الأرض ومواردها
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021
doi: 10.3389/frym.2017.00001-ar

"الماء المغلي ليس ساخنًا للغاية بالنسبة لنا!" - مواطن العيش المفضلة للميكروبات المحبة للحرارة

Skander Elleuche[1*†], Carola Schröder[1†], Nadine Stahlberg[2] and Garabed Antranikian[1]
[1]Institute of Technical Microbiology, Hamburg University of Technology (TUHH), Hamburg, Germany
[2]Center for Teaching and Learning (ZLL), Hamburg University of Technology (TUHH), Hamburg, Germany

هل ترغب في الاستمتاع بالبقاء على الشاطئ في يوم صيفٍ حار؟ أتحب الاستمتاع بأخذ حمام شمس، والاسترخاء، ولعب ألعاب الشاطئ؟ إذا كان الطقس حارًا للغاية، فيمكنك تهدئة نفسك بسرعة في مياه المحيط الفاترة. هل يمكنك تصديق أن هناك كائنات حية على كوكبنا ستظل تشعر بالبرد الشديد في أكثر أيام السنة سخونة؟ يُطلق على هذه المخلوقات الدقيقة اسم الميكروبات المحبة للحرارة، وهي لا تستطيع النمو في درجات حرارة أقل من 50 درجة مئوية، لكنها تشعر بالراحة في المياه المغلية الموجودة بالقرب من البراكين الموجودة بقاع المحيط أو في ينابيع المياه الساخنة. فهل لك أن تتخيل أن معظم هذه الأماكن الساخنة لا تقع في الصحراء، بل على الجزر البركانية في المحيط الأطلسي وبالقرب من القطب الشمالي؟ وهل لديك فكرة عن مدى أهمية هذه الميكروبات للاستخدام في الصناعة وفي المختبرات العلمية؟

المراجعون الصغار:

ECOLE MOSER GENÈVE

العمر:13-15

هل تعلم أن هناك ميكروبات تعيش في أماكن غير مريحة تمامًا على كوكبنا؟

إن أصغر الكائنات الحية، التي تسمى **بالميكروبات أو الكائنات الحية الدقيقة**، غير مرئية للعين المجردة [1]. كان عالم الأحياء الدقيقة الهولندي Antoni van Leeuwenhoek أول من يرى الخلايا الميكروبية تحت المجهر قبل أكثر من 300 عام. عالم الأحياء الدقيقة هو عالم يدرس الميكروبات. يمكن العثور على الميكروبات بشكل أساسي في كل مكان على كوكب الأرض، وتستعمر هذه الكائنات الحية الدقيقة التربة والمياه والهواء بالكامل، كما نجد هذه الكائنات في الغذاء أو الحيوانات أو حتى في أجسامنا. وبالمناسبة، يوجد في الجهاز الهضمي لكل منا - سواء رجل أم امرأة أو حتى طفل - خلايا ميكروبية يفوق عددها عدد خلايا الجسم بأكمله؛ كما توجد بالطبع بعض الميكروبات التي يمكن أن تتسبب في أمراض شديدة بما في ذلك الإسهال والإنفلونزا، ولكن معظم الميكروبات ليست ضارة للبشر. بل في الواقع، يتم استخدام بعض الميكروبات لإنتاج الزبادي أو الجبن أو لمعالجة مياه الصرف الصحي. تنمو بعض الميكروبات بشكل أفضل في الظلام، ويفضل بعضها العيش في المساحات الخالية من الأكسجين، ويفضل غيرها السكريات الموجودة في الفواكه أو البيئات كريهة الرائحة على سطح الجبن وداخله.

الميكروبات/الكائنات الحية الدقيقة (MICROBES/ MICROORGANISMS)

كائنات حية وحيدة الخلية بصفة أساسية، بما في ذلك البكتيريا وبعض الطحالب والفطريات. تُعد خميرة الخبز مثالاً على الفطريات وحيدة الخلية.

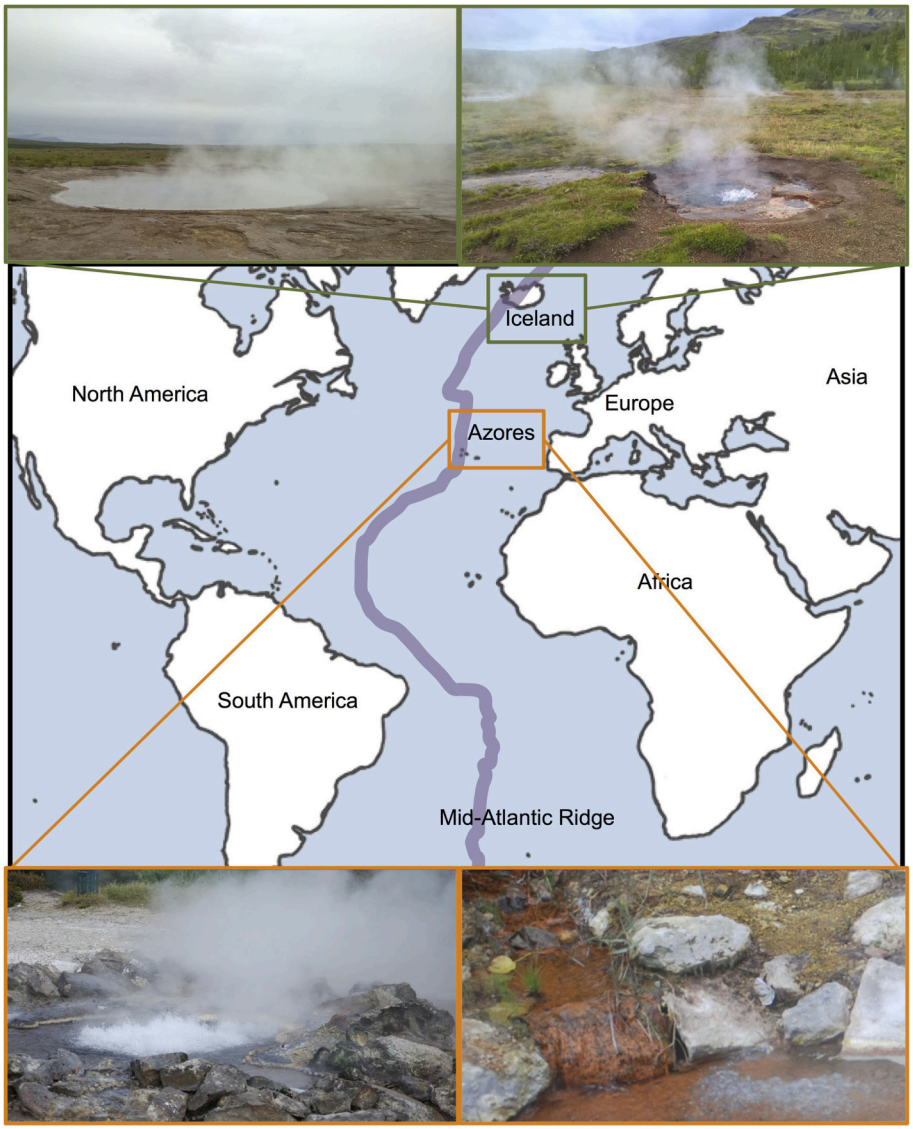
ومع ذلك، فليس من المثير للإعجاب أن تكون الميكروبات قادرة على الصمود في المحيط أو في درجة حرارة الجسم المقبولة عند درجة حرارة 37 مئوية، ولكن هناك مجموعات من الميكروبات المذهلة التي تستعمر أكثر الأماكن إثارة للدهشة على كوكب الأرض. فمن المثير للاهتمام أنه يمكن لهذه الميكروبات أن تنمو في ظل مختلف أنواع الظروف القاسية، وهي تمثل على الأغلب أقدم أشكال الحياة الموجودة على كوكب الأرض. كانت هذه الميكروبات هي أول الكائنات التي تكيفت مع أنماط الحياة القاسية، وتستعمر اليوم أماكن لا تدعم أي شكل آخر من أشكال الحياة، ويُطلق على هذه الكائنات الحية اسم *الكائنات آليفة الظروف القاسية "extremophiles"* (*بمعنى أنها تحب الظروف القاسية*). السؤال التالي الذي يحتاج إلى إجابة هو: أين نجد هذه الكائنات الحية المحبة للحرارة؟

أين تعيش الميكروبات المحبة للحرارة الشديدة؟

غالبًا ما تقع المناطق الأكثر حرارة على كوكب الأرض بالقرب من البراكين على سطح الأرض وفي أعماق المحيطات. مرتفع وسط المحيط الأطلسي هو سلسلة من المرتفعات الموجودة تحت سطح الماء وهو يمثل الحد الفاصل بين الألواح الصخرية العملاقة على طول قاع المحيط الأطلسي (الشكل 1). ويُطلق على هذه الألواح الصخرية اسم الصفائح التكتونية، وهي ضخمة للغاية بحيث تقع صفيحة أمريكا الشمالية تحت كوبا والولايات المتحدة وكندا وجرينلاند، بينما تقع صفيحة أوراسيا تحت أوروبا ومعظم آسيا. وقد ظهرت، في عدة مواقع، جزر بركانية جميلة من قاع المحيط بعد فترة زمنية طويلة للغاية، وتُسمى إحدى هذه الجزر البركانية في المحيط الأطلسي جزر الأزور. تقع جزر الأزور في المنتصف تقريبًا بين الولايات المتحدة والبرتغال، بينما يمكن العثور على آيسلندا في أقصى الشمال بين جرينلاند والنرويج، وتكون هذه الجزر مغطاة **بينابيع مياه ساخنة**، تصل فيها المياه الساخنة من باطن الأرض إلى سطح الأرض. تفرغ الينابيع الساخنة المياه الساخنة بشكل طبيعي، ويحدث ذلك لوجود الكثير من الحرارة الموجودة عميقًا تحت سطح الأرض وتتدفق المياه في هذه المناطق العميقة قبل أن تصل إلى السطح. إذا ذهبت في نزهة على جزر الأزور، فسترى أن المياه تتبخر وتغلي باستمرار (الشكل 1).

ينبوع المياه الساخنة (HOT SPRING)

ينبوع تصل فيه المياه الساخنة من باطن الأرض إلى سطح الأرض؛ يمكن أن تكون درجة حرارة المياه في هذه الينابيع من معتدلة إلى عالية، وهو ما يؤدي إلى غليان المياه.



شكل 1

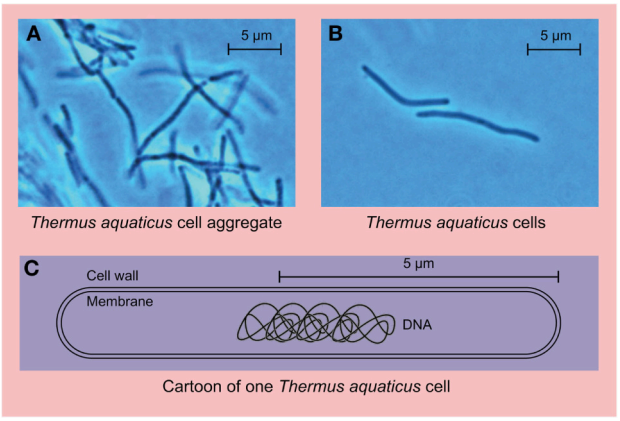
خريطة وبعض المواطن التي تعيش فيها بعض الميكروبات المحبة للحرارة في جزر الأزور وأيسلندا. يقع مرتفع وسط المحيط الأطلسي في المحيط الأطلسي حيث تتصادم الصفائح التكتونية الأمريكية والأوراسية والأفريقية على نحو بطئ، وهو موضح بالخط الأرجواني في الشكل. كما تظهر بالشكل مواقع الجزر البركانية، وهي جزر الأزور وأيسلندا، وتظهر صور بعض ينابيع المياه الساخنة في آيسلندا في المربع الأخضر، وتظهر الأمثلة من ساو ميغول بجزر الأزور في المربع البرتقالي.

يمكن العثور على معظم ينابيع المياه الساخنة **والفوارات الحارة** التي تقذف المياه الساخنة والبخار على هيئة نافورة في منتزه يلوستون الوطني في وايومنغ بالولايات المتحدة الأمريكية، فهذا هو المكان الذي اكتشف فيه عالم الأحياء الدقيقة Thomas Brock أول ميكروبات محبة للحرارة قبل 50 عامًا تقريبًا؛ وحتى ذلك الحين، كان يعتقد العلماء حول العالم أن تلك البيئات الساخنة لابد أن تكون معقمة، وهذا يعني خلوّها من الكائنات الحية، وذلك لأن درجات الحرارة المرتفعة قد تقتل جميع أشكال الحياة. قام Thomas Brock بعزل أول ميكروب محب للحرارة ووصفه وأطلق عليه الاسم الجميل ''المستحرة المائية'' (*Thermus aquaticus*) [2] (الشكل 2). نظرًا لعدم وجود أسماء لمعظم الميكروبات باللغة الإنجليزية، فسنستخدم الأسماء العلمية في هذا المقال، والتي سيتم شرحها بالتفصيل (المربع 1).

الفوارة الحارة

ينبوع مياه ساخنة يطلق عادة الماء الساخن والبخار على هيئة نافورة. تقع معظم الفوارات الحارة (حوالي 50%) في متنزه يلوستون الوطني في وايومنغ بالولايات المتحدة الأمريكية.

يوضح الاسم *T. aquaticus* أن هذا الميكروب هو كائن محب للحرارة (فكلمة *thermos* تعني ساخنًا باليونانية) وتم العثور عليه في الماء (كلمة *aqua* تعني الماء باللاتينية). تُوجد المستحرة المائية في العديد من ينابيع المياه الساخنة في منتزه يلوستون الوطني وأماكن أخرى تصل درجات الحرارة



شكل 2

رسم توضيحي لميكروب المستحرة المائية.
A. صورة مجهرية لخلايا تم استنباتها بكثافة عالية. **B.** خليتان منفردتان. **C**. رسم كارتوني يبرز تركيب الخلية. تجدر الإشارة إلى أن 1 ميكرومتر يساوي جزء واحد من المليون في المتر.

بها حوالي 70 درجة مئوية. ومن المثير للاهتمام أن هذا الميكروب يتجمد عند 40 درجة مئوية ولا يمكنه النمو في درجات حرارة أقل من ذلك، وتعتبر درجات الحرارة التي تزيد عن 79 درجة مئوية مميتة لهذا الميكروب. على الرغم من أن Thomas Brock وجد أول ميكروب محبًا للحرارة، فإنه لم يستطع العثور على

المربع 1 - لغز الأسماء العلمية

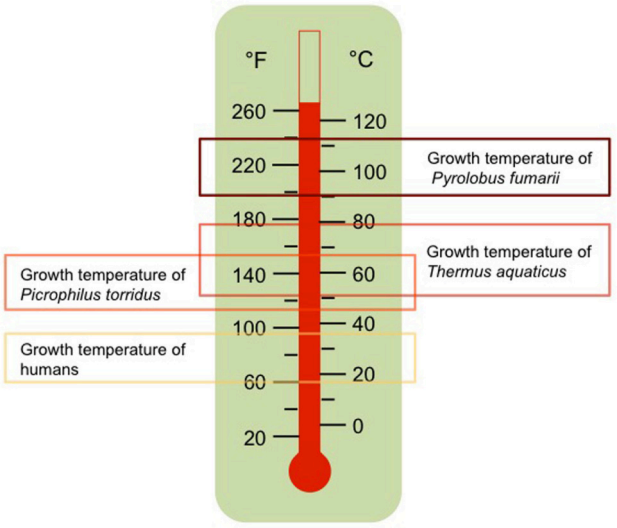
غالبًا ما يستخدم العلماء كلمات يصعب فهمها، بما في ذلك الأسماء اللاتينية أو اليونانية للكائنات الحية المعروفة. حسنًا، إنه من السهل للغاية فهم أن *Rattus rattus* ''الجرذ الأجرذ'' هو الاسم العلمي للجرذ الأسود. *Hippopotamus amphibius* هو فرس النهر، كما أنه من السهل معرفة أن *Gorilla gorilla* هي الغوريلا الغربية، ولكن ماذا يعني الاسم *Thermus aquaticus* ؟ تجدر الإشارة إلى أن الكلمة الأولى من الاسم العلمي تشير إلى الجنس أو الفئة التي ينتمي إليها الكائن الحي، ويتم اختصار اسم الجنس باستخدام الحرف الأول في الكتابة العلمية عند استخدامه للمرة الثانية في مقال بهذا الشكل (*T. aquaticus*). والكلمة الثانية في الاسم هي اسم الفصيلة، والتي تشير إلى فصيلة معينة من الكائنات الحية. غالبًا ما يكون هناك العديد من الفصائل الموجودة التي تنتمي إلى الجنس نفسه، على سبيل المثال، *Rattus norvegicus* ''الجرذ النرويجي'' هو الجرذ البني.

ميكروب واحد يمكنه تحمل الماء المغلي. ومع ذلك، أدى اكتشاف المستحرة المائية إلى انطلاق بحث عالمي عن أكثر الكائنات الدقيقة المقاومة للحرارة، وعن أقارب ميكروب المستحرة المائية. ولم يمض وقت طويل حتى تم اكتشاف أنواع أخرى من الميكروبات المحبة للحرارة غير المرتبطة بالمستحرة المائية في أماكن مختلفة على كوكب الأرض. كما أدرك العلماء بشكلٍ سريع أن الميكروبات أليفة الظروف القاسية شائعة للغاية. وهي شائعة للغاية لدرجة تجعل من المستحيل تقدير عدد الفصائل الأخرى التي سيتم اكتشافها في المستقبل.

كما تم التوصل إلى خطوة مهمة أخرى في اكتشاف الميكروبات أليفة الظروف القاسية عندما قدم Karl Stetter الألماني ميكروبًا آخر مثيرًا للاهتمام لمجتمع علم الأحياء الدقيقة. إذ وجد Stetter وفريقه هذا الميكروب في أعماق البحار، حيث يتدفق الماء الساخن من خلال مدخنة من أسفل الصفائح التكتونية، وقد أطلقوا على هذا الميكروب اسم *Pyrolobus fumariii*. يتمتع هذا الميكروب ببنية خلوية غريبة الشكل وذات مظهر متكتل، وتنعكس بنيته الخلوية وتفضيله للحرارة وموطنة البيئي الطبيعي في اسمه: فكلمة *Pyro* هي الكلمة اليونانية للنار، وكلمة *lobus* تعني قلفة (البنية المتكتلة)، و*fumarii* تشير إلى المدخنة التي تطلق الدخان. هذا ويُعد ميكروب *P. fumarii* محبًا للحرارة أكثر من ميكروب المستحرة المائية، وقد أدى اكتشاف *P. fumarii* إلى

شكل 3

ميزان حرارة يشير إلى درجات الحرارة التي يمكن أن تنمو فيها الكائنات الحية المختلفة.



شكل 3

زيادة الحدود القصوى لدرجة الحرارة العليا التي يمكن أن يُوجد بها شكل من أشكال الحياة إلى 113 درجة مئوية، وهي درجة حرارة كافية لجعل المياه في حالة غليان! بينما تعد درجات الحرارة الأقل من ٩٠ درجة مئوية باردة للغاية؛ لدرجة أن الميكروب *P. fumarii* يعجز عن النمو فيها. (الشكل 3) [3].

هل توجد بيئات أخرى لن تكون مريحة بالنسبة لنا ولكنها مريحة بالنسبة للميكروبات؟

البشر لا يحبون درجات الحرارة التي تبلغ حوالي 100 درجة مئوية إلا عند استخدام حمام البخار ويكون ذلك لفترة زمنية قصيرة للغاية، في حين تعيش الميكروبات المحبة للحرارة حياة كاملة في تلك الظروف. ومع ذلك، توجد بيئات طبيعية قاسية أخرى تسكنها الميكروبات الأكثر مقاومة وقدرة على التحمل. تعيش هذه الميكروبات في أعماق البحار، في البحيرات شديدة الملوحة أو في الثلج الجليدي. وهل سبق لك أن سمعت عن الميكروبات التي تفضل العيش في أحماض ساخنة؟

ربما اكتشفت مجموعة Wolfram Zillig (1925–2005) الكائن الحي الدقيق الأكثر إثارة للاهتمام الذي يعيش في ظروف قاسية. إذ يفضل الميكروب *Picrophilus torridus* العيش في درجة حرارة متوسطة السخونة تتراوح بين 55 و65 درجة مئوية، ولكن مقترنة ببيئة حمضية للغاية. في الواقع، قد تكون هذه الظروف مماثلة للعيش في حمض بطارية ساخن ومخفف. تم عزل هذا الميكروب من تربة حمضية وساخنة للغاية في اليابان [4]، يُظهر الاسم العلمي له أيضًا ميوله وأسلوب حياته: *Picros* تعني حمضًا في اللغة اليونانية، و *philos* تعني محبًا، و*torridus* كلمة لاتينية تعني جافًا ومحترقًا.

فضلًا عن ذلك، هناك أيضًا بعض الميكروبات التي تتكيف تمامًا مع البيئات التي يصنعها الإنسان. حيث تنمو في مياه النفايات الصناعية الساخنة أو بالقرب من محطات الطاقة النووية. تم عزل العديد من هذه الميكروبات في تشيرنوبل، موقع حادثة محطة الطاقة النووية المريع في عام 1986. تعرضت هذه الميكروبات إلى إشعاع خطير ومهدد للحياة، ولكنها تمكنت من تحويل الإشعاع إلى طاقة تستخدمها للنمو [5].

هل يمكن استخدام الميكروبات التي تعيش في ظروف قاسية لمساعدة البشر؟

نظرًا لقدرتها على تحمل الظروف القاسية، تُعد هذه الميكروبات وبعض المواد الكيميائية الموجودة بداخلها ذات أهمية رئيسية للاستخدام في أنواع معينة من الصناعات. فهناك نوع خاص من البروتينات (إنزيم) مستخلص من المستحرة المائية يلعب دورًا مفيدًا للغاية في مجال علم الأحياء الدقيقة.

بوليميراز المستحرة المائية (*TAQ*-POLYMERASE)

إنزيم قادر على نسخ الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين عند درجات حرارة مرتفعة؛ تُعد البوليميرزات ذات أهمية لنسخ الحمض النووي الخلوي، وتستخدم عادة في العمليات المختبرية لإنتاج ملايين النسخ من الحمض النووي.

يُسمى هذا الإنزيم ***Taq*-polymerase**، ويستخدم في المختبرات لإنتاج ملايين النسخ من جزيئات الحمض النووي في عملية تسمى تفاعل البوليميريز التسلسلي (PCR)، ونظرًا لأن إحدى خطوات التفاعل تحدث عند درجة حرارة 95 درجة مئوية، تصبح الإنزيمات الطبيعية خاملة بسرعة، ولكن يتحمل إنزيم *Taq*-polymerase المستخلص من المستحرة المائية تلك الظروف ويظل نشطًا. في الوقت الراهن، يُستخدم تفاعل البوليميريز التسلسلي عادة في علوم الحياة (مثل علم الأحياء)، وفي التحقيقات الجنائية، وفي تشخيص الأمراض. يمكن استخدام الميكروبات أليفة الظروف القاسية أيضًا في عملية تُسمى المعالجة الحيوية، التي تُستخدم لإزالة المواد السامة من البيئات الملوثة من خلال تحليلها. تُعد الكائنات الحية الدقيقة الأخرى التي تعيش في ظروف قاسية ذات أهمية للصناعات، حيث إنه يمكن استخدام إنزيمات هذه الميكروبات في تحليل النشا أو مواد النفايات النباتية؛ حيث يمكن استخدام هذه العمليات في إنتاج الطاقة الحيوية أو المركبات الكيميائية المفيدة. بالمقارنة مع الميكروبات المحبة للحرارة، يمكن استخدام الإنزيمات المستمدة من الميكروبات المحبة للبرودة في مكونات المنظفات بحيث تساعدنا على تنظيف الملابس عند درجات حرارة منخفضة موفرة للطاقة. من الضروري معرفة أن الميكروبات أليفة الظروف القاسية ليست ضارة! نظرًا لأن هذه الكائنات الحية الدقيقة تحب العيش في بيئات ذات ظروف قاسية من وجهة نظر الإنسان، فإنها عادة غير قادرة على أن تسبب أمراضًا للبشر، لأن درجة حرارة جسم الإنسان تصل إلى 37 درجة مئوية وهي درجة حرارة باردة للغاية بالنسبة لها.

الجهة الممولة

مشروع الموارد التعليمية المفتوحة للمؤلفين (OER) - يتم تمويل مشروع ''الكائنات الحية الدقيقة أليفة الظروف القاسية'' من مقاطعة هامبورغ، ألمانيا، ضمن مشروع جامعة هامبورج الإلكترونية المفتوحة (http://www.hoou.de/).

المراجع

1. Kopf, A., Schnetzer, J., and Glöckner, F. O. 2016. Marine microbes, the driving engines of the ocean. *Front. Young Minds* 4:1. doi: 10.3389/frym.2016.00001
2. Brock, T. D., and Freeze, H. 1969. *Thermus aquaticus* gen. n. and sp. n., a non-sporulating extreme thermophile. *J. Bacteriol.* 98:289–97. doi: 10.1126/science.230.4722.132
3. Blöchl, E., Rachel, R., Burggraf, S., Hafenbradl, D., Jannasch, H. W., and Stetter, K. O. 1997. *Pyrolobus fumarii*, gen. and sp. nov., represents a novel group of Archaea, extending the upper temperature limit for life to 113 degrees C. *Extremophiles* 1:14–21. doi: 10.1007/s007920050010
4. Schleper, C., Pühler, G., Klenk, H. P., and Zillig, W. 1996. *Picrophilus oshimae* and *Picrophilus torridus* fam. nov., gen. nov., sp. nov., two species of

hyperacidophilic, thermophilic, heterotrophic, aerobic Archaea. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 46:814–6. doi: 10.1099/00207713-46-3-814

5. Dadachova, E., Bryan, R. A., Huang, X., Moadel, T., Schweitzer, A. D., Aisen, P., et al. 2007. Ionizing radiation changes the electronic properties of melanin and enhances the growth of melanized fungi. *PLoS ONE* 2:e457. doi: 10.1371/journal.pone.0000457

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 22 يناير 2021

حرره: Berend Smit, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

الاقتباس: Elleuche S, Schröder C, Stahlberg N and Antranikian G (2021) ''الماء المغلي ليس ساخنًا للغاية بالنسبة لنا!'' - مواطن العيش المفضلة للميكروبات المحبة للحرارة. Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2017.00001-ar

مُترجَم ومقتبس من: Elleuche S, Schröder C, Stahlberg N and Antranikian G (2017) "Boiling water is not too hot for us!"—Preferred living spaces of heat-loving microbes. Front. Young Minds 5:1. doi: 10.3389/frym.2017.00001

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2017 © 2021 Elleuche, Schröder, Stahlberg and Antranikian. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ECOLE MOSER GENÈVE، العمر: 13-15

نمثل صف الكيمياء الحيوية في المدرسة، والمعلمة المسؤولة عنا هي أ. Bustamante. نحن طلاب بمدرسة سويسرية تُسمى موسر .(Moser) وتتراوح أعمارنا بين 13 و15 عامًا، ونحن في الصف 11. وقع اختيارنا على الكيمياء الحيوية لتكون المادة الإضافية لأنها تمثل كل شغفنا، حيث نتعلم موضوعات مختلفة عن العلوم، ونذهب إلى المختبر مرة في الأسبوع.

المؤلفون

SKANDER ELLEUCHE

أصبحت عالمًا في الأحياء الدقيقة/الأحياء الجزيئية من خلال التدريب المقترن بالفضول الدائم حول الأحياء. في المدرسة الإعدادية، بدأت مسيرتي العلمية عندما بدأت في مراقبة أسماك الزينة خاصتي بعناية في محاولة

للتحكم في سلوك تفريخها (وضع البيض). أعمل الآن محاضرًا وقائد مشروع في Institute of Technical Microbiology، حيث أعمل على دراسة الميكروبات التي تعيش في بيئات ذات ظروف قاسية؛ أما خارج العمل، فأستمتع بممارسة القراءة، ومقابلة الأصدقاء، والسفر إلى أماكن عريقة وطبيعية مثل جرينلاند أو أيسلندا. skander.elleuche@tu-harburg.de*

CAROLA SCHRÖDER

عندما بدأت دراسة علم الأحياء، حلمت ببدء حديقة حيوان تُربى فيها الخيول والحمير. أثناء دراساتي، تعلمت الكثير والكثير عن الميكروبات، وأصبحت منبهرة بتنوع وقدرات هذه الكائنات متناهية الصغر الموجودة في كل مكان، وبالتالي بدأت العمل في مجال علم الأحياء الدقيقة، وأصبحت باحثة زميلة في Institute of Technical Microbiology. ما زلت أستمتع بقضاء الوقت مع الحيوانات الكبيرة مثل حصاني، ولكن مهنتي تنطوي على التعامل مع كائنات غير مرئية للعين المجردة.

NADINE STAHLBERG

أعمل في مركز التدريس والتعليم (Center for Teaching and Learning) بجامعة Hamburg University of Technology (TUHH)، حيث أشارك ف تطوير التعليم العالي، خاصة في مجال ممارسة الكتابة والأبحاث. اتعامل مع أسئلة مثل كيفية تحسين طرق التدريس والتعلم، وكيفية تحفيز الطلاب للتعلم في مجالي العلوم والتكنولوجيا، وكيفية دمج القراءة والكتابة ليكونا أداتين تساعدان في دعم عملية التعلم. أحب فكرة مشاركة المعرفة العلمية من خلال تخصيص دور نشط للمتعلمين الصغار في عملية نشر المعرفة كما تفعل هذه المجلة العلمية.

GARABED ANTRANIKIAN

لقد درست علم الأحياء في American University of Beirut، في لبنان، وجامعة Georg-August University في جوتنغن، ألمانيا. منذ عام 1990، تم تعييني رئيسًا لمعهد Institute of Technical Microbiology بجامعة Hamburg University of Technology (TUHH). يتمثل مجال خبرتنا في دراسة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في بيئات ذات ظروف قاسية، وخاصة جزر الأزور، والبحر العميق قرب اليابان، بالإضافة إلى التحقق من إمكاناتها في التطبيقات الصناعية. منذ عام 2009، عُينت أيضًا نائبًا لرئيس الشؤون الأكاديمية، وأصبحت رئيسًا للجامعة في عام 2011. في وقت فراغي، استمتع بطبخ مأكولات أرمينية وعالمية.

†أسهم هؤلاء المؤلفون بالقدر نفسه لتقديم هذا العمل

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology