



ייצור תינוקות באדמה – האם מחייב קיום יחסי מין?

Hüsna Öztoprak^{1*}, Alexander Brandt^{2,3}, Marcel D. Solbach⁴, Jens Bast¹ | Ina Schaefer³

¹מעבדת באסט, המכון לזואולוגיה, אוניברסיטת קלן, קלן, גרמניה

²מעבדת שוואנדר, המחלקה לאקולוגיה ולאבולוציה, אוניברסיטת לוזן, לוזן, שווייץ

³אקולוגיית חיות, מכון ויהאן-פרידריך-בלומנבאך לזואולוגיה ולאנתרופולוגיה, אוניברסיטת גטינגן, גטינגן, גרמניה

⁴אקולוגיה של היבשה, המכון לזואולוגיה, אוניברסיטת קלן, קלן, גרמניה

סוקרים צעירים

DARIO
גיל: 14



LUVENA
גיל: 11



PRANATEE
גיל: 12



VALERIE
גיל: 13



אחת הדרכים הנפוצות להתרבות היא מציאת בת או בן זוג, וקיום יחסי מין עימם, כדי ליצור תינוקות. אולם, כאשר בוחנים זאת לעומק, נוכחים כי בטבע ניתן למצוא מגוון דרכי רבייה. מה אם נדמיין עולם ללא זכרים? דברים אלה, שעשויים להישמע בלתי אפשריים, הם המציאות עבור אורגניזמים רבים המתרבים בצורה אל-מינית, כלומר, ללא קיום יחסי מין. ישנן נקבות המייצרות בנות שהן נשבוט של עצמן, ולכן אינן נדרשות לשותף, ואין להן צורך בזכרים. דוגמה לחברה כזו, שבה יש רק נקבות, ניתן למצוא במינים אחדים של קרדיות אוריבטידה, החיות באדמה. הקרדיות הללו התקיימו על פני כדור הארץ הרבה לפני הדינוזאורים. האם קרדיות האוריבטידה תמיד היו אל-מיניות? מדוע הן מתרבות ללא זכרים? האם יש יתרונות להתרבות אל-מינית? המשכו לקרוא כדי ללמוד עוד על רבייה אל-מינית, ומדוע לקרדיות האוריבטידה תפקיד מפתח כאשר בוחנים את השאלה: 'יחסי מין – למה זה טוב?'

רביית אורגניזמים החיים באדמה

כל האורגניזמים החיים מתרבים במטרה לייצר צאצאים חדשים. כמעט כל האורגניזמים, ובכלל זה בני אדם, משתמשים בצורה מסוימת של יחסי מין כדי להתרבות. ברבייה מינית, נוצר איחוד בין תא ביצה (ביצית) המיוצר על ידי הנקבה, לבין תא זרע המיוצר על ידי הזכר. התוצאה היא זיגוטה, המתפתחת לכדי צאצא ייחודי. כל צאצא הוא תערובת של הוריו, כיוון שהוא יורש את מחצית הדנ"א שלו מאימו, ואת המחצית האחרת מאביו. הצאצאים החדשים גדלים, מתבגרים, מוצאים שותף או שותפה, ולבסוף מייצרים צאצאים בעצמם. זה מעגל החיים.

באדמה חיים סוגים רבים של אורגניזמים, בעלי מגוון דרכים להתרבות. לדוגמה, תולעי אדמה הן סוג של אורגניזם המכונה הרמפרודיט, כלומר לתולעת אחת יש איברי רבייה זכריים ונקביים כאחד. תולעי אדמה מתרבות ברבייה מינית – אם שתי תולעים נפגשות, הן מחליפות תאים – תאי זרע של תולעת אחת מתאחדים עם תאי הביצה של התולעת האחרת (איור 1A). כיוון שלכל תולעת ממין זה יש איברי רבייה זכריים ונקביים גם יחד, תולעי אדמה אינן צריכות לחשוש כי לא ימצאו שותף מהמין ההפוך, היות שתמיד תהיה התאמה. תולעי אדמה משתייכות לקבוצה של אורגניזמים החיים באדמה, המכונה מקרו-פאונה (מקרו = גדול, פאונה = עולם החי). קבוצה זו כוללת את כל החיות שגודלן עולה על 2 מילימטרים. בהשוואה לרוב האורגניזמים של אדמה, מקרו-פאונה נחשבים ענקי-אדמה.

רבייה מינית (Sexual Reproduction)

מנגונו רבייה המצריך תא ביצה של נקבה, ותא זרע של זכר. הצאצא הוא פרט ייחודי אשר נושא את מחצית הדנ"א של כל אחד מהוריו.

זיגוטה (Zygote)

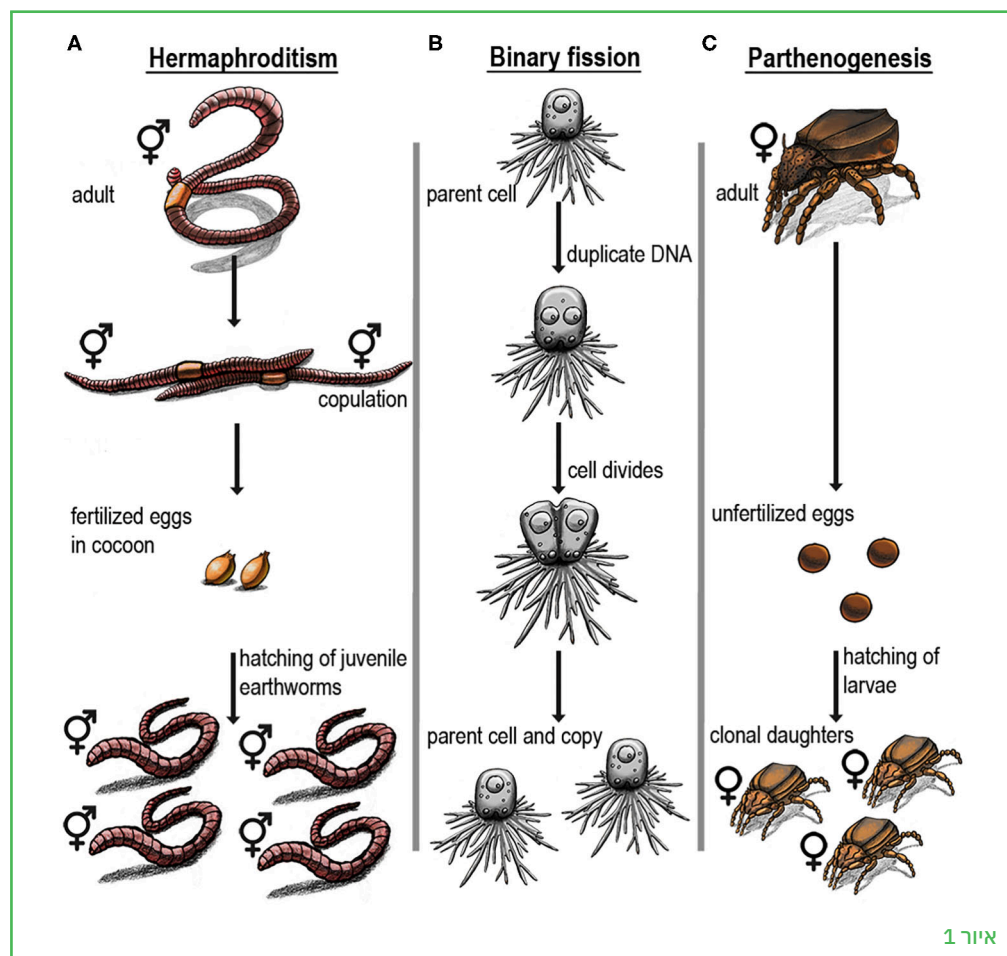
תא שנוצר כתוצאה מאיחוד תא זרע של זכר עם תא ביצה של נקבה. כלומר, זיגוטה היא ביצית מופרית.

הרמפרודיט (Hermaphrodite)

פרט של אורגניזם שיכול לייצר הן תאי ביצה הן תאי זרע. עקרונות, זהו אורגניזם שהוא זכר ונקבה בו בזמן.

איור 1

סקירה של מנגוני רבייה שונים המתוארים במאמר. (A) הרמפרודיטים, לכל פרט יש איברי רבייה זכריים ונקביים; תולעי אדמה מפרות זו את זו, וכל אחת מהתולעים מטילה ביצים. מקרא (מלמעלה למטה): הרמפרודיטים: פרט בוגר – הזדווגות – ביצה מופרית בגלם – בקיעה של תולעי אדמה צעירות. (B) בחלוקה בינארית, התא מתחלק לשני תאים בגודל שווה, לאחר שהחומר הגנטי שוכפל שני הפרטים נוצרים מתא-הורה אחד. פרוטיקטים רבים משתמשים בשיטה זו, בהם אָמבות. מקרא (מלמעלה למטה): חלוקה בינארית: תא-הורה – שכפול דנ"א – חלוקת התא – תא הורה ועותק שלו. (C) רביית בתולים היא צורה של רבייה אל-מינית, שבמסגרתה צאצא מתפתח מתא ביצה שלא עבר הפריה. ישנן קרדיות אוריבטידיות המתרבות בצורה זו. מקרא (מלמעלה למטה): פרט בוגר (ממין נקבה) – ביצים לא-מופרות – בקיעה של זחלים – בנות משובטות.



איור 1

פְּרוֹטִיסְטִים (Protist)

אורגניזמים חד-תאיים שהם איקריוטים (ראו להלן במילון המונחים). רבים מהם ניזונים מחיידקים. הם משחררים חנקן עודף, וכך מספקים חומרי הזנה חיוניים לצמחים ולאורגניזמים אחרים.

רבייה אל-מינית (Asexual Reproduction)

כל סוג של מנגנון רבייה לייצור צאצאים ללא איחוד בין תא ביצה לבין תא זרע (מנגנון זה מכונה גם גְּמִטָּה). הצאצאים זהים להורים ו/או זה לזה.

חלוקה בינארית (Binary Fission)

תא המתחלק לשני תאים בגודל שווה, לאחר שכפול החומר הגנטי שלו. שני הפרטים נוצרים מתא-הורה אחד, כלומר, בְּתֵּ אַחַת, ותא-הורה אחד.

רְבִיַּת בְּתוּלִים (Parthenogenesis)

צורת רבייה אל-מינית, במסגרתה צאצא מתפתח מתא ביצה לא מופרה.

אִיקְרִיּוֹטִים (Eukaryotes)

יכולים להיות חיות או צמחים; אורגניזמים חד-תאיים כמו פרוטיסטים ופטריות. אלו הם תאים מורכבים, שבהם החומר הגנטי מסודר בגרעין התא.

מרבית האורגניזמים שחיים באדמה משתייכים לקבוצת המיקרו-פְּאֻנָּה, אשר גודלם קטן מ-0.1 מ"מ. רובם אורגניזמים חד-תאיים המכונים פְּרוֹטִיסְטִים. הם כה קטנים, שחפן אחד של אדמה מכיל יותר פרוטיסטים מאשר בני אדם הקיימים בכל העולם. לצורך רבייה, הפרוטיסטים כלל אינם זקוקים לשותפים. ישנם פרוטיסטים המתרבים באמצעות רבייה אל-מינית (אל-זוויגית), על ידי ייצור 'עותקים' מדויקים של עצמם בתהליך המכונה חלוקה בינארית. ראשית, הם משכפלים את כל החומר הגנטי שלהם, ולאחר מכן, תא אחד מתחלק לשניים (איור 1B). כאשר חוזרים על כך כמה פעמים, עותקים זהים רבים של אותו פרט מאכלסים את האדמה באופן עצמאי.

קבוצה נוספת של אורגניזמים החיים באדמה ידועה בשם מְזוּ-פְּאֻנָּה, והיא כוללת את כל חיות האדמה שגודליהן נעים בין 0.1 ל-2 מ"מ. האורגניזמים המשתייכים לקבוצה זו כוללים קפיץ-זַנְבָּאִים (קֶפְזֶנְבָּאִים) וקרדיות אוריבטידה, הידועות גם כ'אוריבטידות'. האורגניזמים הללו נפוצים מאוד, וממלאים תפקיד חשוב במארג המזון באדמה. הם גורסים חומר אורגני מת שמקורו בצמחים, ומגיישים את חומרי ההזנה לאורגניזמים אחרים, בכלל זה לחיידקים ולפטריות. אלה, בתורם, נאכלים על ידי אורגניזמים אחרים החיים מתחת לפני הקרקע. אוריבטידות רבות חיות במקבץ אוכלוסייה נקביים בלבד, ועושות זאת כבר מיליוני שנים. אין להן צורך לקיים יחסי מין כדי להתרבות, כיוון שהן יכולות להטיל ביצים המתפתחות ללא הפריה מְזָכָר, בתהליך המכונה רְבִיַּת בְּתוּלִים (איור 1C). כל ביצית מכילה רק את הדנ"א של הָאָם. משמעות הדבר היא שהצאצאים הם שיבוטים של האם.

יתרונות של רבייה אל-מינית

העתקה או שיבוט של אורגניזם מסוים נדמית קלה הרבה יותר מאשר למצוא שותף, אך לרבייה אל-מינית ישנם אף יתרונות נוספים. אם עוקבים אחרי אוכלוסייה מינית ואל-מינית לאורך זמן, מתגלים שני הבדלים מהותיים. נקבה אל-מינית מייצרת רק בנות, והבנות הללו שוב מייצרות רק בנות, כשהן מתרבות. לעומת זאת הנקבות המיניות חייבות לייצר בנים כדי להפירות את הביצים – אך רק בנות יכולות לייצר צאצאים. לכן, אפילו אם נקבות מיניות ואל-מיניות מייצרות אותו מספר של צאצאים, לנקבה האל-מינית יש יותר בנות, כלומר יותר צאצאים שיכולים להתרבות.

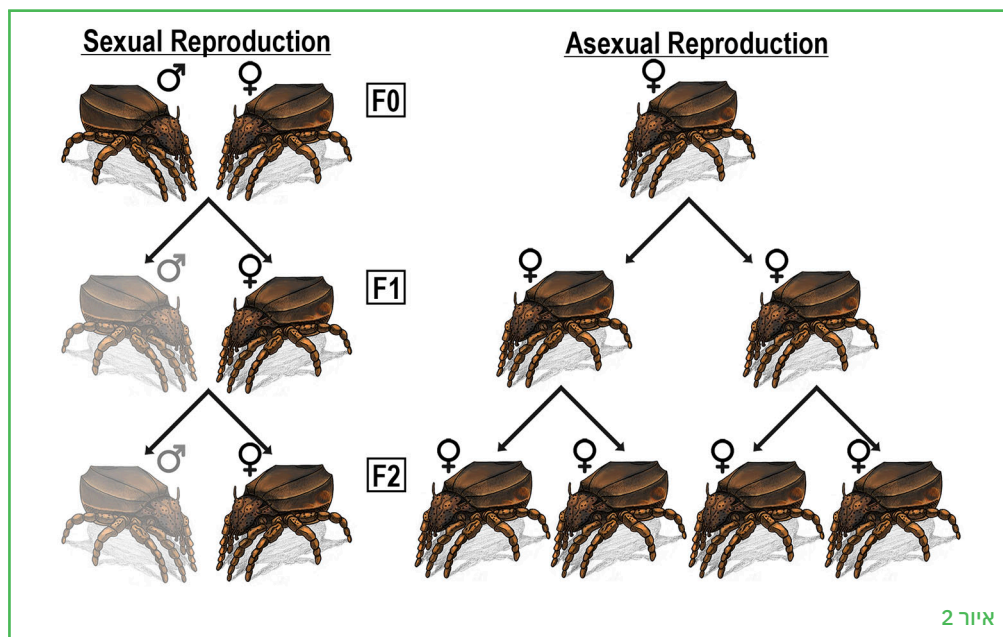
במהלך הזמן, האוכלוסייה האל-מינית גדלה הרבה יותר מהר, ועשויה 'לנצח' את האוכלוסייה המינית, מבחינה מספרית גְּרִיִדָא (איור 2). מדענים מכנים זאת 'מחיר ההזְכָּרִים'. נוסף על גידול אוכלוסייה מהיר יותר, נראה כי לרבייה אל-מינית יש יתרונות נוספים: היא אינה מעבירה מחלות בצורה מינית; אין אובדן אנרגיה, ואין סיכוי להיאכל על ידי טורפים בזמן שמנסים למצוא שותף להתרבות.

מה הטעם ביחסי מין, אם אין בהם צורך למטרת רבייה?

אם יש דרכים מוצלחות לרבייה אל-מינית, מדוע אִיקְרִיּוֹטִים טורחים בתהליך רבייה מורכב ומסוכן, הגובה מהם מחיר? יותר מ-98% מכל החיות מתרבות בצורה מינית. הדבר מלמד על כך שלרבייה מסוג זה יש יתרונות ברורים על פני רבייה אל-מינית. לכן, מדענים מנסים להסביר את היתרונות של יחסי מין, בעיקר על ידי בחינה של בעיות אפשריות כאשר לא

איור 2

גידול צפוי באוכלוסיות מיניות ואל-מיניות. בדוגמה הזו, כל נקבה מייצרת שני צאצאים. גודל האוכלוסייה המתרחבת בצורה מינית נשאר קבוע לאורך הזמן, כיוון שיש צורך בזכרים כדי להפירות את ביצי הנקבות, אך הזכרים לא יכולים לייצר צאצאים בעצמם. ברבייה אל-מינית, הנקבה מייצרת מספר כפול של צאצאיות (נקבות) המסוגלות להוליד. דבר זה מוביל לצמיחה מעריכית (המועלית בקצקה) בגודל האוכלוסייה. מקרא – משמאל: רבייה מינית, מימין: רבייה אל-מינית. F0: דור ההורים – F1: מקבץ צאצאים ראשון מההורים – F2: הדור הבא של הצאצאים מ-F1.



מקיימים יחסי מין. חיסרון אחד לרבייה אל-מינית שעליו הצביעו מדענים קשור למוטציות. מוטציות הן שינויים בדנ"א, ומהוות גורם חשוב לגיוון בקרב אורגניזמים. מדי פעם, למוטציות יש יתרון; לפעמים הן מזיקות מאוד, וברוב המקרים הן מזיקות מעט. כאשר אורגניזם משכפל את עצמו כל הזמן, המוטציות המזיקות מעט ממשיכות להצטבר לאורך הדורות, וגורמות ליותר ויותר נזק. כאשר יש מספיק הצטברות, המוטציות הללו עלולות להוביל להכחדת הזן. דבר זה אינו מתרחש באורגניזמים מיניים, כיוון שהורה אחד יכול 'לפצות' על המוטציות המזיקות של ההורה האחר. חשבו על שני זוגות אופניים – אחד עם פתק בצמיג, והאחר עם דוושה שבורה. כשמְשַׁלְבִים חלקים מהשניים, עדיין יכולים להתקבל אופניים שמישים. עדיף שיהיה לנו זוג אחד של אופניים מתפקדים לחלוטין, מאשר שני זוגות מתפקדים-חלקית. ישנם מדענים הטוענים כי מנגנון התיקון הזה הוא יתרון מהותי של רבייה מינית על פני רבייה אל-מינית.

יתרה מזו, כאשר יוצרים רק עותקים או שיבוטים, משמעות הדבר היא שהאורגניזם יישאר כמו שהוא במשך דורות רבים, מה שמוביל לבעיות כאשר הסביבה משתנה. לדוגמה, זמינות משאבים מסוימים, כמו מזון, עשויה להשתנות עם הזמן, עקב גורמים דוגמת שינויי אקלים או נוכחות של אורגניזמים המתחרים על אוכל. מזון עשוי לפתח מנגנוני הגנה, כמו לאזול מהר יותר, או להיפך רעיל. טפילים גם עלולים להוות בעיה. מאחר שכל הפרטים באוכלוסייה אל-מינית דומים מאוד, לא יהיו ביניהם הבדלים קטנים שיוכלו לסייע להם להסתגל מספיק מהר לסביבה המשתנה תמיד, ולכן, בסופו של דבר הם ייכחדו. המשמעות היא כי לצאצאים שנוצרו ברבייה מינית יש סיכויי הישרדות גבוהים יותר, פשוט משום שהם שונים מהדורות שקדמו להם. נדמה כי זה מצביע על כך שכל האורגניזמים האל-מיניים אמורים להיכחד בטווח הארוך. אך, כיוון שאנו יודעים כי כל כך הרבה אורגניזמים אל-מיניים משגשגים באדמה, עולה השאלה – האם באמת נגזר על האורגניזמים האל-מיניים למות?

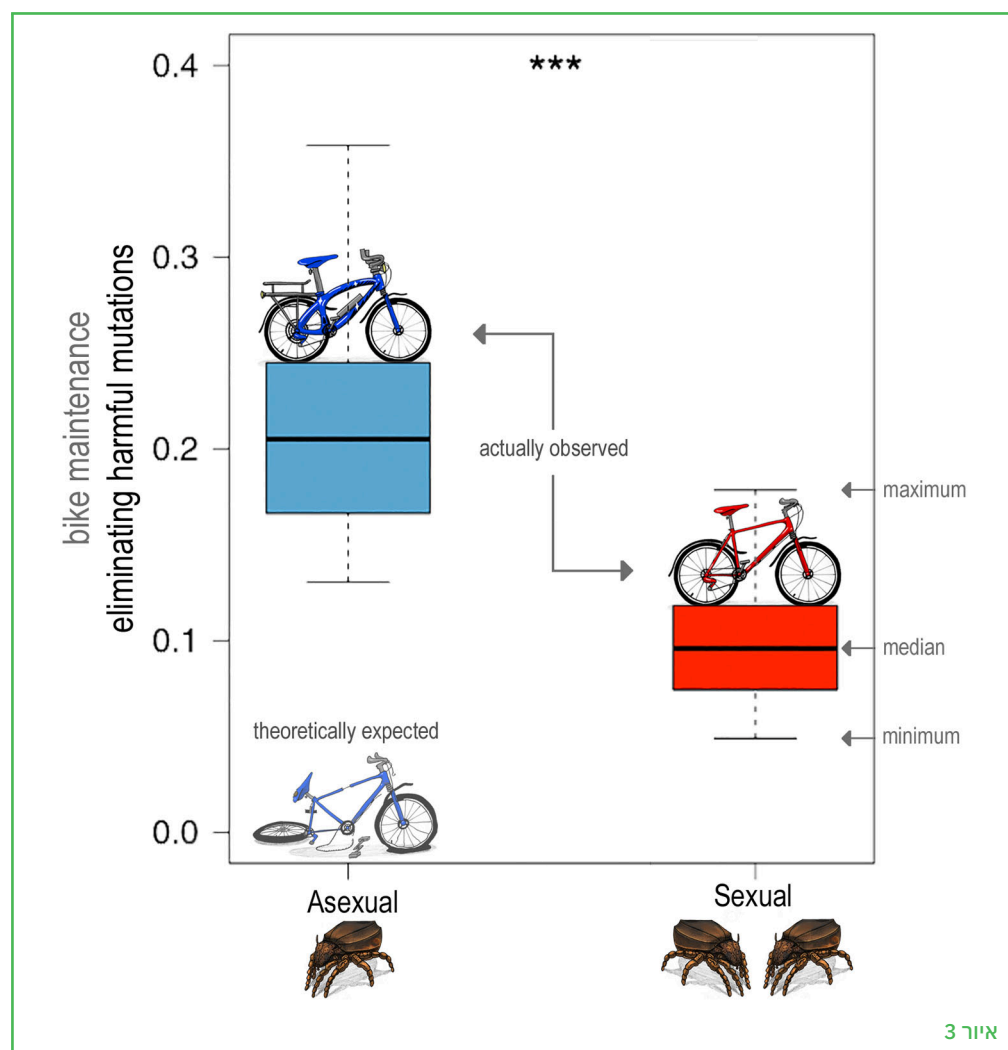
מה גֵּנִים יכולים לגלות לנו על אודות רבייה אל-מינית?

קבוצות המחקר שלנו חוקרות את קרדיות האוריבטידה החיות באדמה, משום שזנים רבים אל-מיניים שלהן שורדים באדמה ללא זכרים זה מיליוני שנים. אנו מנתחים את הגֵּנִים של זני קרדיות אוריבטידה מיניות ואל-מיניות, הואיל והגנים יכולים לגלות לנו מה אירע לאורגניזמים בעבר. דְּמִינָנו את הגֵּנִים כיומן של רֶב-חֹבֵל, שבו תועדו דברים חשובים שקרו לאורגניזם בעבר, והועברו לדורות הבאים. אנו עדיין יכולים לראות את החסרונות של רבייה אל-מינית ביומנים הללו. אם נשווה בין יומנים של קרדיות אוריבטידה המתרבות באופן מיני, ליומנים של אלו המתרבות באופן אל-מיני, נוכל להבין אילו מהבעיות שאותן מנינו קודם התרחשו, וכיצד באו על פתרון. כיוון שאנו עורכים השוואה בין שני סוגים דומים מאוד של קרדיות, רוב הגֵּנִים דומים מאוד. אך עבור גנים מסוימים, נוכל לזהות הבדלים אשר ודאי נגרמים מההשלכות של מנגנוני הרבייה השונים.

איור 3

קרדיות אוריבטידה אל-מיניות נפטרות ממוטציות המזיקות מעט, ביעילות רבה יותר מפילו מזני קרדיות אוריבטידה המתרבים מינית [1].

אורגניזמים אל-מיניים (Asexual) טובים אפילו יותר בשמירה על גֵּנִים בריאים (המיוצגים על ידי האופניים הכחולים המהודרים), מאשר זנים מיניים (Sexual), להם עדיין יש אופניים אדומים מכובדים). תרשים הקופסה מציג את ממוצע 50 האחוזים של הנתונים. במרכז כל אחת מהקופסאות מופיע קו מקווקו מאונך, המצביע על הקֶצִיין (מֶרְכֵז הנתונים). שני הקווים המאוזנים מחוץ לקופסה, משני צידיה, מצביעים על התצפית הגבוהה ביותר (המקסימום) והנמוכה ביותר (המינימום). שלושת הכוכבים למעלה מצביעים על כך שהתוצאה הזו מובהקת מבחינה סטטיסטית, כלומר, לא סביר לקבל את התצפיות הללו במקרה. מקרא (משמאל לימין): תחזוקת אופניים – חיסול מוטציות מזיקות – הֶצְפִי התיאורטי – מה שנצפה בפועל – מקסימום, אמצע, מינימום. ממחקרנו עולה כי לקרדיות אוריבטידה אל-מיניות אין חסרונות בהשוואה לאלו אשר מתרבות בצורה מינית. הן שומרות בשליטה על המוטציות המתרחשות בהן; קְשָׁמְרוֹת את יכולת ההשתנות הגנטית, ומסוגלות לאורך זמן, וכל זאת – בלי לקיים יחסי מין!



איור 3

שקרדיות אל-מיניות אכן שומרות על היכולת להשתנות, באוכלוסיות הגדולות שלהן [2]. הגנים בשושלות נפרדות של אימהות-בנות שונים זה מזה כמו אצל פרטים ש'מערבבים' גנים על ידי רבייה מינית.

לבסוף, מצאנו כי גנים של שתי אוכלוסיות (או יותר), של קרדיות אוריבטידה אל-מיניות, יכולים להיות מגוונים כמו גנים של זנים מיניים. כלומר, קרדיות אוריבטידה אל-מיניות לא נשארות בדיוק אותו דבר על פני דורות רבים, ולכן הן יכולות להסתגל לסביבות חדשות, ואפילו מסוגלות להתפצל מהשושלת, ולהתפתח לכדי זנים חדשים [3].

מדוע זה חשוב?

ישנן דרכים רבות לייצר צאצאים, והן לא תמיד כוללות יחסי מין. בתיאוריה, זנים אל-מיניים צפויים להיכחד. עם זה בטבע, ישנם אורגניזמים אל-מיניים שונים, ששורדים למרות הכול. חייבות להיות דרכים להתגבר על החסרונות של חוסר-מיניות, כפי שראינו במקרה של הקרדיות האוריבטידיות האל-מיניות. אך כיצד הן עושות זאת? האם יש להן מנגנונים מיוחדים לתיקון מוטציות? האם עליהן לקיים אוכלוסייה גדולה כדי לשמר את המגוון הגנטי? האם קל יותר להיות אל-מיניים אם ניזונים ממקור מזון מת, שלא יכול לפתח אסטרטגיות הגנה שאליהן צריך להסתגל? אחד האתגרים העתידיים שלנו הוא למצוא את המנגנונים המשותפים לרוב האורגניזמים האל-מיניים. מדענים ממשיכים לחקור זוגות אורגניזמים קשורים, אשר אחד מהם מיני והאחר אל-מיני, כדי לשפוך אור על מגוון מנגנוני הרבייה, ולנסות למצוא תשובה לשאלה 'למה יחסי מין הם כה נפוצים?'

תודות

תודה ל- Mascha Gavrik על הערותיה רבות העֵרָךְ לכתב היד.

מקורות

1. Brandt, A., Schaefer, I., Glanz, J., Schwander, T., Maraun, M., Scheu, S., et al. 2017. Effective purifying selection in ancient asexual oribatid mites. *Nat. Commun.* 8:873. doi: 10.1038/s41467-017-01002-8
2. Palmer, S. C., and Norton, R. A. 1992. Genetic diversity in thelytokous oribatid mites (Acari; Acariformes: Desmonomata). *Biochem. Syst. Ecol.* 20:219–31. doi: 10.1016/0305-1978(92)90056-J
3. Heethoff, M., Domes, K., Laumann, M., Maraun, M., Norton, R. A., and Scheu, S. 2007. High genetic divergences indicate ancient separation of parthenogenetic lineages of the oribatid mite *Platynothrus peltifer* (Acari, Oribatida). *J. Evol. Biol.* 20:392–402. doi: 10.1111/j.1420-9101.2006.01183.x

פורסם אונליין: 17 בדצמבר 2024

נערך על ידי: Malte Jochum

מנחים מדעיים: Jessica Lee | Julia Rittenschober

ציטוט: Öztoprak H, Brandt A, Solbach MD, Bast J | Schaefer I (2024) ייצור תינוקות באדמה – האם מחייב קיום יחסי מיני? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.611659-he

תורגם והותאם מ: Öztoprak H, Brandt A, Solbach MD, Bast J and Schaefer I (2021) Having Babies in Soil: Is Sex Really Necessary? Front. Young Minds 9:611659. doi: 10.3389/frym.2021.611659

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © Öztoprak, Brandt, Solbach, Bast | Schaefer 2024. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

VALERIE, גיל: 13

אני תלמידת כיתה ח בחטיבת ביניים באוסטריה. התחביבים שלי כוללים רכיבה על סוסים, החלקה על גלגליות וריקוד. יש לי חתול מבוגר מאוד, ובקרוב יהיה לנו כלב. אני גם אוהבת להיפגש עם חברים ולהאזין למוזיקה.

LUVENA, גיל: 11

שלום, קוראים לי Luvena! אני אוהבת מוזיקה, ספורט ואוכל. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה וכישורי שפה. בזמני הפנוי, אני נהנית לנגן בפסנתר ולקרוא ספרים עם אחותי. כשאגדל, ארצה להיות מנתחת מוח.

DARIO, גיל: 14

שמי הוא Dario ואני חי בכפר קטן באוסטריה. יש כאן הרבה טבע, לכן, בזמני הפנוי אני אוהב לצאת לטיולים עם הכלבים שלי, או לטפס על עצים. שני ההורים שלי ביולוגים במקצועם, לכן התחלתי להתעניין בביולוגיה בגיל די צעיר.

PRANATEE, גיל: 12

שלום! אני אוהבת ללמוד, במיוחד טארטים ופאי. בבית הספר, הדברים האהובים עליי הם שיעור מדעים, ארוחת צהריים וזמן ההפסקה. אני נהנית לבלות בטבע ולצאת לטיולים רגליים. אני גם אוהבת ללכת לחוף הים, ומתעניינת בצילום. צפייה בתוכניות הטלוויזיה החביבות עליי, ציור, האזנה למוזיקה, שירה ובילוי עם



חברים הם הדברים שאני הכי אוהבת לעשות בזמני הפנוי. בעתיד, ארצה להיות מדענית, או זמרת/ כותבת שירים ושחקנית.

הכותבים

HÜSNA ÖZTOPRAK

בתחילה, למדתי ביולוגיה כדי להיות פתגם מדעית. במהלך לימודי, הבנתי במהרה שברצוני למצוא תשובות לשאלות שאני שואלת, לכן הפכתי לחוקרת. במהלך המחקר בתואר השני שלי, גיליתי זנים חדשים של אַמֵבּוֹת (ממין *testate amoebae*), ותיארתי אותם. כיוון שגיליתי עניין בהתפצלות אורגניזמים אל-מיניים ליצירת זנים חדשים, התחלתי בלימודי הדוקטורט שלי באוניברסיטת קלן שבגרמניה. אני אוהבת לטייל ולנסות מאכלים חדשים. במהלך מגפת הקורונה, הדבר האחראי לעשות היה להישאר בבית, לכן, כשלא נמצאתי במעבדה, נשארתי בבית וצפיתי ברצף בסדרות אַנִימֵה. [*h.oeztoprak@uni-koeln.de](mailto:h.oeztoprak@uni-koeln.de)



ALEXANDER BRANDT

אני ביולוג של האבולוציה, הפועל באוניברסיטת לוזן שבשווייץ. במסגרת מחקרי, עוסק בעיקר בנייתוח גנים בעזרת המחשב. כשיש לי זמן חופשי במעבדה, תמיד נהנה לצפות (מתחת למיקרוסקופ) בחיות (אדמה). אני מבלה זמן רב בהשוואת מוטציות מזיקות המצטברות בקרדיות אוריבטידה מיניות ואל-מיניות בתהליך האבולוציה שלהן. עבור עבודה זו, קיבלתי לאחרונה את הדוקטורט שלי מאוניברסיטת גטינגן, גרמניה, ואני גאה בכך מאוד! בזמני הפנוי, נהנה לצפות בסרטים תיעודיים על דינוזאורים, לפגוש חברים, ואני גם מתופף בלהקת רוק.



MARCEL D. SOLBACH

אני דוקטורנט לביולוגיה מקלן, גרמניה. ערכתי מחקרים על מיקרואורגניזמים שונים, בכלל זה מיקרו-אצות וחיידקים תוך-תאיים באמבות, ונכון לעכשיו, אני עוסק במחקר פרוטיסטים כמחוללי-מחלה אפשריים בצמחים. כשאני נמצא במעבדה, אני מנסה לטפח קריירה צדדית כאומן פנטזיה וכמאייר – לכן איירתי את האירוסים במאמר הזה! בזמני הפנוי, אוהב לשחק כדורסל ולשחות, כדי למנוע מגופי המזדקן והדואב מלהתפרק.



JENS BAST

בתור ילד (וגם כיום, כמבוגר), התעניינתי מאוד בחיות, בעיקר בחתולים. ובגנים. בפעם הראשונה שבה ערכתי שינויים גנטיים בחיידק, הייתי בן 71. כך נכנסתי לתחום הביולוגיה, וזה היה הזמן שבו התחלתי לתהות מדוע דברים בטבע הם כפי שהינם. אני רותם את תשוקתי לגנים ולחיות, כדי לנסות להבין מה קורה בתהליך האבולוציה, כאשר יחסי מין לא מצויים בתמונה. נהנה מעבודה משותפת עם מדענים אחרים, במטרה להצליח לפתור יחד סוגיות מדעיות. בזמני הפנוי אני אוהב לבשל ולאכול, לטייל, ליצור מוזיקה ולשחק במשחקים.



INA SCHAEFER

התבוננות במגוון ובייחוד הקיימים בעולם הטבע גרמה לי לחשוב על הדברים שאנו מחשיבים נורמליים, ומה אנו תופסים כבלתי-רגיל. זו הסיבה שבעטיה הפכתי למדענית, היות שמדע אמור להיות אובייקטיבי.



האדמה היא סביבת מחיה מרתקת בעיניי, כיוון שבמובנים רבים החיים בה שונים מאוד ממה שאנו חווים מעל לפני הקרקע. עם זה כיוון שאני אדם גדול ומגושם, ואיני יכולה לראות בתוך האדמה או לנוע בתוכה, עליי לחקור את הדנ"א של אורגניזמים החיים באדמה, כדי להבין מיהם, ומה הם עושים.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK