اسم الطالب: إدريس عبد الرحمن

إشراف

د. ممدوح طه جمال

د. ساتيش ساثينسن

النظرة الجينية لتنوعات البكتيريا البحرية المختلفة والمرتبطة باللافقاريات البحرية في البحر الأحمر وتأثيراتها المضادة للحشف البحري

ان كائنات الحشف البحري، وهي تراكم الكائنات الحية على الأسطح المغمورة (الحية وغير الحية)، يمثل تهديداً كبيرا للنقل البحري. ويؤدي الي عواقب اقتصادية وبيئية، وتشير الحاجة إلى منعه ومكافحته لتقليل أو إزالة تأثيره. استخدمت واحدة من أهم استراتيجيات المكافحة والوقاية وأكثرها فعالية في الممارسة العملية وهي المبيدات الحيوية الكيميائية على اللوحات (كطلاءات) لمنع التصاق كائنات الحشف البحري. نظراً للتأثيرات الضارة للمبيدات الحيوية وحظرها بسبب السمية، يتم استكشاف العديد من البدائل غير السامة والصديقة للبيئة لتكون بمثابة بديل لها. في البيئة البحرية، يوجد تنوع كبير من الكائنات الحية الدقيقة البحرية تتعايش مع اللافقاريات البحرية حيث توفر لها الحماية في شكل دفاع كيميائي لمضيفها مما يجعلها مناسبة لدراسة العوامل الجديدة المضادة للحشف. في هذه الدراسة، تم استكشاف مركبات طبيعية جديدة وصديقة للبيئة من البكتيريا البحرية المرتبطة باللافقاريات كمصادر محتملة لمركبات جديدة مضادة للحشف. تم جمع الإسفنج والشعاب المرجانية اللينة من البحر الأحمر لعزل البكتيريا البحرية المصاحبة لها. تم التعرف على البكتيريا بطريقة (16S-rRNA) وكذلك الخصائص الفيزيائية والمورفولوجية. تم الحصول على المستخلصات داخل الخلايا وخارجها من البكتيريا وتعرضت *Heteroxenia fuscenses* و *Sarcophyton glaucum* المصاحبة لنوعين من الشعاب المرجانية الرخوة تعرف باسم *Siphonochalina siphonella* وتم تحليل للفحص المضاد. تم الحصول على المستخلصات داخل الخلايا من الإسفنج المتكافئ تأثير الظروف الغذائية على النشاط المضاد للحشف والمستقبلات المنتجة. تم تقييم فعالية المستخلصات من حيث الفعالية المضادة للبكتيريا والغشاء الحيوي ضد البكتيريا المكونة للغشاء الحيوي المعزول من البحر الأحمر. تم تقييمهم أيضًا من حيث النشاط المضاد للاستيطان والمضاد ضد يرقات البرنقيل. كما تم تحليل تأثير الحالة التغذوية على النشاط والأيضات التي تنتجها الكائنات الحية. تم تقييم كل من المقتطفات بشكل إضافي للكشف عن المستقلبات بواسطة مقياس الطيف الكتلي اللوني للغاز GC-MS: *Enterobacter* و *Oceanobacillus* و *Bacillus*). تم عزل وتحديد العديد من البكتيريا ومنها الأجناس (أظهرت المستخلصات نشاطاً مضاداً للبكتيريا ضد بكتيريا الأغشية الحيوية الرقيقة ويتراوح من نشاط منخفض إلى مرتفع ونشاط كبير ضد تكوين الأغشية الحيوية عبر جميع السلالات المختبرة. يتراوح الاستيطان مع مضاد اليرقات من ٠ إلى ١٠٠٪

مع سمية قليلة أو معدومة. لوحظ تغيير في النشاط ووجود المستقبلات في المستخلصات عند استخدام مغذيات مختلفة للاستخلاص. تشتمل المركبات المكتشفة في المستخلصات على مستقبلات معروفة لمضادات الميكروبات مثل:

Pyrrolo[1,2-a] pyrazine-1,4-dione, hexahydro-3-(2-methylpropyl), Pentane, 2,4-dimethyl-2-nitro-, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-phenol, Undecane

وبشكل عام، يمكن للمركبات النشطة بيولوجياً التي تنتجها البكتيريا التكافلية المرتبطة باللافقاريات البحرية أن تعمل كمصدر جديد وصديق للبيئة للمركبات المضادة للحشف لمنع تكون الحشف الحيوي.

الكلمات المفتاحية: الحشف الحيوي، مضاد الحشف، البكتيريا التكافلية، اللافقاريات، المنتجات الطبيعية.

Student Name: Idris Abdulrahman

Supervisors Name: Dr Mamdoh Taha Jamal and Dr Satheesh Sathianeson

Genomic Insight into the Diversity of Marine Bacteria Associated with Marine Invertebrates from Red Sea and their Antifouling Potentials.

Marine biofouling which is the accumulation of living organisms on submerged substrates is a major problem for maritime and marine technology sectors. It has economic and environmental consequences which suggest the need for its prevention and control to minimize or eliminate its impact. One of the most important and effective control strategy in practice is the application of chemical biocide in paintings (as coatings) to prevent the attachment of fouling organisms. Due to the detrimental effects of the biocides, several nontoxic and environmentally friendly alternatives are being explored to serve as replacement. In the marine environment, a great diversity of microorganisms exists in association with marine invertebrates where they provide protection in form of chemical defense to their host making them suitable for the study and exploration of new antifouling agents. In this study, natural compounds in the form of secondary metabolites from marine bacteria associated with invertebrates were explored as potential sources of new antifouling compounds. Sponges and soft corals were collected from the Red Sea for the isolation of marine bacteria associated with them. The bacteria were identified with 16S rRNA method as well as morphological and biochemical characteristics. Intracellular and extracellular extracts were obtained from the bacteria associated with two soft coral species identified as *Sarcophyton glaucum* and *Heteroxenia fuscenses* and subjected to antifouling screening. Intracellular extracts were obtained from the sponge *Siphonochalina siphonella* symbionts and the effect of nutritional conditions on the antifouling activity and metabolites produced were analysed. The extracts were evaluated for antibacterial and antibiofilm activity against biofilm forming bacteria isolated from the Red Sea. They were also evaluated for antisettlement and antilarval activity against the larvae of barnacles. Each of the extracts was further evaluated for the detection of metabolites by Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Several bacteria were isolated and identified including members of the genera: *Bacillus, Oceanobacillus,* and *Enterobacter.* The extracts showed antibacterial activity against biofilm bacteria ranging from low to high activity and significant activity against biofilm formation across all the tested strains. Antilarval settlement range from 0 to 100% with little to no toxicity. A change was observed in the activity and the metabolites presence in the extracts when different nutrients were used for the extraction. Compounds detected in the extracts include known antimicrobial metabolites such as Pyrrolo[1,2-a] pyrazine-1,4-dione, hexahydro-3-(2-methylpropyl)-; Pentane, 2,4-dimethyl-2-nitro-, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-phenol and Undecane. Overall, bioactive compounds produced by the symbiotic bacteria associated with marine invertebrates could serve as novel source of antifouling compounds to prevent biofouling formation.

Key words: Biofouling, antifouling, symbiotic bacteria, invertebrates, natural products