



GRUNT NIE JEST MARTWY: WYKORZYSTANIE PRZESTRZENI I ŻYWA GLEBA

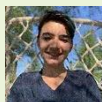
Jes Hines^{1,2*}, Franciska de Vries³

¹ Centro Alemán para la Investigación en Biodiversidad Integrativa (iDiv), Alemania

² Universidad de Leipzig, Alemania

³ Universidad de Ámsterdam, Países Bajos

MŁODY KRYTYK:



KONSTANTIN

WIEK: 14

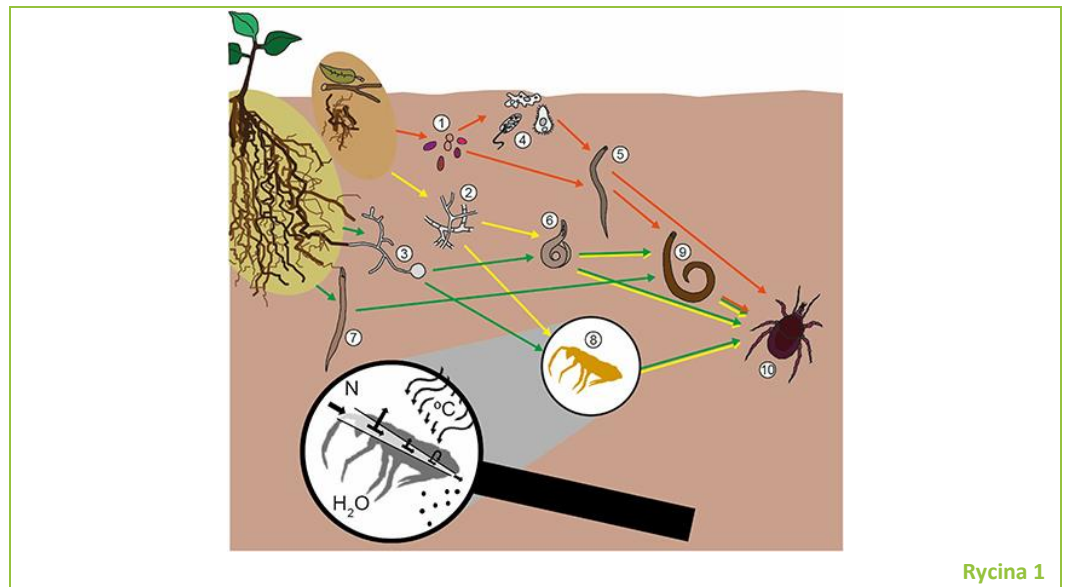
Ludzie wykorzystują powierzchnię ziemi w celu uprawy uprawy roślin na żywność, a stosowane przez nas metody rolnicze mogą wpływać na organizmy żyjące w glebie. Organizmy glebowe wykonują ważną pracę, taką jak rozkładanie materii organicznej i uwalnianie składników odżywczych dla wzrostu roślin. Używając więcej pestycydów i nawozów, możemy wyprodukować więcej plonów na mniejszej powierzchni. Ale te metody mogą również zaszkodzić organizmom glebowym i pracy, którą wykonują. Możemy stosować również łagodniejsze metody uprawy roślin, które są lepsze dla zwierząt glebowych, ale te sposoby wymagają więcej powierzchni. Ludzie we wszystkich krajach potrzebują żywności pochodzącej z upraw, aby prowadzić zdrowe życie. Ponieważ wszyscy dzielimy jedną powierzchnię ziemi, kiedy decydujemy o tym, jak wykorzystać glebę, musimy pamiętać, jak rolnictwo wpływa na zwierzęta glebowe.

Rycina 1

Glebova sieć pokarmowa składa się z wielu rodzajów organizmów glebowych: (1) bakterii, (2) grzybów, (3) grzybów mikoryzowych, (4) pierwotniaków, (5) nicieni odżywiających się bakteriami, (6) nicieni odżywiających się grzybami, (7) nicieni odżywiających się korzeniami, (8) skoczogonków, (9) drapieżnych nicieni i (10) drapieżnych roztoczy. Strzałki wskazują od organizmów, które są zjadane, do organizmów, które je zjadają. Ścieżki interakcji tworzą trzy główne kanały energetyczne: kanał oparty na bakteriach (pomarańczowe strzałki), kanał oparty na grzybach (żółte strzałki) i kanał oparty na korzeniach (zielone strzałki). Lupa pokazuje, że składniki odżywcze i energia przepływają przez każdy organizm glebowy, gdy ten odżywia się i oddycha.

ORGANIZMY GLEBOWE

Wszystkie rodzaje form życia, które żyją pod ziemią. Obejmuje to organizmy jednokomórkowe, takie jak bakterie, oraz organizmy wielokomórkowe, takie jak dżdżownice, pierwotniaki, nicienie i roztocza.



Rycina 1

7,8 MILIONA LUDZI I WCIĄŻ WIĘCEJ, SPOŻYWA ŻYWNOSĆ, KTÓRA ROŚNIE W GLEBIE

Jest 7,8 miliarda ludzi na świecie i wszyscy oni muszą się zdrowo odżywiać. Warzywa i inne uprawy są częścią zdrowej diety. Jednak produkcja żywności dla tak wielu ludzi wiąże się z kosztami dla środowiska. Po pierwsze, potrzebujemy wystarczająco dużo ziemi uprawnej, oraz praktyk rolniczych, które utrzymują środowisko w zdrowiu. Organizmy żyjące w glebie mogą nam wskazać, czy nasze praktyki rolnicze są dobre lub złe dla środowiska.

W glebie żyją miliardy organizmów, takich jak bakterie, grzyby, nicienie i równonogi (Rycina 1). Wszystkie one jedzą, rosną, zużywają tlen i uwalniają dwutlenek węgla, tak jak my. Kiedy **organizmy glebowe** przeprowadzają te procesy życiowe, uwalniają ze swojego pożywienia składniki odżywcze, które są przydatne do wzrostu roślin (Rycina 1, wkładka). Mieszają również materię organiczną (czyli martwe rośliny i organizmy) w glebie. Poprawiają strukturę gleby, co zwiększa dostępność wody dla roślin. Organizmy żyjące w glebie dostarczają zasobów, które pomagają roślinom produkować żywność, którą ludzie lubią jeść. Gleby pełnią ważne **funkcje w ekosystemie**, takie jak filtrowanie wody i recykling składników odżywczych, które pomagają utrzymać ludzi przy życiu i zdrowiu.

ORGANIZMY GLEBOWE TWORZĄ SIĘĆ POKARMOWĄ POD TWOMI STOPAMI

Organizmy żyjące w glebie nie działają w pojedynkę, lecz są ze sobą połączone w sieć interakcji zwaną glebową **siecią pokarmową**. Zmiany liczebności jednego gatunku mogą wpływać na liczebność jego drapieżników i ofiar w łańcuchu interakcji zwanym kanałem energetycznym (Rycina 1). Glebova sieć **pokarmowa** ma trzy główne kanały energetyczne: jeden zasilany przez bakterie, drugi przez grzyby i trzeci zasilany przez korzenie roślin. Bakterie i grzyby odżywiają się materią organiczną, taką jak martwe korzenie i liście, a następnie są zjadane przez inne organizmy. Istnieją również organizmy, które

FUNKCJE EKOSYSTEMÓW

Ważne rzeczy, które środowiska robią dla ludzi. W ekosystemach glebowych przykładami są: recykling składników odżywczych, zatrzymywanie i odprowadzanie wody oraz mieszanie materii organicznej.

SIEĆ POKARMOWA GLEBY

Sieć interakcji żywieniowych pomiędzy organizmami glebowymi. Interakcje te rozpoczynają się od trzech głównych źródeł (korzenie, grzyby, bakterie), które tworzą kanały energetyczne.

UŻYTKOWANIE GLEBY

Sposób, w jaki środowisko naturalne jest zarządzane i modyfikowane. Przykłady w tekście to m.in. intensywne użytkowanie gleby, ekstensywne użytkowanie gleby i obszary naturalne.

ORKA

Przygotowanie gleby dla rolnictwa poprzez oranie lub kopanie. Orka zakopuje chwasty i ułatwia korzeniom roślin uprawnych wejście w głąb gleby.

żywią się bezpośrednio żywymi korzeniami, takie jak nicienie zjadające korzenie (małe robaczki), które są również zjadane przez inne zwierzęta. Kiedy człowiek wykorzystuje ziemię w sposób, który zakłóca te kanały energetyczne (np. poprzez uprawę gleby lub dodawanie nawozów), może zmienić zdolność glebowych sieci pokarmowych do świadczenia funkcji ekosystemowych. Ale na jak wiele gatunków człowiek ma wpływ i jak silny jest nasz wpływ na procesy, które normalnie wykonują organizmy glebowe?

EKSPERYMENTALNE TESTOWANIE EFEKTÓW UŻYTKOWANIA GLEBY NA SIECI POKARMOWE

Naukowcy postawili hipotezę, że różne rodzaje **użytkowania gleby** wpłyną na strukturę glebowych sieci pokarmowych (Rycina 2) (de Vries i in. 2013). Sądzili, że intensywne użytkowanie gleby, takie jak **orka**, zmniejszy liczbę organizmów glebowych i ograniczy usługi ekosystemowe świadczone przez gleby (de Vries i in. 2013). Naukowcy sądzili również, że organizmy glebowe będą bardziej liczne, gdy rolnicy stosują praktyki ekstensywnego użytkowania ziemi (takie jak łąki kośne i pastwiska). W ekstensywnym użytkowaniu ziemi jest mniej orki i mniej dodawanych nawozów, ale do wyprodukowania tej samej ilości żywności potrzebna jest większa powierzchnia ziemi. Uznali, że organizmy glebowe najlepiej poradzą sobie na naturalnych łąkach, gdzie rolnicy nie wykorzystują ziemi do uprawy roślin (de Vries i in. 2013).

Mając na celu wykorzystanie miejsc narażonych na szeroki zakres warunków środowiskowych (temperatura, opady, tekstura gleby itp.), zespół naukowców udał się do czterech krajów w całej Europie: Szwecji, Czech, Wielkiej Brytanii i Grecji. W każdym kraju udali się do miejsc o trzech rodzajach użytkowania gruntów: rolnictwo o wysokiej intensywności, rolnictwo o średniej intensywności oraz naturalne użytki zielone (de Vries i in. 2013) (Rycina 2). W każdym z tych miejsc policzono różnorodne organizmy glebowe, w tym grzyby, bakterie, pierwotniaki, nicienie, dżdżownice, wazonkowce, roztocza i skoczogonki. Aby dowiedzieć się, jak różnią się funkcje ekosystemu w zależności od sposobu użytkowania ziemi, mierzono również niektóre ważne procesy zachodzące w glebie. Zmierzyli również niektóre z ważnych procesów wykonywanych przez organizmy glebowe.

ROLNICTWO INTENSYWNE ZMNIEJSZA BIORÓŻNORODNOŚĆ W GLEBIE


Naukowcy stwierdzili, że rodzaj użytkowania gleby miał znaczenie dla liczby i rodzajów organizmów, które znaleźli w glebie. Stwierdzili, że bardziej intensywne użytkowanie gruntów zmniejszyło bioróżnorodność glebowej sieci pokarmowej: obecnych było mniej grup organizmów, a w obrębie tych grup było też mniej gatunków (Tsiafouli i in. 2015). Stwierdzili oni również, że całkowita masa większości grup organizmów glebowych była niższa tam, gdzie występowało użytkowanie gleby o wysokiej i średniej intensywności. Najbardziej zmniejszyła się ilość organizmów odżywiających się korzeniami roślin, w mniejszym stopniu ucierpiały organizmy odżywiające się bakteriami i grzybami. Jest to prawdopodobnie spowodowane tym, że uprawa gleby ma

silny wpływ na korzenie roślin w średnio- i wysokointensywnym użytkowaniu gleby, co miało wpływ na organizmy odżywiające się bakteriami i grzybami. Ale ile z tych zmian wynikało z bezpośredniego wpływu uprawy na glebę, a ile wynikało ze zmian w sieci pokarmowej gleby?

Rycina 2

Trzy powszechne sposoby użytkowania środowisk przyrodniczych.

Ekstensywne użytkowanie gleby nie wymaga orania i zbierania plonów ani dodawania dużej ilości nawozów i pestycydów, a zapewnia zróżnicowane usługi ekosystemów. Średnio intensywne użytkowanie gleby wymaga niewiele orki i zbierania plonów i daje średnie plony. Wysokointensywne użytkowanie gleby wymaga wielu prac związanych z orką i zbieraniem plonów, a także stosowania dużej ilości środków chemicznych, aby wyprodukować wiele plonów z mniejszego obszaru. W przypadku intensywnego użytkowania gruntów niektóre funkcje ekosystemów są ograniczane na rzecz wysokiej wydajności produkcji produkcji roślinnej.



| Praktyki użytkowania gruntów | Ekstensywne użytkowanie gleb | Średnio-intensywne użytkowanie gleb | Intensywne użytkowanie gleb |
|------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| Nawozy sztuczne | (-) | (+) | (++) |
| Pestycydy | (-) | (+) | (++) |
| Orka | (-) | (+) | (++) |
| Żniwa | wypasanie lub koszenie ręczne | lekkie maszyny | ciężkie maszyny |
| Rośliny uprawiane | różne naturalnie występujące gatunki | zmianowanie gatunków sianych przez człowieka | pojedyncze gatunki wysiewane przez człowieka (monokultury) |

Rycina 2

PROCESY PRZEPROWADZANE PRZEZ ORGANIZMY GLEBOWE

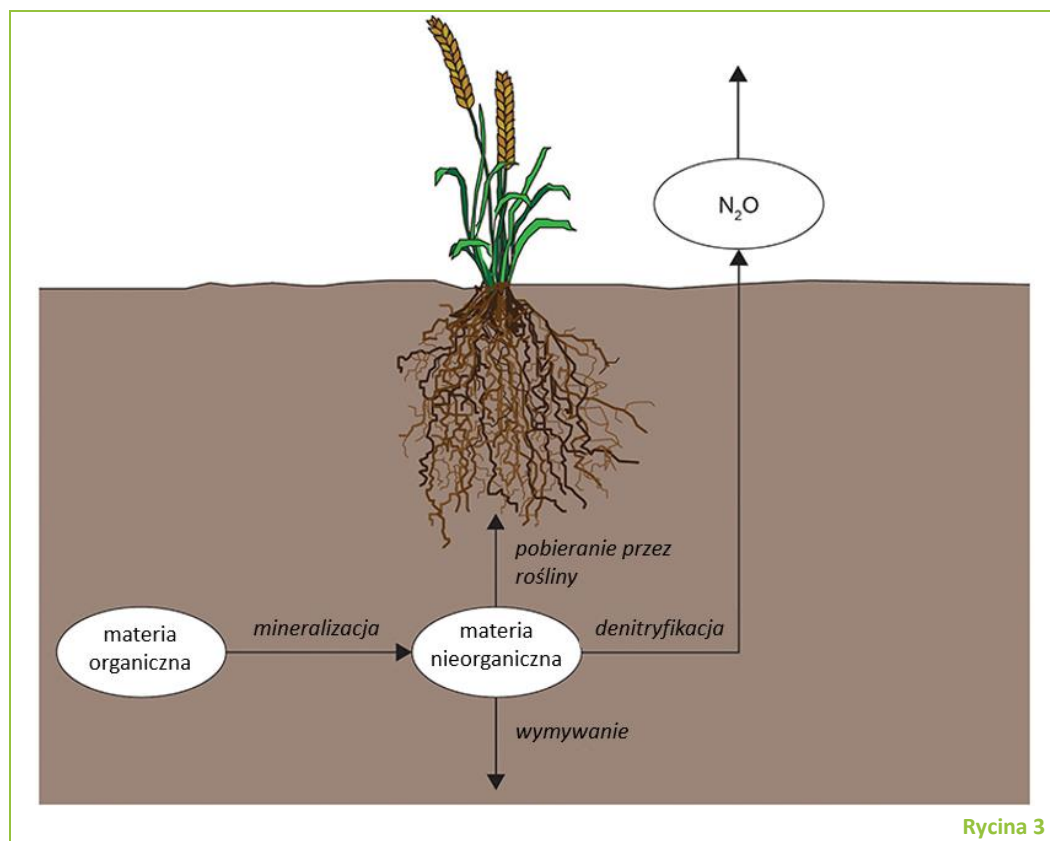
Aby odpowiedzieć na powyższe pytanie, naukowcy przyjrzeni się zależnościom pomiędzy grupami organizmów glebowych i procesom, które te organizmy przeprowadzają. Naukowcy skupili się na dwóch procesach: oddychaniu i obiegu azotu. Kiedy mówimy o małych organizmach, oddychanie jest nazwą procesu, który wykorzystuje tlen i uwalnia dwutlenek węgla, aby wytworzyć energię, której organizmy potrzebują do wzrostu i wykonywania swoich funkcji. Azot jest pierwiastkiem niezbędnym dla wszelkiego życia, w tym dla roślin. Przechodzi on przez środowisko w kilku etapach. Mineralizacja to proces, w którym azot jest uwalniany z organizmów do gleby (Rycina 3), zazwyczaj w momencie ich rozpadu. Azot w glebie może być tracony przez wymywanie, czyli wypłukiwanie z gleby przez wodę, lub przez denitryfikację, w której azot jest zamieniany w gaz zwany podtlenkiem azotu (NO_2) produkowany przez bakterie i ulatniający się z gleby do atmosfery.

NATURALNE ŁĄKI ZWIĘKSZAJĄ ODDYCHANIE GLEBY

Po pierwsze, naukowcy odkryli, że oddychanie organizmów glebowych było wyższe na naturalnych łąkach i tam, gdzie było więcej dżdżownic w glebie. Dżdżownice mieszają glebę, a robiąc to, stymulują aktywność innych organizmów glebowych. Podobnie jak my, kiedy organizmy glebowe stają się bardziej aktywne, muszą więcej jeść i więcej oddychać. Gdy w glebie jest więcej materii organicznej dostępnej jako pożywienie, zwiększa się liczba aktywnych organizmów glebowych. Ponieważ naturalne łąki mają wyższą zawartość materii organicznej niż pola uprawne o średniej i wysokiej intensywności, respiracja była wyższa w tych miejscach.

Rycina 3

Azot jest przekształcany przez sieci pokarmowe w glebie, aby mógł przemieszczać się przez rośliny, wodę lub powietrze. Materia organiczna gleby (obumarłe rośliny i zwierzęta) jest mineralizowana do nieorganicznego azotu poprzez aktywność odżywczą organizmów glebowych. Azot nieorganiczny w glebie może być pobierany przez rośliny i grzyby lub może być tracony z gleby poprzez wypłukiwanie do wód gruntowych lub poprzez przekształcenie w gaz N_2O przez bakterie, w procesie zwanym denitryfikacją.



Rycina 3

WIĘCEJ AZOTU NAPŁYWA DO I Z INTENSYWNIE ZARZĄDZANYCH GOSPODARSTW ROLNYCH

Kiedy naukowcy przyglądali się cyklowi azotu, odkryli, że mineralizacja azotu była wyższa w sieciach pokarmowych z silniejszym bakteryjnym kanałem energetycznym (zobacz: sieć pokarmowa gleby w słowniczku). Bakterie są często bardzo liczne na obszarach o intensywnym użytkowaniu gleby, gdzie szybko rosną i szybko umierają, uwalniając azot z ich tkanek do gleby.

Po zmierzeniu ilości zmineralizowanego azotu, który został uwolniony do gleby, naukowcy chcieli wiedzieć, jak użytkowanie gleby wpłynęło na to, gdzie azot poszedł dalej. Stwierdzili, że w obszarach o mniej intensywnym użytkowaniu gruntów, gdzie było dużo grzybów mikoryzowych arbuskularnych, było mniej wymywania azotu do wody, co oznacza, że więcej azotu pozostało w glebie, gdzie rośliny mogą go używać. Rolnicy chcą ograniczyć ilość wymywanego azotu, tak, aby większość azotu mogło być używane przez rośliny uprawne, zamiast uciekać z pól. Arbuskularne grzyby mikoryzowe są specjalną grupą grzybów, które dołączają do korzeni roślin i pomagają roślinie podjąć składniki odżywcze, w tym azot. Grzyby te mogą pobierać azot z gleby i zapobiegać jego utracie poprzez wymywanie. Tak więc, obecność grzybów mikoryzowych arbuskularnych może być dobrym wskaźnikiem zmniejszonego wypłukiwania w różnych rodzajach użytkowania gruntów.

Aby ocenić wielkość denitryfikacji, naukowcy zmierzili stężenie gazowego podtlenku azotu (N_2O). Stwierdzili niższe stężenie N_2O w miejscach, gdzie występowała zwiększona liczba wiciowców - małych stworzeń, które używają ogona do napędzania się w wodzie znajdującej się w glebie i które

zjadających bakterie. Co ważne, denitryfikacja nie jest w rzeczywistości wykonywana przez wiciowce, ale przez konkretną grupę bakterii. Ponieważ liczebność wiciowców wzrosła w miejscach, gdzie bakterie denitryfikacyjne nie występowały licznie, możemy wykorzystać ich liczebność jako ważny wskaźnik innych procesów (np. denitryfikacji) i organizmów glebowych (np. bakterii denitryfikacyjnych). Zrozumienie, co dzieje się w glebowych sieciach pokarmowych z niskimi stężeniami bakterii denitryfikacyjnych jest ważne, ponieważ kiedy azot opuszcza glebę jako N_2O , może pogorszyć zmiany klimatyczne. N_2O jest gazem cieplarnianym, który jest 314 razy silniejszy niż CO_2 !

ZWIĘKSZENIE RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ GLEBY W CELU ZMINIMALIZOWANIA SKUTKÓW INTENSYWNEGO ROLNICTWA

Pytanie o "właściwy" sposób wykorzystania gleby pod uprawę warzyw i innych roślin jest nieustającą debatą naukową i społeczną. Jak człowiek może produkować zdrową i wystarczającą ilość żywności dla miliardów ludzi przy minimalnym wpływie na planetę? Naukowcy odkrywają, że organizmy glebowe są wrażliwe na zmiany, jakie człowiek wprowadza do środowiska. Praktyki rolnicze nie wpływają tylko na pojedyncze organizmy, ale na złożoną sieć interakcji pomiędzy gatunkami. Zmiany w tej sieci interakcji wpływają na to, jak energia przepływa przez ekosystem, które składniki odżywcze są zatrzymywane, a które tracone, i jak rolnicy będą musieli polegać na nawozach i pestycydach. Podczas gdy intensywne użytkowanie gruntów zajmuje mniejszą powierzchnię, co jest pozytywne, powoduje również wiele negatywnych skutków, ponieważ zmniejsza bioróżnorodność gleby i zwiększa straty składników odżywczych i węgla. W przeciwieństwie do tego, użytkowanie gruntów o mniejszej intensywności daje mniejszą ilość plonów, ale jest bardziej przyjazne dla środowiska. Tak więc, jednym z rozwiązań jest przywrócenie bioróżnorodności gleby na obszarach intensywnego użytkowania ziemi, aby uczynić je mniej zależnymi od nawozów i pestycydów, co jest dobre dla środowiska, a tym samym dla ludzi. Zatem, jeśli masz możliwość uprawiania własnych warzyw, będziesz chronić środowisko, ponieważ nie będziesz ich produkować za pomocą intensywnych praktyk rolniczych. Jeśli nie możesz posadzić swoich warzyw, nadal możesz chronić środowisko, jeśli możesz kupić warzywa i inne uprawy, które nie są produkowane na intensywnych polach uprawnych. Krok po kroku możemy sprawić, że nasza planeta będzie coraz zdrowszą.

ARTYKUŁ ORYGINALNY

de Vries, F. T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjørnlund, L., et al. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110:14296–301. doi: 10.1073/pnas.1305198110

LITERATURA

1. de Vries, F. T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjørnlund, L., et al. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110:14296–301. doi: 10.1073/pnas.1305198110
2. Tsiafouli, M. A., Thébault, E., Sgardelis, S. P., de Ruiter, P. C., van der Putten, W. H., Birkhofer, K., et al. 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Glob. Change Biol.* 21:973–85. doi: 10.1111/gcb.12752

ZREDAGOWANY PRZEZ: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

ŹRÓDŁO: Hines J and De Vries F (2020) Dirt Is Not Dead: How Land Use Affects the Living Soil. *Front. Young Minds.* 8:549486. doi: 10.3389/frym.2020.549486

KONFLIKT INTERESÓW: Autorzy deklarują, że badania zostały przeprowadzone przy braku jakichkolwiek komercyjnych lub finansowych relacji, które mogłyby być interpretowane jako potencjalny konflikt interesów.

COPYRIGHT © 2020 Hines and De Vries. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

MŁODY KRYTYK



KONSTANTIN, WIEK: 14

Olá, eu sou Konstantin, a sua Mentre Jovem aqui! Eu sou de Rousse, Bulgária e desde pequeno tinha perguntas como: para que serve a reciclagem, etc. Agora, como adolescente, entrei realmente na ecologia e decidi ajudar na sensibilização de alguns dos problemas do nosso mundo como a poluição do ar, a extinção de espécies e o desmatamento. Se eu, um estudante comum, posso fazer a diferença, você também pode - então o que está esperando meu jovem leitor!

AUTORKI



JES HINES

Jes jest ekolożką pracującą w niemieckim Centrum Integracyjnych Badań nad Różnorodnością Biologiczną (iDiv). Jej badania skupiają się na tym, jak różnorodność biologiczna reaguje na zmiany w środowisku. Interesuje ją to, jak rozwijają się złożone systemy i jak gatunki wpływają na przepływ składników odżywczych, energii i informacji przez ekosystemy.



FRANCISKA DE VRIES

Franciska De Vries jest profesorką na Uniwersytecie w Amsterdamie. Jej badania koncentrują się na zrozumieniu, w jaki sposób interakcje pomiędzy roślinami i mikrobami glebowymi i mikroorganizmami glebowymi odpowiadają na zmiany klimatu i jak to wpływa na funkcjonowanie ekosystemu.

TŁUMACZKA

DOMINIKĘ SIEGIEDĘ

Instytut Agrofizyki, Polska Akademia Nauk