PHYSICAL SCIENCE JOURNAL FOR TEENS

DÉCEMBRE 2023

Comment peut-on aider les récifs coralliens en utilisant des nanoparticules?

Scientifiques:
Liza Roger, Joseph Russo, Nastassja Lewinski, Robert Jinkerson et Juan Pablo Giraldo
Editeur associés:
Arianna Gagnon et Alexandra Appleton
Traduction:
Liza Roger

Résumé

Sais-tu que les récifs coralliens sont comme d'incroyables cités construites par les coraux? Ils protègent la côte et servent de maison pour de nombreuses espèces marines, y compris de toutes petites algues qui vivent à l'intérieur du corail. Ces algues ont un arrangement spécial avec le corail: elles partagent leurs nutriments et donnent au corail ses couleurs magnifiques. Mais il y a des problèmes à l'horizon! La hausse de la température de l'océan, due au changement climatique, stresse les coraux ce qui les fait perdre leurs algues colorées. C'est ce que l'on appelle le blanchissement du corail. C'est mauvais pour les coraux et les récifs coralliens au sens général.

Nous avons préparé un traitement pour aider les algues à se protéger contre les effets nocifs du stress. Les algues sont petites donc nous avons préparé des nanoparticules de céria que les algues peuvent facilement absorber. Celà protège les algues contre les effets nocifs du stress, même quand la température de la mer est trop élevée.

Introduction

Les recifs coralliens protègent la côte contre l'érosion et les inondations dues aux grosses vagues pendant les tempêtes et les ouragans. Ils servent aussi de logement à près d'un quart de toutes les espèces marines! Certaines de ces espèces marines sont des algues microscopiques qui vivent à l'intérieur des **cellules** du corail. A l'abri dans le corail, les algues font de la photosynthèse en utilisant des pigments verts comme la **chlorophylle**. Ce procédé génère des nutriments pour les algues et le corail. Cette association entre les algues et le corail donne au corail la majorité de sa couleur. Cette relation mutuellement bénéfique entre les algues et le corail s'appelle **symbiose**.

Malheureusement, à cause de la hausse de la température des océans due au **changement climatique**, les coraux sont stressés. Quand le corail est stressé il perd ses algues symbiotiques (et ses couleurs). Nous appelons ça le blanchissement du corail parce que les coraux deviennent blancs. Normalement, sans algues symbiotiques, le corail meurt. Une fois que le récif meurt, c'est très dure de le faire revenir. Les côtes perdent leur protection et les autres espèces marines perdent leurs abris.

Scientifiques ont remarqué que, quand il est stressé, le corail à des hauts niveau de molécules très réactives à base d'oxygène (appelées radicaux libres ou **dérivés réactifs de l'oxygène**). Les algues et la corail produisent des dérivés réactifs de l'oxygène. Nous avons l'idée de préparer un traitement qui pourrait réduire ces dérivés dans les algues et le corail mais les algues et les cellules de coraux sont très petites donc nous avions besoin de trouver une méthode pour les atteindre.

La Grande Barrière de Corail en Australie. Les récifs coralliens sont des habitats essentiels pour de nombreuses espèces marines, notamment les algues, les huîtres, les oursins et de nombreux poissons.
Photo: Liza Roger

Dans le laboratoire, nous avons préparé des nanoparticules de céria qui peuvent contrer les effets des radicaux libres. Nous sommes donc partis tester si ces petites particules pouvaient empêcher le blanchissement et protéger les récifs coralliens

Methodes

Nous avons utilisé des algues et des anémones de mer en guise de modèle pour le corail. Les anémones de mer sont des cousines éloignées du corail et sont plus pratiques à utiliser pour des expériences scientifiques dans le laboratoire (Fig.1).

Nous avons mélangé des produits chimiques spéciaux pour créer les nanoparticules de céria. Nous avons recouvert les nanoparticules d'un **polymère**. Ceci aide les nanoparticules à rester en suspension dans l'eau de mer. Ensuite, nous avons ajouté un colorant fluorescent aux nanoparticules pour pouvoir mieux les voir au **microscope**. Les algues ont absorbé les nanoparticules fluorescentes. Nous avons mesuré l'absorbance des algues pendant 3 semaines. Ceci nous dit si les nanoparticules ont un effet négatif sur la croissance et la multiplication des algues.

Nous avons mesuré la quantité de radicaux libres à l'intérieur des algues qui ont reçu les nanoparticules et celles qui ne les ont pas reçu (le **contrôle**). Nous voulions aussi savoir quels effets les nanoparticules ont à différentes températures. Nous les avons donc testé à la température normale (27°C/81°F) et à une température plus élevée (34°C/93°F).

Les algues avec les nanoparticules de cèria ont ensuite été délivrées aux anémones de mer. Nous avons utilisé un microscope pour vérifier si nous pouvions voir la fluorescence des nanoparticules à l'intérieur des algues dans les anémones. Si la fluorescence était visible: succès!

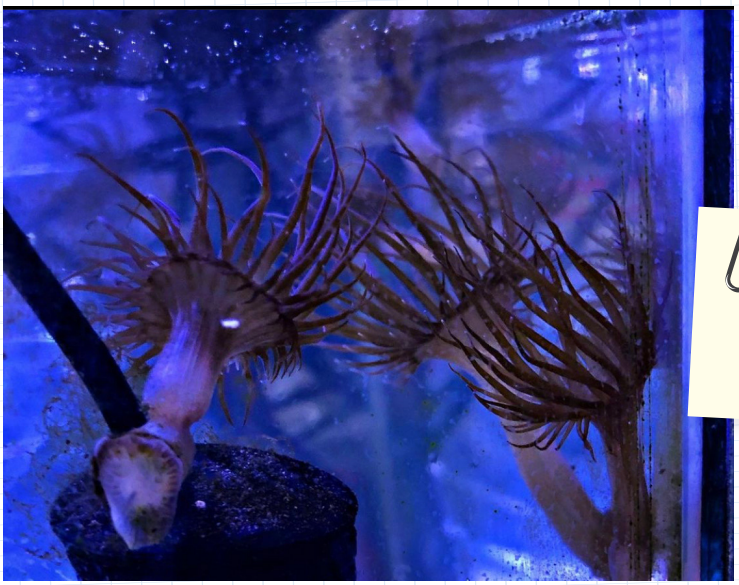


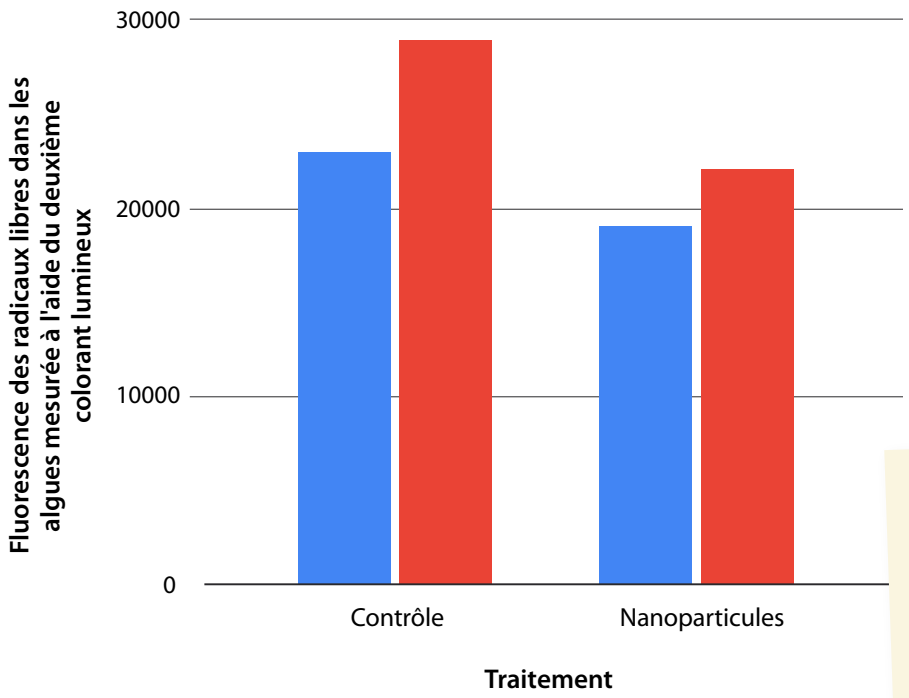
Figure 1:
Les anémones de mer sont apparentées aux coraux. Nous les avons utilisés pour modéliser le corail en laboratoire.

Résultats

Nous avons fait plusieurs découvertes important avec nos expériences:

- Les algues ont absorbé les nanoparticules de céria en 30 minutes.
- Après 3 semaines à l'intérieur des algues, les nanoparticules n'ont pas impacté leur croissance.
- Nous avons réussi à délivrer les algues avec des nanoparticules à l'intérieur aux anémones.
- Les nanoparticules de céria ont réussi à réduire la quantité de radicaux libres dans les algues aux deux températures testées (Fig.2).

Voir Figure 2 sur Page 3



Comment les nanoparticules affectent-elles la quantité de radicaux libres dans les algues?

Figure 2:
La quantité de radicaux libres dans les algues non traitées (le contrôle) et les algues traitées aux nanoparticules de céria. Les radicaux libres sont un signe de stress chez les algues. Nous avons fait ces testes une heure après l'exposition à deux températures d'eau différentes : 27°C (81°F) et 34°C (93°F).

Discussion

Nous avons été étonnés de voir à quel point les nanoparticules de céria fonctionnent à l'intérieur des algues! Après 3 semaines, les algues ont continué leur croissance normalement. Ceci nous a montré que les nanoparticules de céria peuvent être données aux algues à certaines doses sans danger ce qui est important puisque nous ne voulions pas endommager les algues alors que nous essayons de les protéger.

Le traitement à base de nanoparticules a réduit la quantité de radicaux libres dans les algues. Ceci s'est produit non seulement à température normale mais aussi à haute température; ça protège les algues quand elles doivent faire face au **stress thermique**. Nous avons pour projet de tester les nanoparticules de céria sur des algues et des coraux venant de l'océan pour confirmer si nos résultats avec les anémones sont transférables aux coraux. Nous voulons aussi vérifier pour combien de temps le traitement à base de nanoparticules fait effet.

Conclusion

Nos recherches pourraient aider les coraux à survivre à des températures océaniques plus chaudes mais nous pouvons faire plus! Le changement climatique est en cours et nous devons agir pour empêcher le réchauffement des océans. Vous pouvez contribuer à ralentir le changement climatique de diverses manières.

- Éteignez les lumières, ordinateurs, télés, etc quand vous ne les utilisez pas.
- Marchez ou faites du vélo au lieu de prendre la voiture pour des trajets courts.
- Mettez un pull au lieu d'augmenter le chauffage. Ouvrez une fenêtre quand il fait chaud au lieu d'allumer l'air conditionné.

Vous pouvez aussi contacter vous élu local. Demandez-leur quelles sont les actions prises par les compagnies d'eau pour réduire leurs émissions de dioxyde de carbone qui sont la cause du changement climatique. Ensemble, nous pouvons protéger la vie marine et notre environnement.

Remerciements: cette adaptation est sponsorisée par GM Foundation

Glossaire

Algues - un groupe vaste et diversifié d'organismes photosynthétiques. Les algues microscopiques que nous avons utilisées ici vivent à l'intérieur des coraux et entretiennent une relation spéciale avec eux. Elles fournissent des nutriments et contribuent à donner au corail sa couleur.

Anémone de mer - petits animaux marins avec de nombreuses tentacules disposés autour de leur bouche, comme les pétales d'une fleur. Les anémones de mer vivent attachées aux rochers ou directement sur le fond marin.

Blanchiment du corail - un processus par lequel les coraux stressés perdent les minuscules algues qui vivent dans leurs cellules. La perte d'algues donne aux coraux un aspect blanc, signe d'une mauvaise santé des coraux.

Cellule - l'unité de vie la plus petite et la plus fondamentale. Certains petits organismes (ex: les bactéries et les levures) sont constitués d'une seule cellule. Les grandes plantes et animaux possèdent plusieurs milliards de cellules.

Changement climatique - les changements dans la température et les conditions météorologiques de la Terre, causés par les activités humaines qui rejettent des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Chlorophylle - pigments verts présents dans les plantes, y compris les algues, qui les aident à capter l'énergie du soleil et à l'utiliser pour produire de l'énergie grâce à un processus appelé photosynthèse.

Control - un échantillon qui n'est ni modifié ni testé. Nous en avons besoin pour nous assurer que notre traitement expérimental a réellement fait une différence.

Dérivés réactifs de l'oxygène - des molécules très réactives (radicaux libres) produites à la fois par les cellules des algues et des coraux lorsqu'elles sont stressées.

Microscope - un instrument qui fait paraître les petits objets plus grands. Il permet aux scientifiques de voir de minuscules détails invisibles à l'œil nu.

Nanoparticules de céria - particules extrêmement petites d'une taille inférieure à 10 nm (nanomètres). Dans cette étude, ils avaient un diamètre d'environ 4 nm. Ils sont composés d'oxyde de cérium ou CeO2.

Photosynthèse - le processus par lequel les plantes, comme les algues, utilisent la lumière du soleil pour transformer l'eau et le dioxyde de carbone en sucres et en oxygène.

Polymère - une très grosse molécule composée de nombreuses molécules plus petites superposées selon un motif répétitif.

Stress thermique - stress causé par les changements de température. Ici, il s'agit des effets néfastes de l'eau chaude sur les coraux et leurs partenaires algues.

Symbiose - une relation mutuellement bénéfique entre deux organismes différents, comme le partenariat entre le corail et les algues.

Vérifie ta compréhension

1. Quelle est la relation entre les algues et les coraux ?
2. Qu'est-ce que le blanchiment des coraux ?
3. Comment avons-nous prévu d'empêcher le blanchiment à l'aide de nanoparticules ?
4. Quelles preuves avons-nous trouvées démontrant que les nanoparticules réussissait à réduire le stress responsable du blanchiment ?
5. Pourquoi la relation entre les algues et les coraux est-elle importante pour les récifs coralliens ? En binôme, créez une affiche pour montrer l'impact de la relation entre les deux organismes.

RÉFÉRENCES

Liza M. Roger, Joseph A. Russo, Robert E. Jinkerson, Juan Pablo Giraldo, and Nastassja A. Lewinski (2022) *Engineered nanoceria alleviates thermally induced oxidative stress in free-living* Breviolum minutum (Symbiodiniaceae, formerly Clade B). Frontiers in Marine Science.
https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.960173/full

Résilience des récifs: Blanchiment des coraux
https://reefresilience.org/fr/stressors/bleaching

Le blanchissement corallien expliqué: L'histoire d'un corail plus ancien que le capitaine Cook:
https://www.youtube.com/watch?v=7s8IgEiVqog&ab_channel=TheCoralGarden