

الأصباغ البكتيرية

أ.د. عبدالرؤوف المناعمة

2025-05-25

تعرف البكتيريا بقدرتها على إنتاج مجموعة متنوعة من الأصباغ ذات الألوان الزاهية، والتي لا تُذهل العين فحسب، بل تلعب أدواراً حيوية في بقاء الكائنات الدقيقة وفي تطبيقات صناعية وطبية ثورية.

تُعتبر هذه الأصباغ مركبات كيميائية طبيعية تنتجها سلالات بكتيرية متنوعة كجزء من استراتيجياتها للتكيف مع البيئات القاسية، أو للتفاعل/التنافس مع الكائنات الأخرى. من الأحمر القرمزي إلى الأزرق الفاتن، تفتح الأصباغ البكتيرية آفاقاً جديدة في مجالات مثل الطب الحيوي والزراعة المستدامة والصناعات الغذائية.

الوظائف البيولوجية: أكثر من مجرد ألوان

تلعب الأصباغ البكتيرية أدواراً متعددة في بيئتها الطبيعية:

- الحماية من الإشعاع: تمتص الكاروتينات والميلانين الأشعة فوق البنفسجية، مما يقلل تلف الحمض النووي. - مكافحة الإجهاد التأكسدي: تحييد الجذور الحرة عبر خصائصها المضادة للأكسدة. - التواصل الخلوي: بعض الأصباغ تُستخدم كإشارات كيميائية بين الخلايا. - المنافسة البيئية: مثل الفيولاسين الذي يقتل الكائنات الدقيقة المنافسة.

جدول: قائمة ببعض أنواع الأصباغ البكتيرية وألوانها المبهرة واستخداماتها الطبية

الفوائد للبشرية: من المختبر إلى الحياة اليومية

1- البدائل الطبيعية في الصناعة

- تُستخدم الكاروتينات كمكونات غذائية مثل (E160a) بدلاً من المواد الكيميائية الاصطناعية. - يُستخرج البروديجيوسين لصبغ المنسوجات والأغذية بشكل آمن.

2- التطبيقات الطبية

- الفيولاسين: يُدرس لقدرته على قتل الخلايا السرطانية ومقاومة الملاريا. - البروديجيوسين: يُستعمل في علاج الأورام اللمفاوية بسبب آثاره المثبطة للانقسام الخلوي. - البايوسيانين: على الرغم من سميته،

يُستفاد من خصائصه المضادة للميكروبات.

3- الاستدامة البيئية

- تُستخدم البكتيريا الصبغية في العلاج الحيوي (Bioremediation) لتحليل الملوثات مثل النفط والمعادن الثقيلة. - إنتاج الأصباغ الحيوية يقلل الاعتماد على البتروكيماويات، مما يخفض الانبعاثات الكربونية.

4- التجميل والمواد الذكية

- تدخل الأصباغ في صناعة مستحضرات التجميل الواقية من الشمس بفضل خصائصها الامتصاصية للأشعة. - تُطور أبحاث حديثة أغشية حيوية صبغية لتغيير لونها عند وجود ملوثات، كأجهزة استشعار حيوية.

التحديات والآفاق المستقبلية

رغم الإمكانيات الهائلة، تواجه استغلال الأصباغ البكتيرية تحديات مثل:

- صعوبة الإنتاج بكميات صناعية بسبب صغر كميات الصبغات المنتجة. - الحاجة إلى تحسين الاستقرار الحراري والكيميائي لبعض الأصباغ. - القيود التنظيمية لاستخدامها في الغذاء والدواء.

الاصطدامات الطبية	الكائنات الدقيقة المنتجة	اللون	الصبغة
Carotenoids			
مضاد للأكسدة، حماية من الضوء، مضاد للسرطان، مضاد للالتهاب	<i>B Bradyrhizobium spp., Azotobacterium pinnatis</i>	برتقالي إلى وردي غامق	كانثاكسانثين Canthaxanthin
مضاد للأكسدة، حماية من الضوء، مضاد للسرطان، مضاد للالتهاب	<i>Agrobacterium ananelticum, Paracoccus carotinifaciens</i>	أحمر إلى برتقالي	أستاكسانثين Astaxanthin
حماية من الضوء، مضاد للأكسدة	<i>Staphylococcus aureus, Flavobacterium spp., Paracoccus zoocanthofaciens</i>	أصفر	زيكسانثين Zeaxanthin
مضاد للسرطان، مضاد للأكسدة	<i>Rhodococcus maris, Rhodococcus ruber</i>	أحمر	بيتا-كاروتين β-Carotene
مضاد للأكسدة	<i>Staphylococcus aureus</i>	أصفر	ستيافيلوكسانثين Staphyloxanthin
مضاد للسرطان	<i>Deinococcus radiodurans</i>	أحمر	دينوكسانثين Deinoxanthin
Prodiginines			
مضاد للسرطان، تقسيم النسخ، مضاد للتورم، مضاد للعدوى، مضاد للسرطان	<i>Serratia marcescens</i>	أحمر	بروديجيوسين Prodiginin
مضاد للسرطان، مضاد للأكسدة، مضاد للعدوى، مضاد للسرطان	<i>Streptomyces sp.</i>	أحمر	أونديسيلوبروديجيوسين Undecylprodiginin
مضاد للملاريا	<i>α-Proteobacteria</i>	أحمر	هبتيل بروديجيوسين Heptyl Prodiginin

الاصطدامات الطبية	الكائنات الدقيقة المنتجة	اللون	الصبغة
Phycobiliproteins			
تسمم خلوي، موت الخلايا المبرمج، خلل في حركة الأهداب، محفز للالتهاب	<i>Pseudomonas spp.</i>	أزرق	بيكوسيانين Pycocyanin
Oxyindoles			
مضاد للسرطان، مضاد للملاريا، مضاد للعدوى، مضاد للسرطان	<i>Chromobacterium violaceum, Collimonas sp., Dugonella sp., Pseudoalteromonas sp.</i>	بنفسجي	فيولاسين Violacein

لكن مع تطور تقنيات الهندسة الوراثية والتخمير الحيوي، يُتوقع تعزيز إنتاجية الأصباغ وتنويع تطبيقاتها، خاصة في مجالات مثل الطب الشخصي والمواد النانوية الحيوية.

المراجع

[Liu, G. Y., & Nizet, V. \(2009\). Color me bad: microbial pigments as -](#)
[Dufossé, L. \(2018\). Microbial - .virulence factors. Trends in Microbiology](#)
[Pigments: From the Lab to the Market. Journal of Food Science and](#)
[Venil, C. K., et al. \(2020\). Bacterial Pigments: Sustainable - .Technology](#)
[.Compounds with Market Potential. Pharmaceutics](#)

تواصل مع الكاتب: elmanama_144@yahoo.com