב גנטי שונה מהאוכלוסייה הנטועה בהר סומק. אנליזת קיבוץ חילקה את האוכלוסיות הטבעיות לארבע קבוצות ואנליזה בייסיאנית לתשע קבוצות בעלות פרופיל גנטי ייחודי. בדיקת תדירות הלוקוסים המשותפים בין הזן הנטוע לקבוצות גיל שונות בעומדים הטבעיים, הראו שישנם אחוזים נמוכים מאוד של לוקוסים משותפים עם קבוצת הגיל הקטנה (1%) ועם קבוצת הגיל הבינונית והקטנה (4%) לכן, המסקנה העולה מתוצאות המחקר היא שלעומדים נטועים יש השפעה שולית על ההרכב הגנטי של האוכלוסיות הטבעיות. משום שלא נמצאה עדות לאינטרוגרסיה מהותית, ניתן עדיין לשמר בקלות יחסית את האוכלוסיות הטבעיות של הזן המזרחי בכרמל. מרחק בידוד אפשרי של ק"מ אחד יכול לצמצם מאוד את סכנת האינטרוגרסיה בעתיד. תוך התחשבות במגבלות ממשקיות, עדיף לשמר אוכלוסיות בעלות פרופיל גנטי פולימורפי ייחודי (בהתייחס לאוכלוסיות אחרות בקבוצה), להן סיכון נמוך יחסית להישרף, כלומר אוכלוסיות היושבות על רכסים מבודדים, לא נגישים לציבור ומוקפים בעיקר בבתה ובגריגה.

מילות מפתח: אינטרוגרסיה, הרכב גנטי, אורן ירושלים, סמנים גנטיים, שימור

ליהי עמית, רחל בן-שלמה ואלעד חיל

Lihli Amit, Rachel Ben-Shelomo & Elad Chiel

האם סימביונטים שניוניים תורמים להתמיינות של כנימות עפצים בישראל?

Do secondary symbionts push galling aphids in Israel over the differentiation cliff?

הכנימות יוצרות העפצים - עפצית המחרוזת (*Forda riccobonii*) ועפצית וורטהיים (*Slavum wertheimae*) הן כנימות ספציפיות לעצי האלה האטלנטית (*Pistacia atlantica*). תפוצתם של האלה האטלנטית וכנימות העפצים בישראל מקוטעת, וכוללת אוכלוסיות בצפון הארץ, מרכז ודרומה. למרות שקיימים הבדלים פנוטיפיים בין עצי האלה בצפון לאלה שבדרום, אין ביניהם הבדלים גנוטיפיים משמעותיים. לעומת זאת, במחקר קודם (אברני, בן-שלמה וענבר, 2012) נמצאו הבדלים גנוטיים מובהקים בין האוכלוסיות הצפונית והדרומית של שני מיני הכנימות, עדות לתהליכי התמיינות בין האזורים. חיידקים סימביונטים פקולטטיביים כגון *Wolbachia* יכולים להשפיע על תהליכי התמיינות של החרק הפונדקאי באמצעות מניפולציות רבייתיות. אי לכך, במחקר זה בדקנו האם יש מתאם בין נוכחות של סימביונטים פקולטטיביים לבין הגנוטיפים השונים של אוכלוסיות הכנימות.

באמצעות PCR דיאגנוסטי בדקנו נוכחות של תשעה סימביונטים שניוניים המוכרים מכנימות עלה: *Rickettsia*, *Wolbachia*, *Cardinium*, *Spiroplasma*, *Serratia*, *Regiella*, *Hamiltonella*, *X-type*, *Rickettsiella*.

בכנימה עפצית המחרוזת מצאנו שני חיידקים סימביונטים פקולטטיביים: *Rickettsia*, *Cardinium*. ללא הבדלים בשיעור הנשאות בין אוכלוסיות הצפון, המרכז והדרום. שאר הסימביונטים לא נמצאו בכנימה זו. מנגד, בכנימה עפצית וורטהיים מצאנו *Cardinium*, *Rickettsia* ו-*Wolbachia* בשיעורים גבוהים יותר באוכלוסיות הצפון והמרכז לעומת שיעורן באוכלוסיות הדרומיות. הבדלים אלו נמצאים במתאם עם ההבדלים הגנוטיים של הפונדקאי. זן ה-*Wolbachia* אופייני בשיטת (Multi Locus Sequence Typing). בהשוואה למאגר הנתונים העולמי התגלה הפלוטיפ חדש. תוצאה זו עשויה להצביע על תהליך התמיינות גם בקרב אוכלוסיית סימביונט זה.

לצד תוצאות מחקרנו, דרוש עדיין מחקר נוסף כדי לקבוע בוודאות האם מניפולציה רבייתית אכן מקדמת את תהליך ההתמיינות, או מושפעות ממנה.

מילות מפתח: התמיינות, חיידקים סימביונטים, כנימות עפצים, אלה אטלנטית, מניפולציות רבייתיות

בקרת אוכלוסיה של הנוטריה (*Myocastor coypus*) באגמון החולה**Reproduction control of nutria (*Myocastor coypus*) in the Hula valley**

מינים פולשים מהווים סכנה משמעותית עבור המגוון הביולוגי ולעיתים קרובות אף גורמים לנזקים למערכות אקולוגיות טבעיות ומלאכותיות ולתשתיות, אשר עלולים להתבטא גם בנזקים כלכליים ניכרים. הערכה של נזקי המינים הפולשים לכלכלת ארצות הברית בין השנים 1906 ל-1991 נאמדת בכ-97 ביליון דולר. הנוטריה (*Myocastor coypus*) היא מכרסם גדול המאכלס בתי גידול מימיים באזורים הממוזגים של דרום אמריקה. הנוטריה היא מכרסם חברתי, והזכר והנקבה שולטים יחד בטריטוריה ממנה הם דוחקים את הזכרים הצעירים. הזכרים הם פוליגמים. לישראל הובאה הנוטריה בשנות החמישים לצורך גידול פרווה והיא הפכה ל"פליטת תרבות". עיקר הנזק הכלכלי הנגרם על-ידי הנוטריות הוא בהרס הדפנות של בריכות הדגים ושל תעלות המים. באתר האגמון בעמק החולה התרבו הנוטריות בשנים האחרונות והנזק שנגרם לתעלות הביא לצורך להתחיל לבקר את האוכלוסייה (לאחרונה בעקבות נזקי הנוטריות שופץ מקטע של כ-500 מטרים בעלות של כ-700,000 ₪).

מחקרנו בוחן את השפעת ניתוק צינור הולכת הזרע בזכרים כאמצעי לבקרת האוכלוסייה. כאשר מסרסים זכרים הם מאבדים את הכושר שלהם לשמור על טריטוריה, אך אם רק מנתקים את צינור הולכת הזרע, רמות ההורמונים נשמרות ועל כן הזכר ימשיך לשמור על הטריטוריה ולמנוע מזכרים אחרים להתרבות למרות שהוא עצמו לא יוכל להביא צאצאים.

התוצאות הראשוניות העולות מן המחקר מראות את היתכנות השיטה כאשר זכרים שנותק אצלם צינור הזרע המשיכו להיות טריטוריאליים. במקביל הצלחנו לזהות סמנים מולקולריים שיאפשרו לנו בהמשך לאמוד את גודל האוכלוסייה ואת מידת בידודה בעמק החולה מאוכלוסיות אחרות. באם האוכלוסייה מבודדת, הטיפול בבקרת הרבייה שאנחנו מציעים יוכל להפוך להצלחה ולהביא להפחתת ההשפעות ההרסניות של מין זה בעמק החולה.

מילות מפתח: רבייה, מינים פולשים, טריטוריה, התנהגות, מכרסם

Amir Sapir

עמיר ספיר

על הרי געש תת-ימיים, תולעים, פטריות מוזרות, וגבישים:

תולעים תת-מימיות חושפות את סודות הים העמוק

On hydrothermal vents, worms, strange fungi and crystals:

Nematodes reveal the secrets of the deep sea

הים העמוק הוא הנישה האקולוגית הגדולה ביותר אך הפחות נחקרת על פני כדור הארץ. מתוך כ-10 מיליון יצורים הצפויים לחיות בסביבה זו, על-פי אומדנים מדעיים, ידועים כעת למדע רק כ-200,000 מינים. בשל העובדה שסביבת הים העמוק ענייה בחומרי מזון, החיים בים העמוק מרוכזים ב"נאות מדבר" עשירות בחומרי מזון. נאות מדבר אלו הינם הרי געש תת-ימיים, "נביעות" של הגז מתאן, ומקורות מזון שנפלו מפני השטח כמו למשל עצמות לווייתנים וגזעי עצים. הים העמוק הוא חידה מבחינת אסטרטגיות

הקיום של היצורים החיים בו. למשל מה מידת הסימביוזה בין יצורים שונים וההשפעה של מחוללי מחלות שונים, כמו וירוסים ופתוגנים אחרים, על האקולוגיה של הים העמוק.

במחקר שנערך בשיתוף פעולה עם המכון הטכנולוגי של קליפורניה זיהינו אוכלוסיות של נמטודות החיות בנביעות מתאן תת-ימיות בעומק של כ-1,000 מטרים על קרקעית האוקיינוס השקט. הנמטודות אוכלות סוגי חיידקים שונים המשתמשים במתאן כחומר מזון. כמו כן זיהינו פטריה פרוזיטית התוקפת את הנמטודות ואוכלת אותן מבפנים. מיקום הפטריה באיברי המין של הנמטודות מעלה את האפשרות שזאת פטריה המועברת באמצעות מגע מיני, אך נדרשים מחקרים נוספים כדי לבסס השערה זו.

מחקר זה הינו הראשון לגלות ולאפיין את יחסי הגומלין בין פטריות פרוזיטיות והמאכסן שלהן בסביבת הים העמוק ובין המחקרים הבודדים של יחסי פרוזיט-מאכסן בים העמוק. המחקר מציב את אסטרטגיית הקיום הפרזיטית כאסטרטגיה משמעותית באקולוגיה של חברות החיות בנביעות מתאן בים העמוק.

במחקר נוסף זיהינו גבישים הנוצרים בגופן של נמטודות החיות בסביבות הר געש תת-ימי בעומק של כשלושה קילומטרים מתחת לפני האוקיינוס השקט. השערת המחקר היא שגבישים אלו הם דרכן של הנמטודות לסלק חומרים רעילים שהן קלטו מסביבת הרי הגעש הרוויה בחומרים רעילים כמו מתכות כבדות וגופרית. אנו נמצאים בעיצומו של מחקר שמטרתו לברר מהו הרכבם של הגבישים הללו ומה משמעות היווצרותם לחיי הנמטודות.

לסיכום, מחקר של נמטודות החיות בים העמוק יכול לגלות לנו את סודותיו של אזור זה ולהרחיב את גבולות הידע שלנו לגבי אסטרטגיות חיים ואסטרטגיות שרידות בסביבה מרתקת אך קיצונית זו.

מילות מפתח: ביולוגיה של הים העמוק, נמטודות, גבישים, פטריות פרוזיטיות, הרי געש תת-ימיים