البكتيريا الأرجوانية

أ.د. عبدالرؤوف المناعمة · د. ديمة ناصر الدين · أ. ريناد أبودان

2025-02-09

تُعد Rhodopseudomonas palustris نوعًا من البكتيريا التي تنتمي إلى عائلة Rhodospirillaceae ضمن فصيلة البكتيريا سالبة الجرام (Gram-negative bacteria). وعلى الرغم من أنها أقل شهرة مقارنة ببعض الكائنات الدقيقة الأخرى، إلا أن لها أهمية بيئية وبيوكيميائية كبيرة. تم اكتشاف هذه البكتيريا في بيئات رطبة مثل المستنقعات والمسطحات المائية العذبة، حيث تتكيف مع الظروف البيئية الفريدة لهذه المناطق. يمكن أن تساهم دراسة هذه البكتيريا في تقديم رؤى جديدة حول دور الكائنات الدقيقة في الدورات البيئية والعمليات الأيضية المتكاملة في الطبيعة.

الخصائص البيولوجية

تُعتبر البكتيريا الأرجوانية بكتيريا هوائية أو لاهوائية اختيارية، تتميز بقدرتها على التكيف مع ظروف بيئية متنوعة، سواء كانت غنية بالأكسجين أو فقيرة به. تتميز هذه البكتيريا بشكلها العصوي أو الحلزوني، وهي محاطة بغشاء سيتوبلازمي يوفر لها الحماية من العوامل الخارجية.

بفضل قدرتها على استخدام مجموعة واسعة من المصادر العضوية وغير العضوية للطاقة، تُعد هذه البكتيريا نموذجًا مثاليًا لدراسة التنوع الأيضي للكائنات الدقيقة في البيئات الرطبة. تتفاعل هذه البكتيريا مع المواد العضوية المذابة في المياه، مما يساهم في تحسين جودة المياه في البيئات الطبيعية.

صورة توضح الشكل العصوي للبكتيريا

دورها البيئي

تعيش البكتيريا الأرجوانية في بيئات رطبة مثل المستنقعات والبرك والمناطق المائية الأخرى، حيث تلعب دورًا حيويًا في التفاعلات البيئية. تساهم هذه البكتيريا في تحليل المواد العضوية المذابة في الماء، مما يساعد في إعادة تدوير المغذيات مثل النيتروجين والفوسفور داخل النظام البيئي. كما يمكن أن تسهم في تخليص المياه من المواد العضوية الزائدة التي قد تسبب تلوثًا بيئيًا.

بالإضافة إلى ذلك، تُعد هذه البكتيريا جزءًا من الأنظمة البيئية الميكروبية المعقدة التي تشمل كائنات دقيقة أخرى، مما يعزز التنوع البيولوجي ويُسهم في استقرار النظم البيئية. من خلال تفكيك المركبات العضوية، تساهم هذه البكتيريا في استعادة التوازن البيئي في البيئات الرطبة.

التكيف الأيضي

تمتلك البكتيريا الأرجوانية قدرة فريدة على استخدام مجموعة واسعة من المركبات العضوية كمصادر للطاقة، مما يمكنها من التكيف مع بيئات متنوعة تختلف فيها المصادر الغذائية. يمكن لهذه البكتيريا استقلاب الأحماض الأمينية والسكريات والدهون بكفاءة عالية، مما يسمح لها بالبقاء في بيئات غنية أو فقيرة بالمغذيات. كما يمكنها استخدام بعض المركبات غير العضوية مثل النترات كمستقبلات للإلكترونات في عملية التنفس الأيضي.

من السمات البارزة لهذه البكتيريا قدرتها على العيش في بيئات منخفضة الأكسجين، حيث يمكنها إجراء التنفس اللاهوائي عند الضرورة، بينما تستفيد من التنفس الهوائي في البيئات الغنية بالأكسجين. هذه المرونة تجعلها كائنًا متميزًا في البيئات المائية الضحلة والمستنقعات التي تتقلب فيها مستويات الأكسجين بشكل دوري.

الاهتمام البحثي والتطبيقات

تساهم الدراسات المتعمقة حول البكتيريا الأرجوانية في تحسين فهمنا للعمليات البيئية في النظم المائية الرطبة. يمكن أن تكون هذه البكتيريا نموذجًا

مثاليًا لفهم كيفية استقلاب المركبات العضوية في البيئات التي تشهد تقلبات كبيرة في الظروف البيئية، مثل مستويات الأكسجين ودرجة الحموضة.

كما يمكن أن تُستخدم هذه البكتيريا في تطبيقات بيئية مثل تنقية المياه ومعالجة المياه الملوثة. بفضل قدرتها على تفكيك المركبات العضوية، يمكن استغلالها في إزالة الملوثات العضوية والمواد السامة من المياه.

التحليل البيولوجي

يحتوي الجينوم الخاص بهذه البكتيريا على العديد من الجينات المسؤولة عن التحلل البيولوجي. يمكنها تحليل مادة اللجنين في الخشب والأحماض الموجودة في النباتات الميتة، بالإضافة إلى تحليل المركبات العطرية الموجودة في النفايات الصناعية. ومن السمات الجذابة لهذه البكتيريا قدرتها على تحليل المركبات في بيئات غنية أو فقيرة بالأكسجين.

إنتاج الهيدروجين

جذبت البكتيريا الأرجوانية الانتباه لتطبيقاتها التكنولوجية الحيوية، حيث تم استخدامها في تصنيع البلاستيك البيولوجي وإنتاج الهيدروجين. تقوم هذه البكتيريا بتثبيت النيتروجين الجوي وإنتاج الهيدروجين بكميات كبيرة كناتج ثانوي مقارنة بالأنواع الأخرى المثبتة للنيتروجين. ومع ذلك، لا يزال الإنتاج الصناعي للهيدروجين في مراحل البحث والتطوير.

توليد الكهرباء

تُعد سلالة R. palustris DX-1 واحدة من الأنواع القليلة القادرة على توليد الكهرباء من خلال نموها في ما يُعرف بـ Microbial Fuel Cell أو خلية الوقود الميكروبية (جهاز بسيط يستخدم البكتيريا لتوليد الكهرباء). تتميز هذه السلالة بقدرتها على إنتاج الكهرباء في غياب العوامل الحفّازة والضوء ودون إنتاج غاز الهيدروجين. يتم توليد الكهرباء من خلال تحليل المركبات العضوية، مما يؤكد قدرتها على التكيف مع بيئات متنوعة والبقاء في ظروف عدائية تحتوي على ملوثات ضارة.

التهديدات والتحديات

مثل العديد من الكائنات الدقيقة الأخرى، تواجه البكتيريا الأرجوانية تهديدات بسبب التغيرات البيئية مثل تلوث المياه وتغير المناخ. يمكن أن تؤثر التغيرات في درجة الحرارة أو تلوث المياه على قدرتها على التكيف والبقاء في بيئاتها الطبيعية. مع زيادة الوعي بأهمية الحفاظ على بيئات المياه العذبة والمستنقعات، يصبح فحص دور هذه البكتيريا في الحفاظ على صحة البيئة أمرًا بالغ الأهمية.

المراجع

Waksman, S. A. (2010). "Ecological role of Rhodopseudomonas -1
Smith, A. J., et al. (2012). "Metabolic -2 .palustris in wetland ecosystems
-3 ".diversity and ecological significance of Rhodopseudomonas palustris
White, D. C., & Brown, M. E. (2014). "Microbial ecosystems and
.biogeochemical cycles in wetlands

تواصل مع الكاتب: elmanama_144@yahoo.com

https://arsco.org /https://arsco.org/articles/article-detail-45193/
/articles/article-detail-45112