

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

**ביולוגיה (I)**

**יו"ר: פרופ' שמחה לב-ידון**



אנה גרשברג, רחל בן-שלמה, יובל איתן, עופר שטייניץ וגידי נאמן

Anna Gersberg, Rachel Ben-Shlomo, Yuval Eitan, Ofer Steinitz &  
Gidi Ne'eman

**מבנה גנטי מרחבי של נבטי אורן ירושלים בהתחדשות לאחר שריפה**  
**Spatial genetic structure of *Pinus halepensis* seedlings**  
**in post fire regeneration**

אורן ירושלים הוא עץ טבעי בישראל. עצי האורן מתים לאחר שריפה והתחדשות היער תלויה בנביטה של זרעי האורן בסתיו הראשון שלאחר השריפה. מרבית הזרעים להתחדשות זו מקורם באצטרובלים האפילים של האורן, המפזרים את זרעיהם בעיקר לאחר שריפה. לאחר שריפה של יער אורן ירושלים טבעי נוצרת סביבה הטרוגנית מבחינת עוצמת השריפה ופיזור האפר, כאשר כמויות גדולות של אפר מצטברות מתחת לעצים הגדולים. האפר מעכב את הנביטה של מיני צמחים רבים אבל במידה פחותה את הנביטה של זרעי האורן. בכך מקטין האפר את התחרות בין הצמחים, ועושרו במינרלים הדרושים לצמחים מגדיל את קצב צמיחתם. מרבית הזרעים מהאצטרובלים האפילים מפוזרים גם הם בעיקר באזור העשיר באפר מתחת לצמרת האורן השרופה.

מחקרים קודמים הראו כי בשל דגם פיזור הזרעים לאחר השריפה וההשפעה של האפר על הנביטה והצמיחה, השטח מתחת לעץ אורן גדול שנשרף מהווה את נישת ההתחדשות המועדפת של הנבטים לאחר השריפה ובה גם גדולים יותר סיכויי הנבטים להגיע לבגרות מאשר במרחק גדול יותר מהעץ השרוף. מבחינה תיאורטית, רבים הסיכויים שמרבית העצים המרכיבים את דור האורנים המתחדש לאחר שריפה נבטו תחת עצי האם שלהם ולכן ההרכב הגנטי שלהם ודגם הפיזור המרחבי שלהם באוכלוסייה לאחר השריפה יהיה דומה לזה שלפניה.

במחקר זה בדקנו את השונות הגנטית ואת דגם הפיזור המרחבי של עצי האורן שנבטו לאחר השריפה בשנת 2006 בחלקת יער אורן טבעי בחורבת לובים שבכרמל. מטרת המחקר היא לבדוק את ההשערה שקיימת נטייה של פרטים דומים גנטית להתקבץ יחד בקרבת עץ שרוף שהוא גם עץ האם של מרבית הפרטים. דגמנו עשרה נבטי אורנים מהגדולים ביותר שגדלו במרחק של עד שני מטר מסביב ל-20 עצי אורן ירושלים גדולים ושרופים בחלקת המחקר. מכל נבט מיצינו את ה-DNA והגברנו את כמותו בתהליך של PCR. כעת אנו נמצאים בשלבים האחרונים של קביעת הפרופיל הגנטי המבוסס על DNA מיקרוסטיליטי של כל הנבטים שנדגמו. הניתוח הסטטיסטי של התוצאות יאפשר לקבוע את מידת השונות הגנטית באוכלוסיית הנבטים ולכמת את מידת הקיבוץ המרחבי של פרטים בעלי הרכב גנטי דומה. פרטים בעלי פרופיל גנטי דומה הם פרטים שיש סיכוי גבוה שהם אחים למחצה, כלומר נבטו מתחת לעץ האם שלהם.

מחקרים קודמים הראו את היתרון היחסי שמעניקים עצי אורן ירושלים שרופים לזרעי האורן הנובטים מתחתם ומהווים את האוכלוסייה המתחדשת לאחר השריפה, אך זהו המחקר הראשון שיוכיח או יפריך את ההשערה שהמבנה הגנטי המרחבי של היער המתחדש לאחר השריפה דומה לזה של היער שנשרף.

**מילות מפתח:** אורן ירושלים, התחדשות, שריפה, שונות גנטית, פיזור גנטי

Daniel Berkowic, Shai Meiri & Shai Markman

האם גודל הביצים והגוף של הקוקייה האירופית ופונדקאיה  
השתנה בשנים האחרונות?

**Have the egg and body size of the European Cuckoo and its hosts  
changed during the last century?**

שינויי אקלים יכולים להשפיע באופן ניכר על היבטים שונים בחיי בעלי חיים. בדקנו האם שינויי האקלים שחלו במאה השנים האחרונות השפיעו על 'מירוץ החימוש' בין הקוקייה האירופית (*Cuculus cunorus*) וארבעה פונדקאים אופייניים שלה: סיבכי אפור (*Sylvia borin*); קנית קטנה (*Acrocephalus scirpaceus*); סתרי מצוי (*Prunella modularis*); ופיפיון השדות (*Anthus pratensis*). לשם כך מדדנו למעלה מ-10,000 ביצים וכ-1,500 פוחלצים של מינים אלו במוזיאונים לטבע באירופה ובישראל. מידע גיאוגרפי ואקלימי נאסף לכל דגימה.

בחנו האם גודל ביצי הקוקייה והפונדקאים השתנה לאורך השנים בהשפעת מירוץ החימוש ביניהם, ובהשפעתם של שינויי אקלים. על ידי בחינת שינויים בגודל הגוף מחד גיסא, ובגודל ביציהן של שני מיני ציפורי שיר שאינן מוטפלות על ידי הקוקייה מאידך גיסא, בחנו האם השינויים נובעים ממרוץ חימוש קו-אבולוציוני בין הקוקייה לפונדקאיה. לא מצאנו נטייה כללית לעלייה או ירידה בגודל ביצי הקוקייה, הפונדקאים ומיני הביקורת. ביצי הקוקייה האירופית וביצי הקנית הקטנה והסיבכי האפור הפכו במרוצת השנים לדומים יותר בגודלם. לא נמצאה מגמה דומה בפיפיון השדות, וביצי הסתרי המצוי הפכו דומות פחות בגודלן לביצי הקוקייה לאורך הזמן. לא נמצא גורם אחד המשפיע באופן גורף על עלייה או ירידה בגודל הביצים והגוף של הקוקיות, הפונדקאים ומיני הביקורת.

בנוסף, הגורמים שהשפיעו על גודל הגוף לא השפיעו גם על השינוי בגודל הביצה במינים שנבחנו. תוצאות אלו יכולות לרמז כי השינויים החלים בגודל הביצה במינים אלה מושפעים ממירוץ חימוש ביניהם לאורך זמן ואינם ארטיפקט של שינויים בגודל הגוף. בנוסף יתכן והקוקייה מצליחה לשפר את יכולת החיקוי של ביצי הסיבכי האפור, וביצי הקנית הקטנה הידועה כיום כפונדקאית מרכזית. שינויי הטמפרטורה במאה השנים האחרונות אינם משפיעים באופן ישיר על גודל הגוף והביצים במינים שנבדקו במחקר זה.

יעל קינן, מרים קישינבסקי, מיכל סגולי ותמר קיסר

Yael Keinan, Miriam Kishinevsky, Michal Segoli & Tamar Keasar

החדרה חוזרת של צינור ההטלה: מרכיב חשוב בסופר-פרזיטיות

Repeated probing of hosts: An important component of upeparasitism

פרזיטואידים הם חרקים המטילים את ביציהם על או בתוך גופם של פרוקי רגליים אחרים, המשמשים כמקור מזון לצאצאי הטפיל. במפגש עם פונדקאי שכבר הוטפל, הפרזיטואיד בוחן אותו מבחוץ באמצעות המחושם, ומבפנים באמצעות החדרת צינור ההטלה. בחינה זו מביאה לעתים לסופר-פרזיטיות – הטלה של ביצה נוספת בגוף הפונדקאי.

מחקרים בעבר התמקדו ביתרונות אבולוציוניים אפשריים של סופר-פרזיטיות כאמצעי להגדלת תטולתו של הפרזיטואיד. אנו בחנו את האפשרות שעצם ההחדרה החוזרת של צינור ההטלה לגוף הפונדקאי עשויה להועיל לפרזיטואיד, אף אם אינה מלווה בהטלת ביצה. בדקנו את ההשערה בעזרת הצרעה הפרזיטואידית קופידוזומה קהלרי *Copidosoma koehleri*, המטפילה את ביצי עש הפקעות *Phthorimaea operculella*.

חשפנו פונדקאי יחיד למשך 1-5 פעמים לצרעה יחידה או לצרעות שונות, בדקנו האם החדירו את צינור ההטלה לתוך הפונדקאי ומדדנו את משך ההחדרה. ניתחנו חלק מהפונדקאים כדי לקבוע כמה ביצי פרזיטואיד הכילו, ועקבנו אחרי התפתחות הפונדקאים הנותרים.

פונדקאים מוטפלים נדחו לאחר בחינה חיצונית בשכיחות גבוהה יותר מאשר פונדקאים לא-מוטפלים, הן בטיפול הצרעה היחידה והן בטיפול הצרעות השונות. דחיית פונדקאי לאחר בחינה פנימית אופיינה על ידי החדרה קצרה (פחות מ-10 שניות) של צינור ההטלה. נמצא קשר חזק בין משך ההחדרות הארוכות מ-10 שניות לבין מספר ביצי הפרזיטואיד בגוף הפונדקאי. שכיחות הדחיות לאחר בחינה פנימית הייתה גבוהה יותר בטיפול הצרעה היחידה מאשר בטיפול הצרעות השונות. הבדל זה עשוי לנבוע מהימנעות מסופר-פרזיטיות עצמית, או מהעובדה שרק לנקבות מטיפול הצרעה היחידה היה ניסיון קודם בהטלה. חלק מהפונדקאים שנחשפו ל-1-2 החדרות (קצרות או ארוכות) של צינור ההטלה התגברו על הפגיעה והתפתחו באופן תקין, בעוד שכל הפונדקאים שנחשפו ל-5 החדרות מתו טרם התגלמות. שיעור ההצלחה ההתפתחותי הגבוה ביותר של הפרזיטואידים הושג בעקבות 3 החדרות של צינור ההטלה לפונדקאי. פונדקאים אלו הכילו, בממוצע, 0.8 ביצי פרזיטואיד בטיפול הצרעה היחידה ו-2.2 ביצי פרזיטואיד בטיפול הצרעות השונות.

מתוצאות אלו עולה, שמספר החדרות צינור ההטלה משפיע על הצלחת הפרזיטואיד יותר ממספר הביצים בגוף הפונדקאי. החדרה חוזרת ונשנית של צינור ההטלה לגוף הפונדקאי בעת סופר-פרזיטיות עשויה לסייע בהתגברות על מנגנוני ההגנה של הפונדקאי, אולי באמצעות החדרת חומרי ארס או וירוסים סימביונטיים לגופו.

מילות מפתח: פרזיטואיד, פונדקאי, סופר-פרזיטיות, צינור הטלה, התפתחות

בידוד ואפיון שמרים אוסמופילים להפקת אתנול  
**Isolation and characterization of osmophilic yeast  
for ethanol production**

אחד האתגרים הגדולים העומדים בפני החברה המודרנית של המאה העשרים ואחת הוא לענות על הדרישה האנרגטית ההולכת ועולה לצורכי תחבורה, לצרכים ביתיים ולצורכי תעשייה בדרך שתהיה נכונה מבחינה כלכלית וידידותית לסביבה. נכון להיום, המקור העיקרי לדלקים לתחבורה הוא נפט. שריפת דלקים אלה גורמת לשחרור של חומרים שונים, ביניהם פחמן, אשר נשמרו במשך מיליוני שנים בקרקע אל האטמוספירה. חומרים אלה מהווים זיהום סביבתי. אחת החלופות העיקריות לדלקים שמקורם בנפט הוא השימוש בביומסה להפקת ביואתנול.

עבודה זו מציגה חקירה של הפלורה הטבעית של סביבות טבעיות המאופיינות בריכוז גבוה של סוכר, בחיפוש אחר מיני שמרים יצרני אתנול, מתוך שאיפה ששמרים אלה יוכלו לשמש בעתיד לתעשיית הביואתנול. במסגרת המחקר בודדו שמרים מצוף של חמישה מיני פרחים, משיכר רימונים, תפוזים ואשכוליות, מתמר יבש ומדבש אקליפטוס. השמרים נבדקו ביכולתם לגדול בריכוז סוכר גבוה ובטמפרטורה מתונה גבוהה (30°C) לצורך סלקציה לשמרים אוסמופילים העמידים לטמפרטורה זו. עמידותם של השמרים לאתנול נבדקה עד לריכוז של 30% והעמידים שבהם, נבדקה יכולת ייצור האתנול שלהם. מקטעי 18S rDNA של השמרים שהראו יצרנות אתנול הוגברו ונשלחו לריצוף לצורך זיהוי.

במחקר זה נמצאו 25 תבדידים, מתוכם עשרה נמצאו עמידים לאתנול. כל התבדידים שנבדקו הראו יצרנות אתנול. תוצאות הריצוף הראו כי מבין עשרת התבדידים, שישה הם זני *Zygosaccharomyces bailii*, שניים הם זני *Metschnikowia chrysoperlae*, אחד הוא *Aureobasidium pullulans* ולתבדיד אחד לא נמצאה התאמה במאגר הנתונים של NCBI. כמה מהזנים הראו יכולת ייצור אתנול גבוהה משמעותית מזני שמרים מסחריים. מתוצאות המחקר עולה כי לסביבות טבעיות יש פוטנציאל רב למציאת מיני שמרים מהבר לצורכי התעשייה.