



עבור צמחי כְּשוֹת רמאות עדיפה על תחרות

Johnathan J. Dalzell*

בית הספר למדעי הביולוגיה, המכון לביטחון המזון הגלובלי, אוניברסיטת קוויין בלפסט, בלפסט, בריטניה

סוקר צעיר

SHASHI-
PREETHAM

גיל: 12



טפיל

(Parasite)

אורגניזם שחי בתוך אורגניזם אחר (המארח) או עליו, עבור טובתו העצמית, ועל חשבון המארח.

מארח

(Host)

אורגניזם שמהווה מקור למים, חומרי מזון ומשאבים אחרים עבור טפילים.

צמחים נדרשים להילחם זה עם זה עבור גישה למשאבים כמו מים, חומרי מזון ואור, אשר מאפשרים להם לגדול ולהתרבות. תחרות על המשאבים האלה מתרחשת גם מעל האדמה וגם מתחתיה. שורשי הצמחים סופגים מים וחומרי מזון מהאדמה ומעגנים את הצמח פיזית כך שהוא יוכל לגדול לגובה. הצמח צריך לנסות לגדול על חשבון מתחרים אחרים כדי להשיג גישה טובה יותר לאור השמש, בו הוא משתמש ליצירת אנרגיה בתהליך הפוטוסינתזה. במקום להתחרות באופן הוגן, חלק מהצמחים גונבים משאבים מצמחים אחרים. צמחים שמרמים באופן הזה נקראים טפילים. מרבית הצמחים הטפילים נעשו רמאים כאלה מומחים שהם לא מבזבזים זמן או אנרגיה על פיתוח שורשים או עלים משלהם, או על שימוש בפוטוסינתזה ליצירת אנרגיה. צמחי כְּשוֹת הם טפילים, והם נקראים באנגלית "Cuscuta" או "dodders". מדענים מנסים להבין טוב יותר את הצמחים הטפיליים האלה ולפתח דרכים חדשות למנוע מהם לגנוב מצמחים אחרים שאנו זקוקים להם עבור מזון או סיבים.

חייו של רמאי מקצועי מציאת צמח מארח

טפילי כשות נובטים מזרעים, ממש כמו צמחים רבים אחרים. הם גדלים משורש קטן מאוד שמסייע להחזיק אותם צמוד לאדמה בזמן שהנבט גדל בחיפוש אחר צמח **מארח** בקרבת

איור 1

טפיל הכשות מוצא את הצמח המארח שלו באמצעות "ריח", "מגע" ו"ראייה". הוא מתלפף סביב גזעו של הצמח המארח כדי להשיג אחיזה טובה, אשר מאפשרת לו לפלוש ולגנוב מים וחומרי מזון מהצמח המארח. מאוחר יותר הוא יגדל הרחק מגזעו של הצמח המארח בחיפוש אחר צמחי מארח אחרים לגנוב מהם.



איור 1

מקום. הנבט הפרזיטי ישתמש בכמה חושים כדי למצוא את המארח כולל "ריח", "ראייה" ו"מגע" [1]. אף על פי שלטפיל אין אף כמו שלנו, יש לו חלבונים מיוחדים שגדלים בתוך הנבט שמשמשים לזיהוי ריחות של צמחי מארח מתאימים ולתגובה אליהם. כאשר הפרזיט מזהה ריח אטרקטיבי הוא יכוון את הגדילה לעבר מקור הריח הזה [2].

בזמן שהנבט הטפיל יתקרב אל הצמח המארח הוא יחוה אפקט הצללה מעלי הצמח המארח אשר יחסמו את אור השמש. בעוד שלצמח הטפיל אין עיניים, יש לו חלבונים מיוחדים שנקראים **פיטוכרומים** שמאפשרים לצמח "לראות" סוגים שונים של אור, ולקבוע אם הוא נמצא בתנאים של אור שמש מלא או של הצללה [3]. זה מסייע לטפיל להתכוון למגע ולפלישה אל הצמח המארח.

לבסוף, הטפיל יתקשר עם צמח מארח ויחוה "מגע". מרבית הצמחים מגיבים למגע. אולם עבור מרבית הצמחים מגע מקושר עם סכנה. מגע יכול להעיד על כך שחרקים נוחתים על עלי הצמח ומנסים לאכול אותם. במקרה כזה, צמחים משתמשים במגע כדי להפסיק לגדול ובמקום זאת להקדיש את משאביהם היקרים להגנה. הצמחים האלה מייצרים מגוון כימיקלים רעילים שעוצרים חרקים מלאכול אותם. חלק מהצמחים גם משתמשים במגע או מגרים תגובת חיזוק של דפנות תאי התא, מה שמקשה על החרקים לאכול אותם. עבור טפילי כשות, מגע הוא גירוי חיובי שאומר לטפיל שהוא יכול להתקשר עם צמח מארח פוטנציאלי. בתגובה למגע הטפיל ישתמש בתגובה מורכבת שנקראת **עקה מכנית** כדי לשנות את תבנית הגדילה שלו, והוא יתלפף סביב גזעו של הצמח המארח (איור 1).

פלישה לצמח מארח

כשטפיל כשות מוצא צמח מארח ומתקשר איתו, הוא ישחרר דבק ביולוגי שיחזיק אותו חזק כנגד גזעו של הצמח המארח. לאחר מכן הוא יצור מבנה פלישה מיוחד שנקרא **haustorium** (**מָצִץ**). ה-**haustorium** נבטים חדשים שיפלושו באופן מכני לתוך גזעו של הצמח המארח בעזרתם של מגוון חלבונים שהוא ישחרר במטרה לשבור ולפרק את דופני התאים של הצמח המארח (איור 2). לאחר שה-**haustorium** פלש בהצלחה לגזעו של הצמח המארח, הוא יחפש את התאים שבהם הצמחים האלה משתמשים להעביר מים וחומרי מזון, שנקראים תאי עצה ושיפה. ה-**haustorium** הטפילי מתחבר לתאי העצה והשיפה והוא יוציא מים וחומרי מזון כדי לתדלק את גדילתו של הטפיל, לפרוח ולייצר זרעים. האינטראקציה הזו תורמת

פיטוכרום

(**Phytochrome**)

חלבון שמשמש צמחים בחישה ובתגובה לאור.

עקה מכנית

(**Thigmomorphogenesis**)

תגובה של צמחים למגע, אשר מערבת שינוי בתבנית הגדילה.

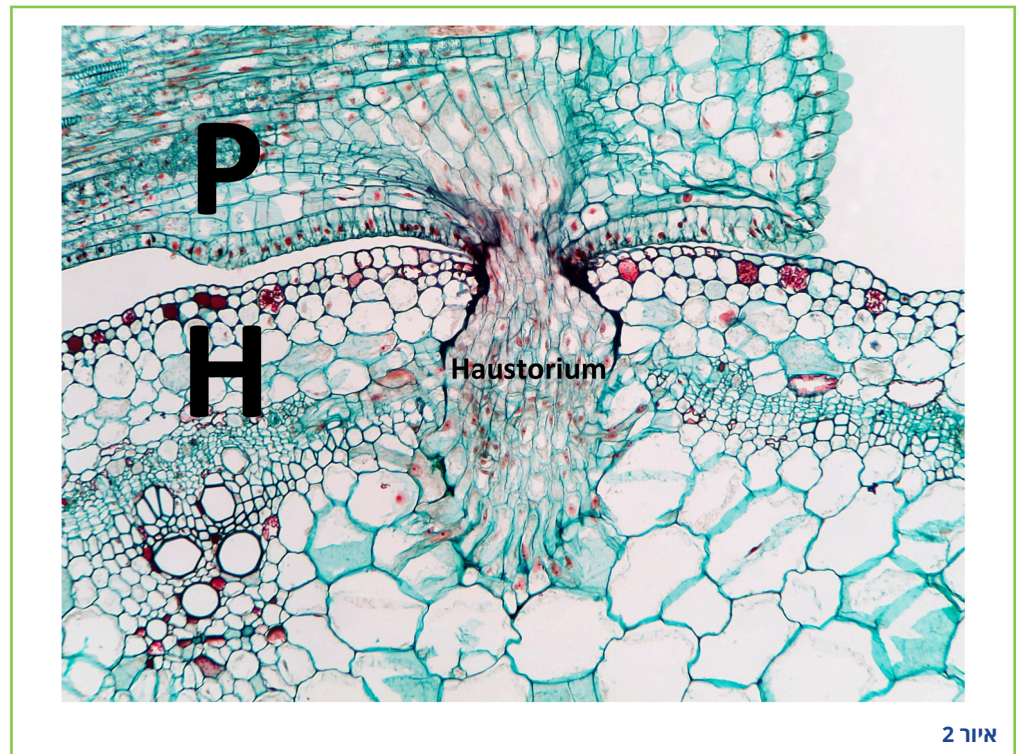
מָצִץ

(**Haustrorium**)

המבנה הפולשני שמשמש צמחים טפיליים לפלוש ולגנוב משאבים מצמח מארח.

איור 2

חתך מיקרוסקופי של טפיל כשות (P) שפולש לצמח מארח (H). זה מראה את ה-haustorium, שבו הטפיל משתמש כדי לחורר את גזעו של הצמח המארח ולגנוב ממשאביו של המארח. הטפיל עושה זאת באמצעות כוח מכני ובאמצעות שחרור חלבונים ששוברים את דופןות התא של הצמח המארח.



איור 2

לטיפיל, אולם היא רעה עבור הצמח המארח אשר יגדל פחות וייצר פחות זרעים בעקבות נוכחות הטפיל.

ברגע שהטיפיל פלש לצמח המארח הוא מתחיל לגדל נבטים חדשים. הנבטים השניוניים האלה ינסו ליצור קשרים נוספים עם אותו הצמח המארח או עם צמחים אחרים בסביבה. אתרי פלישה רבים יותר משמעותם יותר מזון עבור הטפיל וסיכוי קטן יותר לכשלון. אנו משערים שהטיפיל הזה משתמש בהרבה מאותם החושים כדי ליצור אינטראקציות נוספות עם מארחים; אולם הטפיל גם ינסה לפלוש לפריטים שאינם מארחים כמו למשל קני במבוק, שאינם מספקים לו מזון. אנו לא ממש מבינים מדוע זה מתרחש, אולם ייתכן שברגע שנבט פלש לצמח מארח הוא מניח שכל גירוי מגע אחר מייצג את אותו הצמח או צמח מארח קרוב.

הכנעה ופיצוי של הצמח המארח

כשצמח כשות טפילי פולש לצמח מארח, הטפיל והמארח יילחמו זה בזה עבור שליטה. הצמח המארח ינסה למנוע מהטיפיל לפלוש אליו באמצעות חיזוק דופןות התאים שלו ושחרור תרכובות רעילות. אם אף אחת מהאסטרטגיות האלה לא עובדת, הצמח המארח ינסה להרוס את התאים שסביב לטיפיל, תהליך שנקרא **אפופטוזיס**. טפילי כשות, כמו הרבה טפילים אחרים, הם **ביטורופיים**, כלומר הם יכולים לגנוב משאבים רק מתאי מארח חיים. אם הצמח המארח הורג את התאים שסביב ל-haustorium של הטפיל, הטפיל לא יהיה מסוגל לגנוב את משאביו של המארח. באותו הזמן, הטפיל ישחרר מגוון כימיקלים ומולקולות שיתערבו בתהליכים של הצמח המארח כדי למנוע ממנו להפעיל תגובת הגנה נורמלית כנגד הטפיל הזה [4].

אפופטוזיס (Apoptosis)

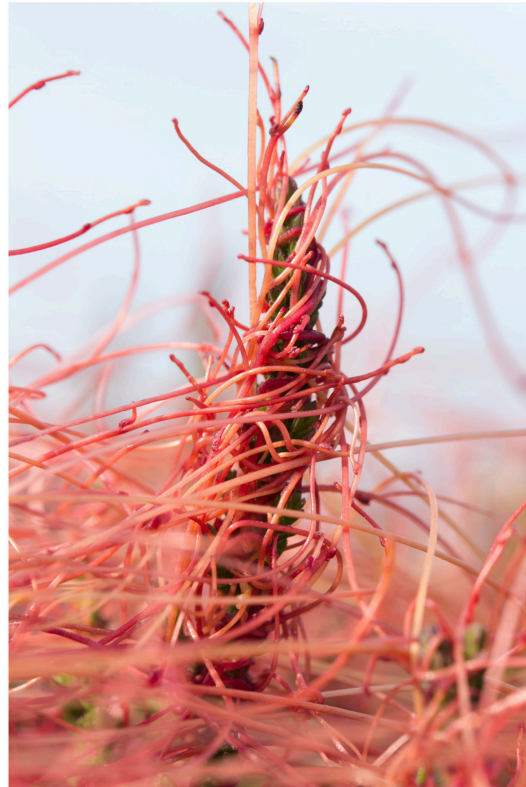
תהליך שמאפשר לאורגניזמים להרוג במכוון חלק מהתאים של עצמם.

ביטורופי (Biotrophic)

מתייחס לטיפיל או לפתוגן שיכול להשיג משאבים מתאים חיים של צמח מארח.

איור 3

טפילי כשות חונקים צמחי מארח ומפחיתים את יכולתם לגדול. יש לכך השפעה שלילית על החקלאות שלנו, ובסופו של דבר על יכולתנו להזין את כמות האנשים ההולכת וגדלה על פני כדור הארץ.



איור 3

אף על פי שטפילים הם מטבעם "אנוכיים" בפעולות שלהם, תחת תנאים מסוימים טפילי כשות יסייעו להגן על צמחי המארח שלהם – עבודת צוות מגשימה את החלום! אם טפיל הכשות פלש לשני צמחים שונים ואחד מהצמחים האלה ניזוק על-ידי חרקים מזיקים, הטפיל יתריע את הצמח המארח השני ויסייע לו להגן על עצמו כנגד החרקים [5]. זה ללא ספק תורם לצמח המארח, אולם זה גם תורם לטפיל מאחר שהטפיל לא יצטרך להתחרות עם החרקים המזיקים על אותם המשאבים המוגבלים של המארח.

הבעיה עם כשות... ההשפעה השלילית של טפילי כשות

באמצעות גניבת מים ומשאבי מזון טפילי כשות יכולים להפחית את תנובתם של צמחי יבול שאנו נסמכים עליהם עבור מזונות וחומרים אחרים (איור 3). בזמן שהאוקלוסייה הגלובלית גדלה, אנו צריכים למצוא דרכים חדשות לגדל יותר מזון מפחות אדמה – בעיה שאנו מכנים 'התעצמות בת קיימא של החקלאות'. מניעת הטפילות של יבולים היא גישה אחת להשגת המטרה הזו של גידול מזון רב יותר, אולם אנו צריכים לדעת הרבה יותר על הביולוגיה של הטפילים האלה כדי לעצור אותם יותר ביעילות.

לאחרונה, מדענים ריצפו את הגנום של זני כשות [6, 7], מה שיעזור לנו להבין כיצד בדיוק הטפילים האלה מוצאים צמחי מארח, פולשים אליהם ומתערבים בתהליכים שלהם. באמצעות שימוש בכמה שיטות אנו יכולים כעת להתחיל לפתח דרכים חדשות למנוע אובדן של תנובת יבולים לטפילים האלה, מה שסייע לנו לשפר את ביטחון המזון העולמי.

מסקנות

טפילי כשות הם רמאים מקצועיים שגונבים חומרי מזון ומים מצמחים אחרים. זה מפחית את איכות התפוקה של יבולים חשובים, ומקשה על הזנת כדור הארץ. אף על פי שאנו מתחילים להבין כיצד הטפילים האלה מוצאים צמחי מארח ומתערבים בתהליכים שלהם, עדיין יש הרבה שאיננו מבינים. כעת כשהגנום של כמה טפילי כשות רוצף, הוא יסייע לנו לפתח דרכים חדשות להתערב בביולוגיה שלהם ולמנוע אובדני יבול.

מקורות

1. Chamovitz, D. 2017. *What a Plant Knows: Updated and Expanded Version*. Macmillan USA.
2. Runyon, J. B., Mescher, M. C., and Moraes, C. D. 2006. Volatile chemical cues guide host location and host selection by parasitic plants. *Science* 313:1964–7. doi: 10.1126/science.1131371
3. Benvenuti, S., Dinelli, G., Bonetti, A., and Catizone, P. 2005. Germination ecology, emergence and host detection in *Cuscuta campestris*. *Weed Res.* 45:270–8. doi: 10.1111/j.1365-3180.2005.00460.x
4. Shahid, S., Kim, G., Johnson, N. R., Wafula, E., Wang, F., Coruh, C., et al. 2018. MicroRNAs from the parasitic plant *Cuscuta campestris* target host messenger RNAs. *Nature* 553:82–5. doi: 10.1038/nature25027
5. Hettenhausen, C., Li, J., Zhuang, H., Sun, H., Xu, Y., Qi, J., et al. 2017. Stem parasitic plant *Cuscuta australis* (dodder) transfers herbivory-induced signals among plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2017:201704536. doi: 10.1073/pnas.1704536114
6. Vogel, A., Schwacke, R., Denton, A. K., Usadel, B., Hollmann, J., Fischer, K., et al. 2018. Footprints of parasitism in the genome of the parasitic flowering plant *Cuscuta campestris*. *Nat. Commun.* 9:2515. doi: 10.1038/s41467-018-04344-z
7. Sun, G., Xu, Y., Liu, H., Sun, T., Zhang, J., Hettenhausen, C., et al. 2018. Large-scale gene losses underlie the genome evolution of parasitic plant *Cuscuta australis*. *Nat. Commun.* 9:2683. doi: 10.1038/s41467-018-04721-8

פורסם אונליין: 24 באוגוסט 2021

נערך על ידי: Vishal Shah, West Chester University, United States

ציטוט: Dalzell JJ (2021) עבור צמחי כשות רמאות עדיפה על תחרות. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00074-he

תורגם והותאם:

Dalzell JJ (2019) Cheating Beats Competing, For Parasitic *Cuscuta* Plants. *Front. Young Minds* 7:74. doi: 10.3389/frym.2019.00074

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

COPYRIGHT © 2019 © 2021 Dalzell. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון של פורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(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.

סוקר צעיר

SHASHIPREETHAM, גיל: 12

שלום, קוראים לי Shashi, אני בן 12 ואני הולך לבית הספר Penglais. אני נהנה לשחק כדורגל וכדורסל. המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה ומחשבים. אני לומד כיום בכיתה ז'. אני מחזיק שיא גינס ארבע פעמים במשחק שנקרא Rocket League ושמי מופיע בספר השיאים של גינס גרסת הגיימרים 2018.

הכותב

JOHNATHAN J. DALZELL

ג'ונתן הוא מרצה בכיר בביולוגיה מולקולרית וטפיליות באוניברסיטת קוויין בלפסט. הוא מרותק מהביולוגיה ומההתנהגות של נמטודות (תולעים נימיות) טפיליות ושל צמחים טפיליים. מטרת קבוצת המחקר הזו היא לפתח גישות חדשות למניעת זיהומים טפיליים ומניפולציות של צמחים טפיליים על צמחי יבול.
*j.dalzell@qub.ac.uk



Hebrew version
provided by

מחזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע.ר.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

