



נראות של אורגניזמים באדמה מסייעת להבין את חשיבותם

Pierre Ganault^{1*}, Léa Beaumelle², Apolline Auclerc³

IRD, EPHE, CNRS, CEFE¹, אוניברסיטת מונפלייה, אוניברסיטת פול-ולרי מונפלייה, מונפלייה, צרפת

UMR SAVE, INRAE², בורדו, צרפת

מעבדת אדמות וסביבה, אוניברסיטת לורין, INRAE, LSE, ננסי, צרפת

סוקרת צעירה

GIULIA

גיל: 13



חסרי חוליות

(Invertebrate)

חיה קטנה שאין לה שלד חיצוני, כמו למשל חרקים, תולעים, או רכיכות.

בכדור הארץ ישנן צורות חיים רבות, בפרט באדמה שמתחת לרגלינו. כאשר בוחנים את החיים באדמה, מבינים את המגוון העצום של צורות וצבעים המתקיימים בה. תולעי אדמה, עכבישים ומרבי רגליים הם רק כמה דוגמאות למספר הנרחב של אורגניזמים באדמה. כלל המאפיינים שלהם לרבות צבע; גודל; צורה; מספר הרגליים; סוג הכנפיים; תוחלת החיים והעדפות האקלים, מסייעים לנו להבין אילו סוגי אורגניזמים ניתן למצוא במערכת אקולוגית מסוימת, ממה הם ניזונים ולאיזה מרחק הם יכולים לנוע. מדענים משתמשים במידע הזה כדי להבין את התפקידים השונים של אורגניזמים באדמות, ולשקם אדמות הנדרשות לכך. ניתוח המאפיינים מאפשר לחשוף את חשיבותם של האורגניזמים באדמה, ואת התפקידים היסודיים שהם ממלאים עבור חברות אנושיות.

האדמה: עולם נפלא אך כמעט בלתי מוכר

מתחת לרגלינו, מיליוני אורגניזמים חיים באדמה [1]. הם נעים בגודלם מאורגניזמים מיקרוסקופיים, שנקראים מיקרואורגניזמים, ועד לאורגניזמים חסרי חוליות כמו למשל תולעי

מגוון ביולוגי של האדמה

(Soil biodiversity)

מגוון צורות החיים באדמות. יכול להימדד על ידי מספר המינים, מאפייניהם, או הגנים של האורגניזמים האלה.

אקולוג של אדמה

(Soil ecologist)

מדען שחוקר אורגניזמים באדמה, לרבות האינטראקציות שהם מקיימים עם סביבתם ותפקידיהם בתפקוד האדמה.

שיטת ברלז

(Berlese method)

תהליך של הוצאת אורגניזמים קטנים מאשפת עלים ודגימות אדמה, על ידי ייבושן ואיסוף האורגניזמים שנעים דרך ונופלים לצנצנת.

איור 1

שיטות לדגימה ולחקירה של חסרי חוליות באדמה.

אורגניזמים קטנים מוצאים מליבת אדמה קטנה על ידי ייבושן האדמה ואיסוף הפרטים שנופלים החוצה מהדגימה. אורגניזמים גדולים שנועים מהר וחיים על אשפת עלים, נאספים כשהם נופלים אל תוך מלכודות מסוג pitfall (משמאל למטה). אורגניזמים פחות תנועתיים מוצאים מגוש אדמה באמצעות אֶת הפירה, ואז ממינים אותם ידנית. תולעי אדמה שחיות עמוק באדמה מוצאות באמצעות שפיכת תמיסת חרדל אל מחילותיהן. אורגניזמים פחות תנועתיים שחיים על אשפת עלים ניתן לבדוד באמצעות מכשיר ברלז (Berlese apparatus), אשר מייבש אדמה ולוכד אורגניזמים בצנצנת (קרדיטים לאיורים: www.lesbullesdemo.fr; קרדיטים לתמונות: EcoBioDiv lab, Apolline Auclerc).

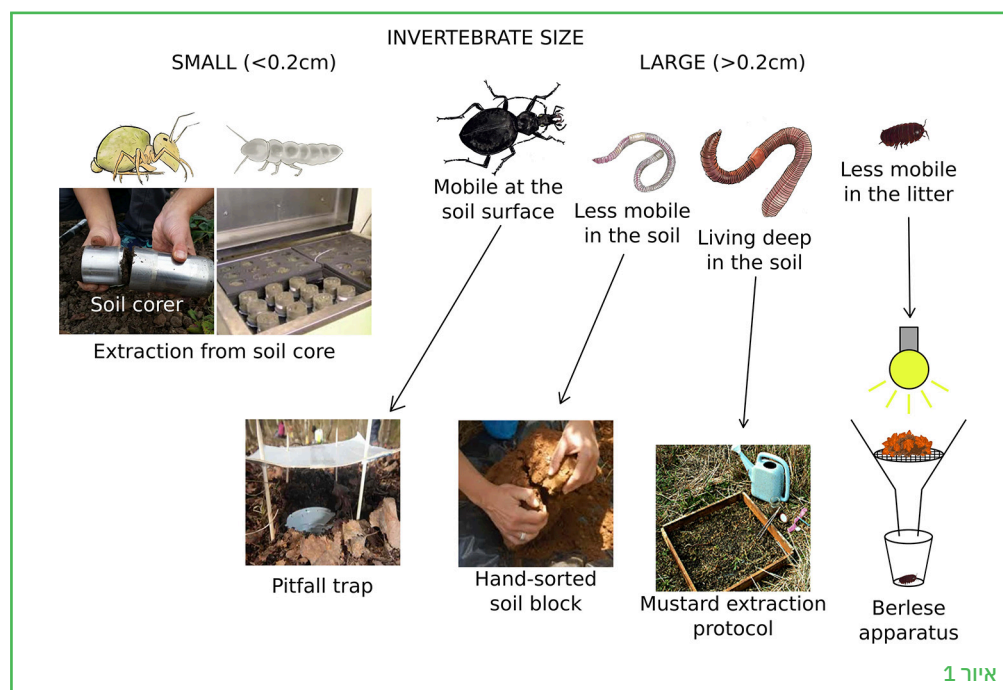
מין

(Species)

אורגניזמים אינדיבידואליים ששייכים לאותו המין יכולים לייצר צאצאים פוריים. זוהי היחידה השכיחה ביותר לתיאור חיים על כדור הארץ. כל בני האדם שייכים לאותו המין, אולם ישנם הרבה מאוד מינים של אורגניזמים באדמה.

אדמה, שאורכם יותר ממטר. מגוון האורגניזמים באדמה נקרא **מגוון ביולוגי של האדמה**, ומשמעותו של מגוון ביולוגי היא השונות של כל צורות החיים על כדור הארץ.

אקולוגים של האדמה הם מדענים שחוקרים את המגוון של אורגניזמים באדמה. בדרך כלל הם דוגמים את האורגניזמים באדמה שחיים במקומות שונים, כמו יערות גשם טרופיים או שדות חקלאיים. כדי להסיר דגימות אדמה הם משתמשים באֶתִי חפירה, מלכודות, או מכשירים שנקראים corers (מלשון core – ליֵבָה), כתלות באם האורגניזמים שמתעניינים בהם חיים בתוך האדמה או על פני השטח שלה (איור 1). בשלב הבא, המדענים תופסים ביד או באמצעות מלקחיים את האורגניזמים שהם יכולים לראות בדגימות האדמה. כדי לתפוס את חסרי החוליות הקטנים באדמה, אקולוגים של האדמה לעיתים קרובות משתמשים בשיטת **ברלז**. במעבדה, הם ממקמים את דגימת האדמה בתעלה, כשמעל הדגימה מנורת חימום, ומתחתיה צנצנת. האור והחום גורמים לאורגניזמים הזעירים לנוע למטה דרך התעלה אל תוך הצנצנת. כעבור כמה ימים, מדענים יכולים לחקור את האורגניזמים בצנצנת.

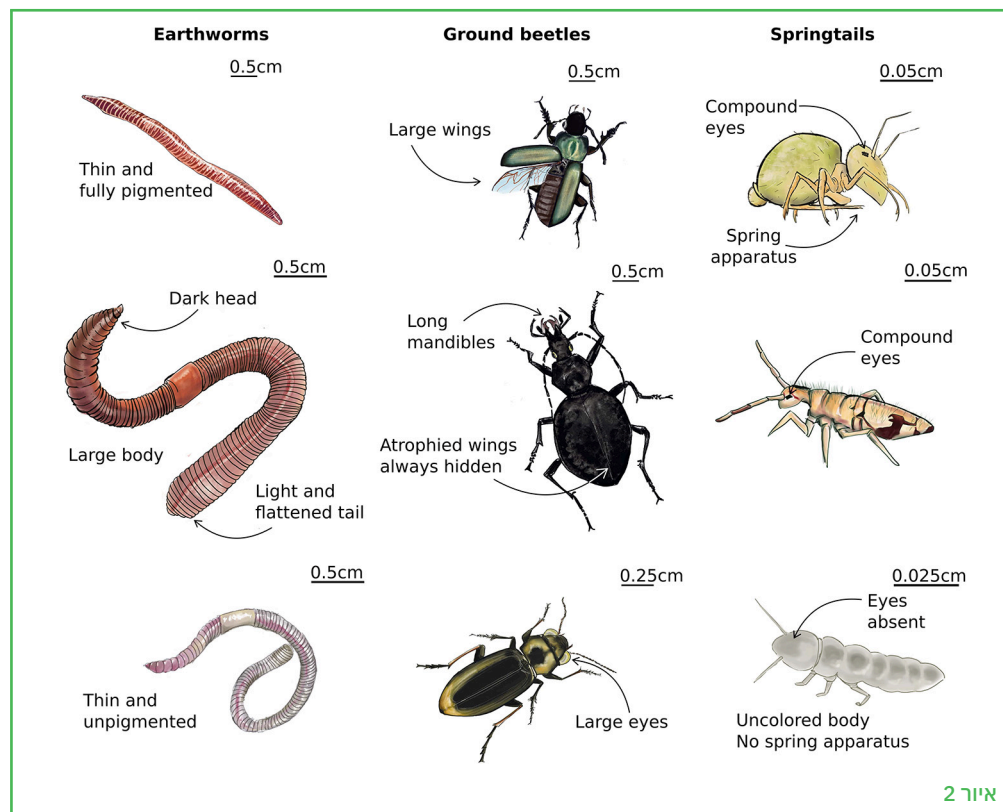


איור 1

כאשר כל האורגניזמים באדמה נאספים, מתחילה העבודה הארוכה והדקדקנית. אקולוגים של האדמה סופרים כל אורגניזם אינדיבידואלי וצופים בו בהקפדה, במטרה לזהות לאיזה **מין** הוא שייך. לצורך כך, הם משתמשים בסוגים שונים של מיקרוסקופים לצד מפתחות זיהוי וספרים בתחום. מספר המינים הכולל שנמצא במערכת אקולוגית מסוימת מייצג את המגוון הביולוגי של אותה המערכת. למדעני אדמה יש עבודה רבה לבצע, מאחר שאדמות הן בין המערכות האקולוגיות המגוונות ביותר והמושפעות ביותר על ידי בני אדם על פני כדור הארץ. כמו כן אדמות רבות בעולם עדיין לא נחקרו, ולכן מינים רבים של אורגניזמים באדמה טרם התגלו.

אורגניזמים באדמה מגוונים להפליא

מגוון ביולוגי באדמה הוא כל כך גדול, שכמעט בלתי אפשרי לתאר את המאפיינים של כל האורגניזמים באדמה בבת אחת. במאמר זה נספק לכם טעימה ממגוון ביולוגי של האדמה על ידי תיאור הנראות וההתנהגויות של שלושה סוגי אורגניזמים באדמה שנחקרו רבות: תולעי אדמה, קפזנבאים וחיפושיות אדמה (איור 2).



איור 2

מאפיין (Trait)

כל אפיון שיכול להימדד על אורגניזם כדי לתאר את צורתו, יכולת התנועה שלו, תזונתו, התנהגותו, או שיטת הרבייה שלו.

איור 2

הבדלים במאפיינים מורפולוגיים (צורניים) בין מינים של חסרי חוליות. הבדלים במאפיינים המורפולוגיים בין תשעה מינים של חסרי חוליות שחיים באדמה ושייכים לשלוש קבוצות: תולעי אדמה (Earthworms), חיפושיות אדמה (Ground beetles) וקפזנבאים (Springtails) (קרדיטים לציורים: www.lesbullesdemo.fr).

גודל גוף

הבדל מבני חשוב בין תולעי אדמה, קפזנבאים וחיפושיות אדמה, ובין מינים בתוך הקבוצות האלה, הוא גודל הגוף שלהם. גודל הוא דוגמה למאפיין מורפולוגי. אורכה של תולעת האדמה הקטנה ביותר הוא כמה סנטימטרים, בעוד שהתולעת הגדולה ביותר, שנמצאת ביערות טרופיים, יכולה להגיע לאורך של 2 מטרים. באירופה, אורכן של תולעי אדמה נע בין 2 מילימטרים ל-8 סנטימטרים מקצה הראש ועד לחלק האחרון של הבטן. קפזנבאים קטנים הרבה יותר, עם גודל גוף ממוצע של 2 מילימטרים בלבד, אך גודלם משתנה כתלות במקום שבו הם חיים. חלק ממיני הקפזנבאים שחיים בעלים מתים גדולים יותר ממינים אחרים שחיים עמוק באדמה.

תנועה

כדי למצוא סביבת מחיה שיש בה מספיק מזון, ושחיים בה אורגניזמים אחרים שניתן להתרבות איתם ומספר נמוך של טורפים, אורגניזמים באדמה פיתחו כמה טכניקות לתנועה, על פני השטח ובתוך האדמה. לתולעי אדמה אין רגליים, אך לחלק מהמינים יש שרירים חזקים ושערות קטנות שהם משתמשים בהם כדי לחפור בין חלקיקי אדמה. באמצעות

שש רגליהן, חיפושיות אדמה יכולות לרוץ על פני השטח של האדמה כדי לתפוס את טרפן. למינים רבים של חיפושיות אדמה יש כנפיים, המאפשרות להם לברוח במהירות מטרופים או מהפרעות אחרות, או לנוע למקום שבו הן יכולות למצוא עוד טרף או בני זוג. קפזנבאים גם נעים על שש רגליהם, אולם הודות למבנה מיוחד שפועל כמו קפיץ, חלקם יכולים לקפוץ לגובה של כמה סנטימטרים כדי לברוח מטרופיהם!

צבע

מינים שונים של אורגניזמים באדמה הם צבעוניים. חלק מתולעי האדמה שחיות בסנטימטרים הראשונים בתוך האדמה, בעלים מתים, או בקומפוסט, או בדשן הן אדומות-חומות, מה שמאפשר להן להסוות את עצמן מפני טורפיהן כעלים מתים כתומים-חומים, וכן צבען מגן עליהן מפני אור אולטרה-סגול [2]. תולעי אדמה אחרות חיות עמוק יותר באדמה, ולעיתים קרובות בעלות צבעים חיוורים כמו גוונים בהירים של ורוד, אפור, או ירוק. באדמה החשוכה, פיגמנטציה אינה הכרחית מאחר שאור אולטרה-סגול אינו חודר לשם. תולעי אדמה אחרות חיות בעיקר באדמה, אך מוציאות את ראשיהן מחוץ לאדמה כדי לאכול עלים מתים; כתוצאה מכך, רק ראשיהן עוברים פיגמנטציה. לקפזנבאים יש כמעט אותן תבניות צבע כמו תולעי אדמה: מינים עם פיגמנטציה חיים על פני השטח של האדמה, ומינים ללא פיגמנטציה חיים בתוך האדמה [3]. חיפושיות אדמה הן בעלות תבניות צבע נפלאות רבות, במיוחד חיפושיות אדמה מסוג קרבוס. הצבעים החיים שלהן עשויים להרתיע את הציפורים הטורפות שלהן, או לסייע לחיפושיות האדמה להסוות את עצמן בסביבתן.

סוגי פה

הבדל משמעותי נוסף בין שלוש הקבוצות שבהן אנו עוסקים הוא סוג הפה שלהן. לחיפושיות אדמה יש לסתות שיכולות להיות בעלות צורות וגדלים שונים כתלות בסוג המזון שהן אוכלות הכי הרבה. לדוגמה, לחלק מהמינים יש לסתות תחתונות ארוכות מאוד ששלוחות קדימה כדי להגיע אל תוך קונכיות חלזונות. לקפזנבאים יש פיות קטנים שמאפשרים להם לאכול פטריות שגדלות על עלים ופיסות קטנות מהעלים עצמם, מה שיוצר עלים שלדיים מתים יפהפיים. לתולעי אדמה אין לסתות תחתונות, אך הבטנים השריריות שלהן חזקות מספיק כדי לפרק את האדמה ואת העלים שהן אוכלות.

המאפיינים של אורגניזמים באדמה מרמזים על תפקידיהם החשובים

תצפיות זהירות אחר מאפיינים של אורגניזמים באדמה יכולות ללמד אקולוגים של אדמה דברים רבים על מה האורגניזמים אוכלים, היכן הם חיים וכיצד הם מתקשרים עם סביבותיהם (איור 3). הפעולות של אורגניזמים באדמה חשובות במיוחד לשמירה על אדמות בריאות. אורגניזמים אלה יכולים לשנות את הארגון הפיזי של האדמה על ידי יצירת מחילות; להוסיף חומרי מזון לאדמה דרך פירוק של עלים מתים, ולסייע לווסת אוכלוסיות של אורגניזמים אחרים באדמה [4].

תולעי אדמה ממלאות תפקיד חיוני בשמירה על אדמות בריאות באמצעות פעילות החפירה הנמרצת שלהן. תולעי האדמה שחיות באדמה, למיניהן השונים, נעות דרכה, אוכלות את המזון שהן מוצאות שם ומערבבות חלקיקי אדמה עם פיסות של עלים מתים. בתנועתן, הן

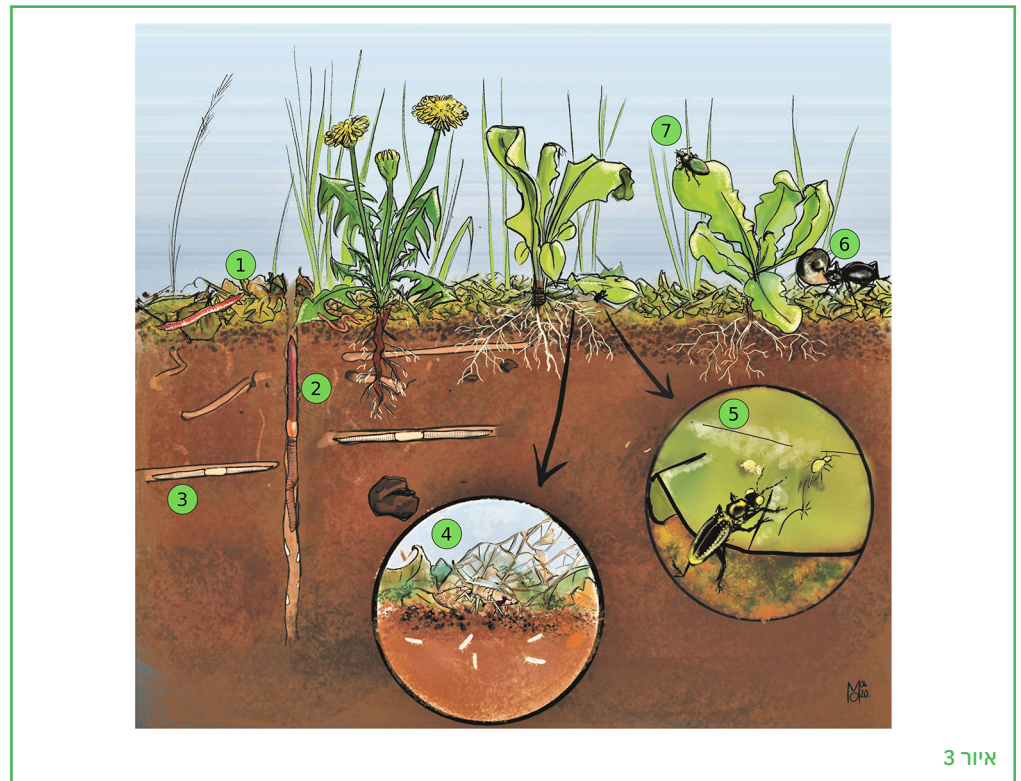
אור אולטרה-סגול (UV light)

חלק מקרני השמש שהוא בלתי נראה לעין בלתי מזוינת, ועלול לגרום לכוויות שמש.

איור 3

אורגניזמים באדמה בפעולה.

(1) תולעי אדמה אשר חיות וניזונות מעלים מתים. (2) תולעת אדמה מגיעה לפני השטח של האדמה דרך מחילתה הגדולה והעמוקה. (3) תולעי אדמה אשר חיות באדמה וחופרות מחילות רבות. (4) מיני קפזנבאים שונים שמתמירים עלים מתים לפיסות של צואה. (5) קפזנבאי שבורח מטורף על ידי קפיצה באמצעות המבנה דמוי הקפיץ שלו. (6) חיפושית אדמה שניזונה מחילזון. (7) חיפושית אדמה שמוכנה לעוף (קרדיטים לאיורים: www.lesbullesdemo.fr).



איור 3

יצרות מחילות רבות שדרכן אוויר ומים יכולים לנוע ביתר קלות [5], מה שמסייע לאורגניזמים אחרים באדמה לשתות ולנשום, ומסייע לשורשי צמחים לגדול. חלק מתולעי האדמה הגדולות יוצרות מחילות אנכיות ארוכות ורחבות, בדומה לארובות. אחרות יוצרות מחילות צרות יותר, אולם עדיין תורמות באופן משמעותי לערבוב האדמה. לכן, לתולעי אדמה תפקיד חשוב בהפחתת הצפות וסחף של האדמה, ובשיפור בריאות האדמה.

גם קפזנבאים ממלאים תפקידים חיוניים באדמות, במיוחד באמצעות מְחִזוּר חומרי מזון מעלים מתים, אשר מסייע לגדילת צמחים. בחלק מהמקרים, קפזנבאים עשויים להגיע לצפיפויות של 10-100,000 אינדיבידואלים למטר מרובע! הם יכולים לאכול כמויות גדולות מאוד של אשפת עלים ושל מיקרואורגניזמים, כמו פטריות וחיידקים. לאחר האכילה, הם מייצרים הרבה פיסות צואה קטנות שמורכבות מחלקיקים זעירים של עלים מתים שמעורבבים עם מים. פיסות צואה הן ארוחות מושלמות עבור מיקרואורגניזמים, אשר ימשיכו להתמיר את העלים המתים לחומרי מזון שצמחים יכולים להשתמש בהם. מחזור חומרי המזון שמבוצע על ידי קפזנבאים ומיקרואורגניזמים חשוב במיוחד למערכות אקולוגיות ולגדילה של צמחים.

לחיפושיות אדמה יש דיאטות מגוונות, והן גם יכולות להיות טורפים שניזונים מקשת רחבה של טרפים – מכנימות קטנות ועד חלזונות גדולים. מינים של חיפושיות אדמה מתמחים בטרף שהם אוכלים; לדוגמה, המין *Cychrus caraboides* ניזון מחלזונות בלבד. חלק מחיפושיות האדמה תופסות קפזנבאים קטנים, הודות לעיניים המפותחות שלהן (איור 3). חיפושיות אדמה חשובות בוויסות אוכלוסיות של חיות אחרות. לדוגמה, ביבולים, הן ניזונות ממזיקים שאחרת יכלו להזיק לצמחי יבול. לכן, במלחמתם נגד מזיקים, חקלאים משתמשים בהן לעיתים במקום בכימיקלים, במה שנקרא הדברה ביולוגית, המשתמשת באינטראקציות

טֹרֶף-טֹרֶף טבעיות בין אורגניזמים כדי לשלוט במזיקים. חיפושיות אדמה משתנות בגודל גופן, ומרביתן אוכלות טרף שקטן יותר מהן. מאחר שלא כל מיני חיפושיות האדמה ניזונים מאותו טרף, חשוב לשמור על מגוון גדול של אורגניזם אדמה זה במערכת אקולוגית, המאפשר גם ויסות מיטבי של מזיקים [6].

גודל גוף, סוג הפה וצורתו, אסטרטגיות ציד וסוג הטרף הם מאפיינים חשובים שאקולוגים של אדמה לרוב מתייחסים אליהם, כדי להבין טוב יותר את הקשרים בין חסרי חוליות באדמה לבין הסביבות שלהם.

מסקנות

אורגניזמים באדמות מגוונים להפליא בהיבטי צורה והתנהגות. אקולוגים של האדמה חוקרים את העולם המופלא של האדמה, ואגב כך עשויים לגלות מינים חדשים ומאפיינים חדשים. באמצעות התבוננות במאפיינים של המינים שהם מוצאים, מדעני אדמה יכולים להבין טוב יותר את האינטראקציות בין אורגניזמים לבין מערכות אקולוגיות. כשמתייחסים אליהם יחד, התפקידים השונים שמבצעים מגוון המינים של אורגניזמים באדמה, הם משלימים וחיוניים בשמירה על אדמות בריאות. לכן, חשוב מאוד שנתחזק ונשמר מגוון ביולוגי של אדמה, אשר יתמודד עם ההשפעות ההולכות ומתחזקות של פעילויות אנושיות, כמו למשל חקלאות אינטנסיבית ושינויי אקלים. הגברת המודעות הציבורית לגבי חשיבותם של אורגניזמים באדמה, ושיפור הידע שלנו על מגוון ביולוגי של אדמה, הם מפתחות משמעותיים בהפחתת ההשפעות השליליות שלנו על המערכות האקולוגיות המדהימות שנמצאות מתחת לרגלינו.

תודות

המחברים מודים למאגד TEBIS (<http://www.reseau-tebis.fr/>) ולארגונים בלתי ממשלתיים שונים, כמו Les petits debrouillards (<https://www.lespetitsdebrouillards.org>) ו-CARABES (<https://assocarabes.com>) שאיתם המחברים פועלים במטרה להגביר מודעות אזרחית ולעודד הגנה על אדמות ועל המגוון הביולוגי שלהן. המחברים גם מודים ל-Morgane Arietta Ganault על איכותם של האיוורים המפורטים, למנחה המדעית ולסוקרת הצעירה על הצעותיהם לשיפור איכות כתב היד, ול-Susan Debad על שסייעה עם התחביר האנגלי ששיפר את בהירות כתב היד.

מקורות

1. Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M. J. I., Chotte, J. L., et al. 2016. *Global Soil Diversity Atlas*. Luxembourg: European Union. Available online at: http://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/JRC_global_soilbio_atlas_online.pdf (accessed April 28, 2020).
2. Bottinelli, N., Hedde, M., Jouquet, P., and Capowiez, Y. 2020. An explicit definition of earthworm ecological categories—Marcel Bouché's triangle revisited. *Geoderma* 372:114361. doi: 10.1016/j.geoderma.2020.114361

3. Potapov, A. A., Semenina, E. E., Korotkevich, A. Yu., Kuznetsova, N. A., and Tiunov, A. V. 2016. Connecting taxonomy and ecology: trophic niches of collembolans as related to taxonomic identity and life forms. *Soil Biol. Biochem.* 101:20–31. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.07.002
4. Pey, B., Nahmani, J., Auclerc, A., Capowicz, Y., Cluzeau, D., Cortet, J., et al. 2014. Current use of and future needs for soil invertebrate functional traits in community ecology. *Basic Appl. Ecol.* 15:194–206. doi: 10.1016/j.baae.2014.03.007
5. Capowicz, Y., Bottinelli, N., Sammartino, S., Michel, E., and Jouquet, P. 2015. Morphological and functional characterisation of the burrow systems of six earthworm species (Lumbricidae). *Biol. Fertil. Soils* 51:869–77. doi: 10.1007/s00374-015-1036-x
6. Rusch, A., Birkhofer, K., Bommarco, R., Smith, H. G., and Ekbom, B. 2015. Predator body sizes and habitat preferences predict predation rates in an agroecosystem. *Basic Appl. Ecology* 16:250–9. doi: 10.1016/j.baae.2015.02.003

פורסם אונליין: 05 במאי 2023

נערך על ידי: Rémy Beugnon

מנחה מדעית: Cristiana Ariotti

ציטוט: Ganault P, Beaumelle L and Auclerc A (2023) נראות של אורגניזמים באדמה מסייעת להבין את חשיבותם. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.562430-he

תורגם והותאם מ: Ganault P, Beaumelle L and Auclerc A (2021) The Way Soil Organisms Look Can Help Us Understand Their Importance. *Front. Young Minds* 9:562430. doi: 10.3389/frym.2021.562430

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

COPYRIGHT © 2021 © Ganault, Beaumelle and Auclerc 2023. 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 (ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרת צעירה

GIULIA, גיל: 13

אני ג'וליה, בת 13. אני אוהבת ללכת לבית ספר, והמקצוע האהוב עליי הוא אנגלית. בזמני הפנוי, נהנית לשחק עם הכלבה שלי, לשחק טניס ולרכוב על סוסים. בקיץ, אני נהנית לבלות עם חבריי בבריכת השחייה הקטנה שלי, ולהסתובב איתם ברחבי עירי על אופניים. בחורף, אני אוהבת מאוד לעשות סקי עם הוריי ועם שכנינו.



הכותבים

PIERRE GANAULT

בכל הליכה בטבע, איני יכול להימנע מלהפוך בולי עץ ואבנים, או לפשפש בעלים מתים כדי לראות אילו בעלי חיים נפלאים אוכל למצוא שם. הסקרנות הזו הובילה אותי לחקור מגוון ביולוגי של אדמה, ולעשות דוקטורט על ההשפעה של ערבוב מיני עצים על חסרי חוליות באדמה, ועל התפקיד של בעלי החיים האלה עבור תהליכים באדמה. כמו כן אני עובד עם ארגונים במטרה לגשר על הפער בין מדענים לאזרחים, כך שנוכל לעבוד כולם יחד כדי לחקור את היצורים שחיים באדמה, להבינם טוב יותר ולהגן עליהם.

*pierre.ganault@gmail.com

LÉA BEAUMELLE

אני פוסט-דוקטורנטית במכון הצרפתי הלאומי לחקלאות בבורדו. המחקר שלי מכוון להבין טוב יותר את ההשפעות של פעילויות אנושיות על מגוון ביולוגי באדמה ועל תפקודו. במהלך הדוקטורט שלי בוורסאי, חקרתי את תגובתן של תולעי אדמה לזיהום של מתכות כבדות. במהלך הפוסט-דוקטורטים שעשיתי בצרפת ובגרמניה הרחבתי את מחקרי על ידי חקירת ההשפעות של כמה מזהמים, התגובה של כל החיידקים באדמה וההשלכות של שינויים במגוון ביולוגי על תהליכים במערכת האקולוגית.

APOLLINE AUCLERC

אני פרופסור לאקולוגיה של אדמה וביולוגיה באוניברסיטת לורין בצרפת, ננסי. המחקר שלי מתמקד בהבנת האופן שבו מערכות אקולוגיות של אדמה בסביבות עירוניות ותעשייתיות יכולות לארח מספר גבוה ומפתיע של מגוון ביולוגי. זאת על ידי הערכת האופן שבו חסרי חוליות כמו תולעי אדמה, חרקים, עכבישים, מרבי רגליים ועוד מסתגלים למאפיינים המיוחדים של האדמות האלה, המושפעות על ידי בני אדם. כמו כן אני מפתחת כלים המסייעים לאזרחים להגביר את מודעותם לאיכות האדמה ולמגוון הביולוגי הבלתי מוכר שלה.



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