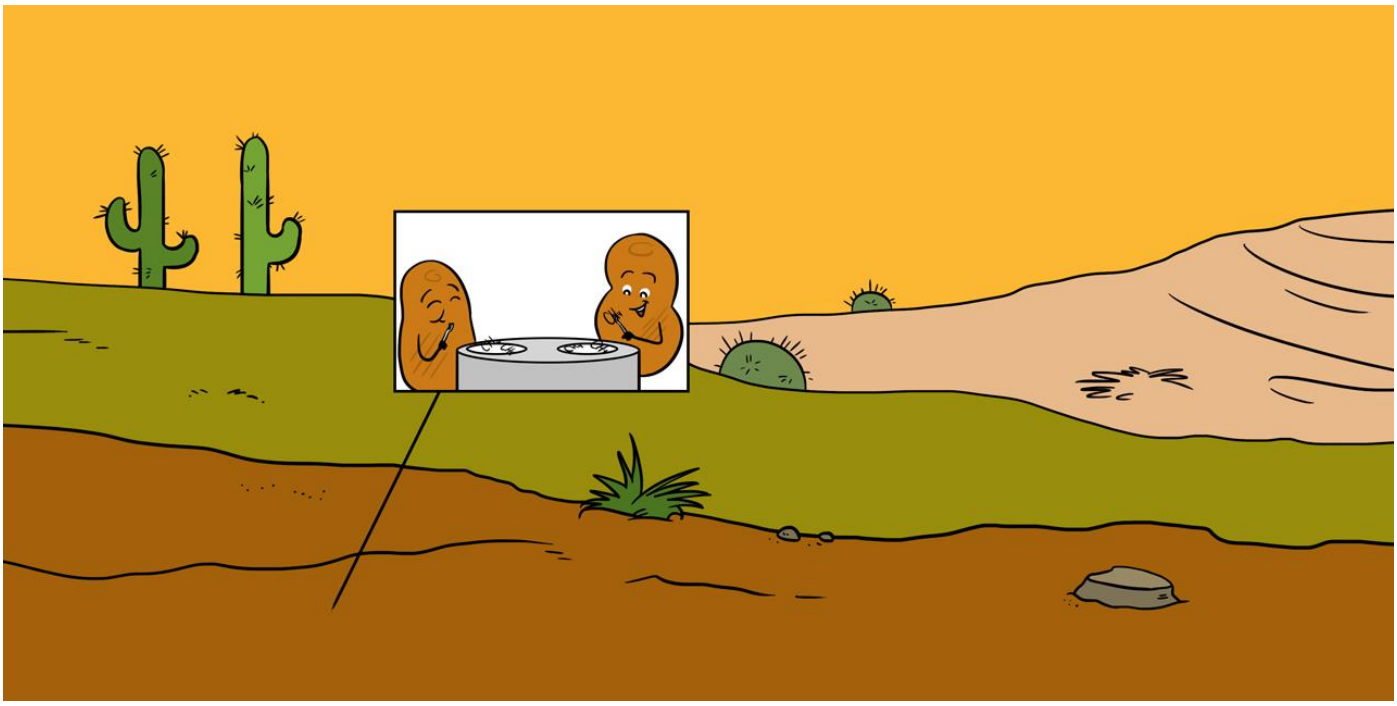
frontiers FOR YOUNG MINDS

Translated by Raghad S. Mouhamad.



هل يمكن للبكتيريا المتغذية على الميثان في الأراضي الجافة أن تساعدنا في تقليل الغازات الدفيئة؟

Angela Lafuente[1,2*], Concha Cano-Díaz[1]

[1] Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Spain

[2] College of Forest Resources and Environmental Science, Michigan Technological University, Houghton, MI, United States, Singapore

المراجع الشاب

SEBASTIAN

ÂGE: 10

ما هي الأرض الجافة؟ أول شيء قد يتبادر إلى ذهنك هي مكان شبيه بالصحراء حيث لا يمكن لأي شيء أن يعيش أو ينمو. على الرغم من ندرة الماء ، فإن النظم البيئية الجافة متنوعة وسوف تتوسع بسبب التغير المناخي العالمي. السبب الرئيسي للاحتباس الحراري هو زيادة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. لحل هذه المشكلة ، نحتاج بشكل واضح إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة ، ولكن دراسة الميكروبات في الطبيعة تعطينا أدلة مثيرة للاهتمام على كيفية التعامل مع مشكلة الاحتباس الحراري. تعيش الميكروبات في جميع بيئات الأرض الممكنة ، ولحسن الحظ يمكن لبعضها حتى أخذ غازات الدفيئة من الهواء كطعام لها! في هذه المقالة ، نصف بحثنا على التربة العالمية عن بكتيريا يمكنها استهلاك واحد من أقوى غازات الدفيئة ، الميثان .(CH_4) على عكس ما كان متوقعًا ، وجدنا أن هذه البكتيريا تعيش في الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم!

أكبر نظام بيئي بري على الأرض: الأراضي الجافة

تتميز الأراضي الجافة بندرة الأمطار وبالتالي لا تحتوي على نباتات خضراء. ومع ذلك ، تغطي الأراضي الجافة مجموعة كاملة من النظم البيئية المختلفة، من أكثر مكان جاف على الأرض، صحراء أتاكاما الحارة في تشيلي، إلى غابات الأوكالبتوس المورقة في أستراليا حيث يعيش الكوالا. تحتوي النظم البيئية للأراضي الجافة أيضًا على عدد هائل من الكائنات الحية، والعديد منها هي نباتات وحيوانات تعيش فقط في الأراضي الجافة وقد تكيفت مع الظروف القاسية. تعتبر الأراضي الجافة أكبر نظام بيئي بري، وتشغل ما يقرب من نصف سطح الأرض (45٪) وتعتبر موطنًا لأكثر من40 ٪ من سكان العالم. لذلك ، يمكنك أن ترى لماذا تعتبر الأراضي الجافة مناطق مهمة للغاية على سطح الأرض للبحث.

الشكل1

الشكل 1

لطرق التي نتبعها للعثور على ودراسة التربة الميثانوتروفات. نحن اخترنا الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم و أخذنا عينات من التربة.
حللنا خصائص تلك التربة، مثل محتوى المادة العضوية ودرجة الحموضة . نحن استخرجنا المعلومات الوراثية (الحمض النووي) للبكتيريا لموجودة في التربة. دراسة الحمض النووي، حصلنا على معلومات حول الوفرة والغنى، وهيكل المجتمع من الميثانوتروفات من كل عينة من لتربة ثم استخدمنا الرياضيات لمعرفة ما هي أكثر الظروف المهمة للتربة أو المناخ للميثانوتروفات .

لا حيوي

عوامل غير حيوية في البيئة تشمل درجة الحرارة والماء والضوء.

الجفاف

العلاقة الرياضية بين كمية الهطول (المطر أو الضباب أو الثلج) وتبخر الماء. تصف مدى نقص الماء في نظام بيئي.

وفرة

عدد الأفراد من نوع معين الموجودين في بيئة.

الكائنات الحية والمواد غير الحية في البيئة، مثل النباتات والماء، مرتبطة ارتباطا وثيقا بدورات في الطبيعة. تسمى هذه المواد غير الحية بالعوامل **لا حيوية**. الماء ضروري لجميع العمليات المتعلقة بالحياة، من نمو النباتات إلى تطور مجتمعات الميكروبات في التربة. لذلك، الماء هو أهم عامل غير حي في النظام البيئي. نقيس توافر الماء في النظام البيئي بقياس يسمى **الجفاف**، وهو علاقة رياضية بين كمية الهطول (المطر أو الضباب أو الثلج) وتبخر الماء. كلما كان هناك ماء أقل متاحًا، كلما كان المكان أكثر جفافًا (شكل 1-1).

في الأراضي الجافة، حيث لا يتوفر الماء دائمًا، تتأثر الدورات الطبيعية بين الكائنات الحية والمواد غير الحية بشكل كبير. عندما لا يكون هناك ماء من المطر وتنخفض الرطوبة، يؤثر هذا على دورات الكربون (C) والنيتروجين(N) ، مما يقلل من **وفرة** هذه العناصر في التربة، مما يؤثر على النباتات والحيوانات والميكروبات. كل هذا يجعل الأراضي الجافة معرضة للغاية للتغير المناخي المستمر.

بكتيريا التربة والميثان

تحيط بالأرض طبقة غازية تسمى الغلاف الجوي، والتي تحمينا من الإشعاع الشمسي وتساعد على الحفاظ على درجة حرارة الأرض الإجمالية. المكونات الرئيسية للغلاف الجوي هي النيتروجين (78%) والأكسجين (21%)، ولكن هناك العديد من الغازات الأخرى في الغلاف الجوي أيضًا. بعض الغازات الجوية، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبخار الماء، هي غازات الدفيئة، وتسمى بذلك لأنها تحبس حرارة الشمس، وتعمل مثل الزجاج في الدفيئة. تسمح غازات الدفيئة بوصول ضوء الشمس إلى سطح الأرض ولكنها تمنع خروج الحرارة من الغلاف الجوي. هذا الاحتباس للحرارة يسهم في التغير المناخي.

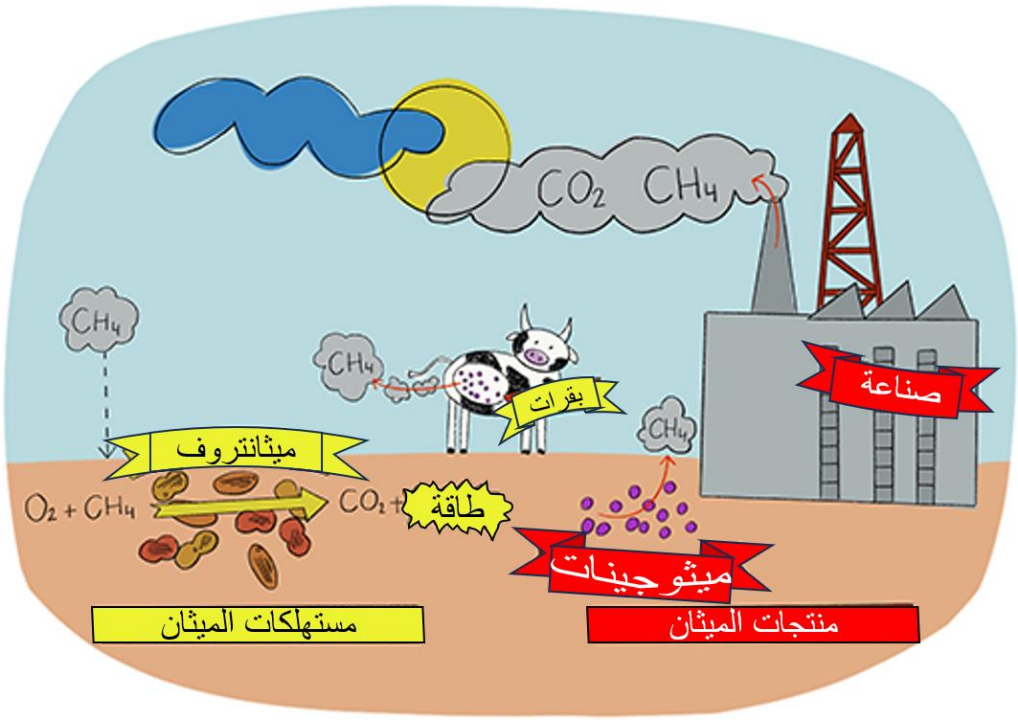
أكثر غازات الدفيئة المنتجة بشريًا وفرة في الغلاف الجوي هو CO_2 ، والذي ينبعث من حرق الوقود الأحفوري. ومع ذلك، فإن ثاني أهم غاز يساهم في الاحتباس الحراري هو الميثان (CH_4) الميثان (شكل 2) هو جزيء بسيط يتكون من ذرة واحدة من الكربون C وأربع ذرات من الهيدروجين (H) تأثير التسخين لجزيء واحد من الميثان مساوٍ لجزيئات من CO_2 ، مما يجعله غاز دفيئة قوي جدًا.

يتم إنتاج الميثان بواسطة **الميثانوجينات**، وهي مجموعة من الميكروبات التي لا تحتاج إلى الأكسجين للبقاء على قيد الحياة وبالتالي يمكنها العيش في بيئات خالية من الأكسجين مثل حقول الأرز ورواسب البحيرات والأراضي الرطبة. تعيش الميثانوجينات أيضًا في الجهاز الهضمي للحيوانات، مثل معدة الماشية وحتى في البشر! الميثانوجينات مسؤولة عن تجشؤ وتفسخ الحيوانات! تنتج الميثانوجينات أيضًا الميثان أثناء تحلل المادة العضوية، مثل الأوراق أو شظايا الخشب. بالإضافة إلى الزراعة، تطلق أنشطة بشرية أخرى، مثل صناعات النفط والغاز أيضًا كميات كبيرة من الميثان إلى غلافنا الجوي (شكل 2) [1].

الميثانوجينات

مجموعة من الكائنات الدقيقة التي لا تحتاج إلى أكسجين البقاء على قيد الحياة وبالتالي يمكن أن يعيش في خال من الأوكسجين البيئات. هم ينتج الميثان بينما العضوية لمتحللة لأمر ، مثل الأوراق أو شظايا الخشب..

شك 2
مصادر الميثان الرئيسية



شكل 2

كيفية العثور على الميثانوتروف ودراسته

في بحثنا ، كنا مهتمين بمعرفة ما إذا كانت الميثانوتروف شائعة في ترب الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم ، وما إذا كانت حساسة لظروف المناخ وخصائص التربة ، مثل معظم الميكروبات الترابية. أولاً ، اخترنا مواقع الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم (الشكل 1-1). في كل موقع ، جمعنا معلومات المناخ ، مثل درجة الحرارة السنوية المتوسطة ، وكمية الهطول السنوية ، والجفاف. كما أخذنا عينات من التربة وحللنا خصائصها، مثل كمية المادة العضوية (الكربون العضوي)، ودرجة الحموضة، ومحتوى الرمل (شكل 1-2).

تشير المادة العضوية الترابية العالية إلى أن التربة خصبة، مما يعني أنها تحتوي على العناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات والحيوانات الترابية والميكروبات للنمو. تحليل درجة الحموضة يخبرنا بمدى حموضة التربة. درجة الحموضة هي أحد أهم العوامل التي تنظم نمو بكتيريا التربة. على سبيل المثال، عندما تكون التربة حامضية جدًا مثل الخل، يمكن أن تعيش هناك فقط بكتيريا مقاومة للأحماض محددة. حبيبات التربة قريبة جدًا من بعضها البعض ولكنها تترك أيضًا مسافات لدخول الهواء والماء. يخبرنا كمية الرمل، أكبر نوع من جزيئات التربة، بحجم هذه المسافات الترابية. بهذه الطريقة، يعني محتوى الرمل العالي أن هناك مسافات كبيرة، بحيث يمكن للهواء دخول التربة بسهولة، لكن الماء والعناصر الغذائية يمكن أيضًا أن تستنزف بسهولة. لدراسة **الميثانوتروف** في عينات التربة لدينا، نحتاج إلى المعلومات الوراثية (الحمض النووي) لهذه البكتيريا [2].

أولاً ، نحصل على كل الحمض النووي الموجود في عينات التربة لدينا، من خلال عملية تسمى استخراج الحمض النووي (شكل 1-3). تتم هذه العملية في المختبر باستخدام إنزيمات قوية تكسر الخلايا دون إلحاق ضرر بالمعلومات الوراثية. ثم نحلل الحمض النووي المستخرج لمنطقة محددة موجودة فقط في الميثانوتروف. هذا المقطع من الحمض النووي هو جين يسمى pmoA. يحتوي جين pmoA على التعليمات للبروتين الذي يسمح للميثانوتروف بأكل الميثان الجوي. معرفة تركيز جين pmoA في كل عينة تربة تخبرنا بعدد الميثانوتروف التي كانت تعيش في تلك العينة (شكل 1-4). هناك عدة أنواع متقاربة من الميثانوتروف التي لديها جميعها مشابه من معلومات الحمض النووي، ولكن الأنواع المختلفة لديها اختلافات جينية ضئيلة في الحمض النووي، لذلك يمكننا استخدام الحمض النووي لتحديد الميثانوتروف المختلفة ، مثل بصمة الإصبع (شكل 1-5). تساعدنا دراسات الحمض النووي على الحصول على معلومات حول وفرة (العدد الإجمالي للبكتيريا من نوع معين موجود) ، والغنى (عدد أنواع مختلفة من البكتيريا الموجودة)، وبنية المجتمع (أنواع مختلفة من البكتيريا ووفرة كل نوع) من الميثانوتروف من كل عينة تربة (الشكل 3). بعد ذلك ، نستخدم الرياضيات لمعرفة أي من ظروف التربة أو المناخ هي الأكثر أهمية بالنسبة للميثانوتروف (شكل 1-6).

شكل3

استخراج الحمض النووي

إجراء مختبري يتم فيه تكسير الخلايا لإطلاق المادة الوراثية (DNA)التي تحتويها بداخلها ، دون الإضرار بالحمض النووي.

ميثانوتروفس

مجموعة من الكائنات الدقيقة التي قادرون على استخدام ما يصل الميثان مصدر الكربون و طاقة. هم أكلة الميثان.

شكل 3

يمكن وصف المجتمعات الميكروبية باستخدام ثلاث خصائص.الوفرة هي العدد الإجمالي للبكتيريا الموجودة من نوع معين.الثراء هو عدد الأنواع المختلفة من البكتيريا الموجودة في البيئة. يصف هيكل المجتمع عدد أنواع البكتيريا الموجودة ومدى وفرة كل نوع.

حيث يعيش الميثانوتروف

لم نكن متأكدين من إمكانية العثور على الميثانوتروف في الأراضي الجافة ، لأن هذه الميكروبات تحتاج إلى الميثان للعيش والأراضي الجافة ليست النظام البيئي النموذجي لإنتاج الميثان. لذلك ، كان العثور على الميثانوتروف في جميع عينات التربة الجافة لدينا مكتشفًا استثنائيًا! يمكننا الآن القول أن الميثانوتروف موزعة على نطاق واسع في الأراضي الجافة العالمية. بشكل مفاجئ ، وجدنا حتى بعض الميثانوتروف التي توجد عادة في أماكن رطبة ، مثل الدنمارك واسكتلندا أو نيوزيلندا. وجدنا أيضًا أن درجة الحرارة السنوية المتوسطة والجفاف في الأراضي الجافة ليستا الشروط الرئيسية التي تؤثر على وفرة وغنى الميثانوتروف (شكل 3). قد تكون الوفرة **والغنى** او الثراء مدفوعة بعوامل أخرى ، مثل سقوط الأمطار. ومع ذلك ، فإن الظروف المناخية مثل درجة الحرارة السنوية المتوسطة وسقوط الأمطار والجفاف وخصائص التربة ، مثل المادة العضوية ودرجة الحموضة ومحتوى الرمل ، تؤثر على **هيكل مجتمع** او تركيب المجاميع الميثانوتروف. على سبيل المثال ، زادت درجات الحرارة العالية من وفرة بعض الميثانوتروف المقاوم للحرارة. بعبارة أخرى ، تلك الأراضي الجافة ذات درجات الحرارة العالية ، قد تحتوي مجتمعات الميثانوتروف على المزيد من الميثانوتروف المقاوم للحرارة. تؤثر الظروف المناخية أيضًا على خصائص التربة ، على سبيل المثال من خلال تشجيع تحلل الصخور ، مما يزيد من محتوى الرمل ، أو من خلال تعديل درجة حموضة التربة والمادة العضوية. تؤثر هذه خصائص التربة على كمية الهواء التي يمكن أن تدخل إلى التربة ، والتي وجدناها مهمة جدًا لهيكل مجتمع الميثانوتروف.

ثراء
عدد الأنواع (أنواع مختلفة) من الكائنات الحية الموجودة في البيئة.

هيكل المجتمع

الجمع بين الثراء والوفرة في المجتمع.

ماذا تعلمنا من الميثانوتروف في الأراضي الجافة؟

كما وجدنا ، الميثانوتروف وفيرة ومنتشرة على نطاق واسع في الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم. تؤثر كل من المناخ والتربة على مجتمعات الميثانوتروف. علاوة على ذلك ، وجدنا أن هيكل مجتمع البكتيريا المتغذية على الميثان يعتمد بشكل كبير على الظروف المناخية، مثل كمية سقوط الأمطار ودرجة الحرارة، وخصائص التربة مثل محتوى المادة العضوية في التربة.

لأننا وجدنا أن المناخ يؤثر على الميثانوتروف، نتوقع أن التغير المناخي الجاري سيعدل مجتمعات الميثانوتروف في السنوات القادمة، مما يؤثر على استهلاك الميثان الجوي. حتى الآن كنا نعلم أن الميثانوتروف يعيش في أماكن باردة ورطبة، والتي ستتأثر بالتأكيد بالتغير المناخي. قد تجعل كمية الأرض الشاسعة التي تغطيها الأراضي الجافة والعديد من الميثانوتروف التي تحتوي عليها هذه المناطق مهمة للغاية لاستهلاك الميثان الجوي في المستقبل. وبعبارة أخرى ، يمكن لبكتيريا الأراضي الجافة أن تساعدنا في تقليل الغازات المسببة للاحتباس الحراري! الاهتمام الجيد بالأراضي الجافة الآن ومواصلة دراسة المعجزات المخفية التي تحتوي عليها مهم للتعامل مع كوكبنا الأكثر دفئًا في المستقبل. يمكن للبكتيريا المتغذية على الميثان في الأراضي الجافة أن تساعدنا

المصدر الاصلي للبحث

Lafuente, A., Bowker, M. A., Delgado-Baquerizo, M., Durán, J., Singh, B. K., and Maestre, F. T. 2019. Global drivers of methane oxidation and denitrifying gene distribution in drylands. Glob. Ecol. Biogeogr. 28:1230–43.
doi: 10.1111/geb.12928

المراجع

[1] Cadena, S., Cervantes, F., Falcón, L., and García-Maldonado, J. 2019. The role of microorganisms in the methane cycle. Front. Young Minds 7:133. doi: 10.3389/frym.2019.00133

[2] Schallenberg, L., Wood, S., Pochon, X., and Pearman, J. 2020. What can DNA in the environment tell us about an ecosystem? Front. Young Minds 8:150. doi: 10.3389/frym.2019.00150

EDITED BY: Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITATION: Lafuente A and Cano-Díaz C (2021) Can Methane-Eating Bacteria in Drylands Help Us Reduce Greenhouse Gases?. Front. Young Minds. 9:556361. doi: 10.3389/frym.2021.556361

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construedas a potential conflict of interest.

COPYRIGHT © 2021 Lafuente and Cano-Díaz. 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.

المراجع الشاب

SEBASTIAN, ÂGE: 10
I like sports, reading, math, and animals.

المؤلفان

ANGELA LAFUENTE
I am currently a post-doc at Michigan Technological University, working on carbon cycling in tropical peatlands. I am an ecologist interested in understanding how global change affects soil microorganisms and greenhouse gas fluxes. In my free time, I enjoy the nature going on a hike, cycling, or skiing. *ellyon.diebrunnen@gmail.com

CONCHA CANO-DÍAZ
I am a biologist finishing my Ph.D. at Universidad Rey Juan Carlos (Spain). My research is focused on the distribution and ecological preferences of soil cyanobacteria. I am currently studying the effects of climate change and soil formation processes on cyanobacterial communities around the world. I love to make scientific illustrations and in my free time I enjoy playing music with the ukulele and singing in the choir.

المترجم

RAGHAD S. MOUHAMAD
Soil and Water Resources Center, Ministry of Sciences and Technology, Baghdad, Iraq.

Research and Academic Experience: She has several years of research and academic experience in Biotechnology Environment/plant biology.

Research Specialization: Her area of research includes plant genetic engineering/ soil-plant biotechnology.

Number of Published papers: She has published 137 research articles in several reputed journals.

Research area: Her area of research includes sustainable Agriculture; Soil Fertility; Water Quality; Organic Farming; Transgenic Plants; Biotechnology; Cell Biology; Arabidopsis thaliana Transgenes.

FUNDING (TRANSLATION)
The team Translating Soil Biodiversity acknowledges support of the German Centre for integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig funded by the German Research Foundation (DFG FZT 118, 202548816).