समुद्री स्पंज : संभावित उपयोग

अंशिका सिंह एवं नरसिंह ठाकुर

सी.एस.आई.आर. - राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, दोना पावला, गोवा-403 004

सारांश

समुद्री स्पंज (sponge) (पोरिफ़ेरा) ने विभिन्न वैज्ञानिक विषयों में महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त किया है। जीवाश्म रिकॉर्ड में स्पंज द्वारा छोड़े गए निशानों ने दोनों, पुरातत्व वैज्ञानिकों (Paleontologists) और विकासवादी जैव-वैज्ञानिकों (Biotechnologists) का ध्यान आकर्षित किया है। स्पंज विभिन्न प्रकार के रासायनिक अणुओं का उत्पादन करता है, इसीलिये जैव प्रौद्योगिकी के लिये वह एक सोने की खान जैसा है। सूक्ष्मजैव-वैज्ञानिक (Microbiologists) भी इस अद्वितीय जंतु द्वारा मोहित हुए बिना नहीं रह सके। स्पंज में अनोखे सूक्ष्म जीवों की बहुतायत होती है जिनका प्रयोग नई दवाओं की खोज में होता है। कोशीय जैववैज्ञानिक (Cell Biologists) इन जीवों के मूल संगठन को कोशिका और कंकालिक स्तर पर समझने की कोशिश कर रहे हैं। पिछले कुछ वर्षों से आण्विक जैव-वैज्ञानिक (Molecular Cell Biologists) स्पंज जीनोम पर काम कर रहे हैं, जिसमें जिनोम (genome) के जीनों और रोगों के आण्विक तंत्र (Molecular mechanism) के विकास को समझा जा सकता है। इस समीक्षा में यह बताने का प्रयत्न किया गया है कि कैसे अलग अन्त: विषयों (interdisciplinary) द्वारा समुद्री स्पंज की जैव प्रौद्योगिकी क्षमता उपयोग में लाई जा सकती है।

प्रस्तावना :

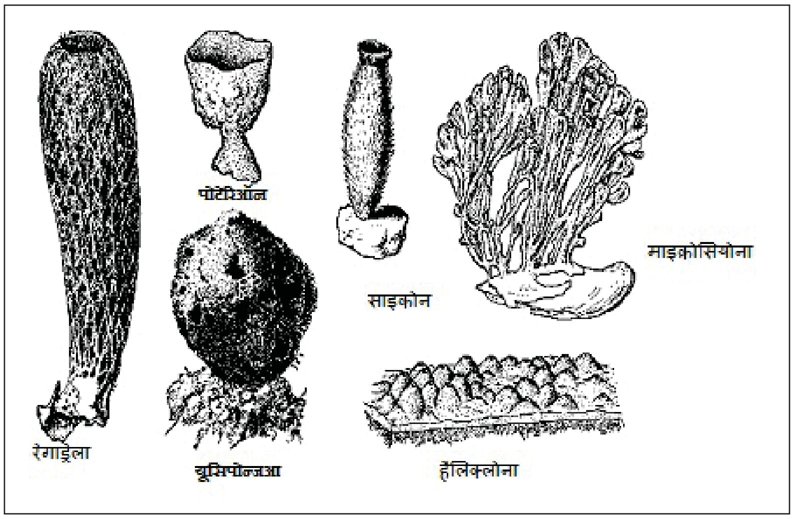
पोरिफ़ेरा अर्थात् छिद्रधारक जंतु सबसे निम्न कोटि के बहुकोशिकीय जंतु होते हैं, इनकी लगभग 10,000 विलुप्त एवं विद्यमान जातियाँ ज्ञात हैं। इन्हें कंकाल के आधार मुख्यत: तीन वर्गों में बाँटा गया है. (गुप्ता, आर.):

1. **हेक्जैक्टिनेल्लिडा (Hexactinellida)** : समुद्री स्पंज, जिनका कंकाल एक रंगहीन, पारदर्शक और चमकदार सिलिका की कंटिकाओं का बना होता है। ये कंटिकायें छ: भुजीय होती हैं। इनका शरीर लगभग 30 सेमी लंबा तथा रंगीन होता है, साथ ही इनमें साइकोन या ल्युकोन श्रेणी की नाल प्रणाली पाई जाती है।

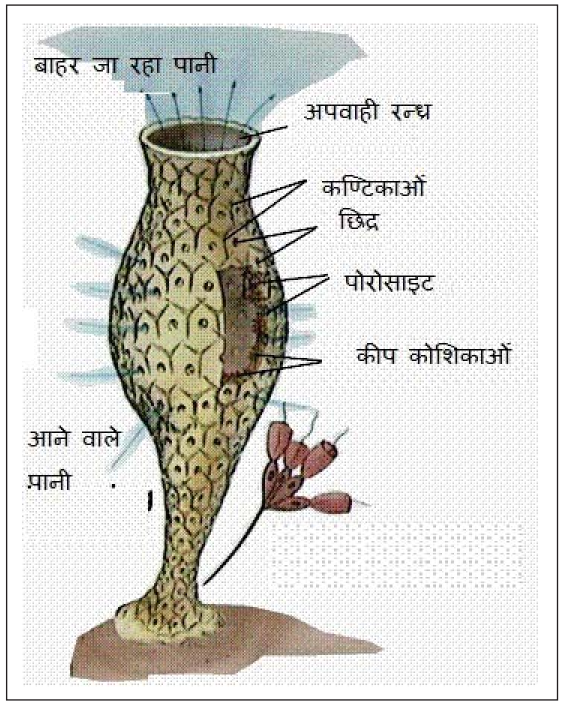
2. **कैल्केरिया (Calcarea)** : समुद्री स्पंज, जिनका कंकाल कैल्शियम कार्बोनेट की बड़ी कंटिकाओं का बना होता है। इनका शरीर लगभग 15 सेमी लंबा तथा सफ़ेद/भूरा होता है। साथ ही इनमें नाल प्रणाली एस्कोन, साइकोन या ल्युकोन श्रेणी की पाई जाती है।

3. **डेमोस्पंजी (Demospongiae)** : ये स्पंज अधिकांश समुद्री होते हैं तथा कुछ स्पंज अलवणजनीय भी होते हैं। इनमें से कुछ में कंकाल नहीं होता तथा कुछ में सिलिका की कंटिकाएँ तो कुछ में गंधकयुक्त प्रोटीन - स्पंजिन के धागों का कंकाल तथा कुछ में सिलिका की कंटिकायें एवं स्पंजिन धागों का बना कंकाल पाया जाता है।

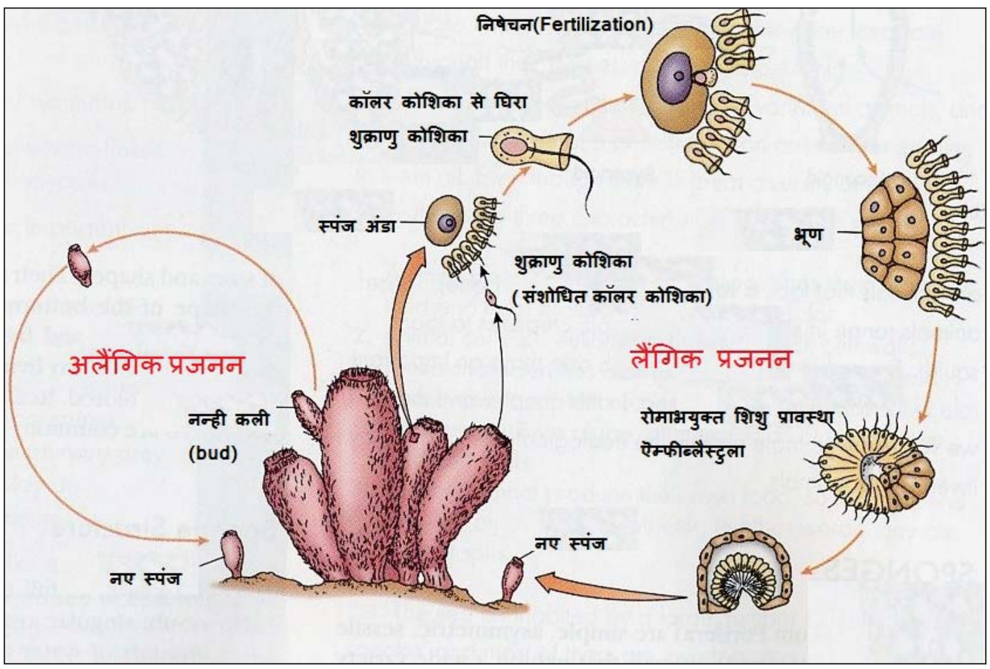
ज्यादातर स्पंज कुछ सेंटीमीटर लंबे होते हैं, लेकिन कुछ कलश के आकार वाले एवं कुछ अनियमित आकार वाले स्पंजों का माप एक सेंटीमीटर (0.4 इंच) से भी कम होता है, जबकि ट्यूब या शाखाओं के आकार वाले स्पंज की लंबाई तथा व्यापक गोल आकृति वाले स्पंज का व्यास एक से दो मीटर तक होता है। स्पंज प्रजाति का आकार, उनकी उम्र, पर्यावरण की स्थिति और भोजन की आपूर्ति के साथ भिन्न-भिन्न हो सकता है। स्पंज के बाहरी स्वरूप में काफी भिन्नता होती है। कुछ जंगली वृक्ष रूपी, तो कुछ उंगली नुमा आकार के होते हैं। विशेष रूप से वर्ग डेमोस्पंजी जिसमें निराकार या अनाकार स्पंज पाये जाते हैं (चित्र1) । डेमोस्पंजी में कुछ प्रजातियां तेथ्य औरन्तियम (Tethya aurantium) गोलाकार रूप में पाई जाती हैं, जिससे उनको ''समुद्री नारंगी'' कहते हैं। अन्य स्पंज कप या पंखे के आकार के होते हैं। स्काइफा (Scypha) जाति के स्पंज नलीदार थैलियों जैसे आकार के होते हैं, जिनकी नोक पर एक स्वतंत्र अपवाही रन्ध्र (osculum) होता है। हेक्साक्टिनेल्लिदा के सदस्य सीधे या बेलनाकार होते हैं। स्पंज भिन्न-भिन्न रंगों में पाये जाते हैं। उथले पानी के स्पंज अक्सर चमकीले रंग के, लाल, पीले, नारंगी और बैंगनी रेंज और कभी-कभी काले दिखते हैं, जबकि गहरे पानी के स्पंज आमतौर पर एक तटस्थ रंग, के या भूरे होते हैं। ज्यादातर कैल्केरियस (calcareous) स्पंज सफेद होते हैं। कुछ स्पंज (जैसे, स्पोंगिल्लिदाए Spongillidae) अक्सर हरे दिखते हैं, क्योंकि हरी शैवाल उनके भीतर एक सहजीवी रिश्ते में रहती है। दूसरे बैंगनी या गुलाबी रंगों के होते हैं, क्योंकि उनके सहजीवी नीली-हरी शैवाल होते हैं। ये सहजीवी अपने रंगों के लिए प्रकाश-संश्लेषण पर निर्भर होते हैं। ये तब तक स्पंज को रंग प्रदान करते हैं, जब तक सूर्य का प्रकाश उपलब्ध रहता है। अंधेरा होते ही ये स्पंज सफेद हो जाते हैं क्योंकि तब कोई प्रकाश-संश्लेषण नहीं होता है और ना ही संश्लेषण में उपयोग रंगद्रव्य (pigments) उत्पादित होते हैं। स्पंज पानी की हर गहराई में मौजूद हैं-ज्वारीय क्षेत्र से लेकर गहरे क्षेत्रों (रसातल) तक। वे सभी अक्षांश पर होते हैं और अंटार्कटिक जल में विशेष रूप से प्रचुर मात्रा में होते हैं। कैल्केरिया और डेमोस्पंजी के सदस्य महाद्वीपीय शेल्फ की चट्टानों पर मुख्य रूप से पाए जाते हैं और हेक्साक्टिनेल्लिद के सदस्य महासागरों और समुद्र के गहरे मैले निचले हिस्सों पर मिलते हैं। कुछ वातावरण में स्पंज प्रचुर मात्रा में मौजूद होते हैं, विशेष रूप से चट्टानों और तटवर्ती इलाकों या किनारे क्षेत्र की गुफाओं में। इसक विभिन्न



चित्र 1: विभिन्न स्पंज प्रजातियाँ
(स्रोत – आत्रेअतिसे ओन जूलॉजी, पार्ट 2 ए ऐन्ड सी ब्लैक, 1900)



चित्र 2 : स्पंज के शरीर का संगठन
(स्रोत–पूर्वेस इत्यादि, लाइफ: द साइंस ऑफ बायोलॉजी, चतुर्थ संस्करण, बी षिनौएर एसोसिएट्स एंड व एच फ्रीमैन)



चित्र 3 : स्पंज का जीवन चक्र (स्रोत–पूर्वेस इत्यादि, लाइफ: द साइंस ऑफ बायोलॉजी चतुर्थ–संस्करण, बी. षिनौएर एसोसिएट्स एंड व एच फ्रीमैन)

प्रजातियों में से एक प्रजाति की सीमित संख्या खारे पानी के लिए अनुकूलित है, और स्पोन्जीलिडे परिवार (डेमोस्पंजी) के सदस्यों की आबादी नदियों और झीलों में बहुतायत से है।

अधिकांश जातियाँ समुद्र में पत्थरों, चट्टानों आदि पर बेजान–सी दिखने वाली अपव्रिधियों के रूप में पाई जाती हैं। स्पंज समूह का प्रत्येक सदस्य निरन्तर समुद्री जल को भीतर खींचता और निकालता है। शरीर में प्रवाहित इसी जलधारा से प्रमाण मिलता है कि ये बेजान अपव्रिधियाँ भी सजीव स्पंज हैं। शरीर की सकल संरचना से एक नाल प्रणाली (canal system) बनती है। देहभित्ति के असंख्य सूक्ष्म छिद्रों (ostia) द्वारा बाहरी जल निरंतर नाल प्रणाली में बहता हुआ

शरीर की प्रमुख देहगुहा या स्पंजगुहा (spongocoel) में पहुँचकर, शरीर के स्वतंत्र अपवाही रंध्र (osculum) द्वारा बाहर निकलता है। बाहर, चपटी पिनैकोसाइट्स (pinacocytes) कोशिकाओं का बना एक्टोडर्मल त्वचीय स्तर (pinacoderm layer) तथा भीतर कीप कोशिकाओं (choanocytes) का बना एन्डोडर्मल जठरीय स्तर होता है। नाल प्रणाली एवं पूर्ण शरीर को साधे रखने के लिये मध्य स्तर में कण्टिकाओं (spicules) या कोलैजन जैसी स्पंजिन नामक गन्धकयुक्त प्रोटीन के धागों (spongin fibres) या दोनों का कंकाल होता है, (गुप्ता, रमेश)। स्पंजों में प्रजनन अलैंगिक (asexual) और लैंगिक (sexual) दोनों ही तरह से होते हैं। जीवन वृत्त में एक स्वतन्त्र रोमाभयुक्त शिशु (ciliated larva) प्रावस्था ऐम्फीब्लैस्टुला (amphiblastula) अथवा पैरेन्काइमुला (parenchymula) पाया जाता है (गुप्ता, रमेश)।

स्पंज के संभावित उपयोग

जैव-अनुकूल (bio-friendly) एवं परिदूषण विरोधी (anti-fouling) कारक के रूप में :- समुद्री वातावरण में सूक्ष्म जीवाणुओं, पौधों, शैवाल और अन्य अवयवों के पानी में डूबी संरचनाओं पर, विशेष रूप से जहाजों के खोल/आवरण (hull) पर अवांछनीय संचय को जैव प्रदूषण कहते हैं। जिसके कारण भारी नुकसान होता है। इससे बचने के लिए विषाक्त बायोसाइड (biocide) का प्रयोग किया जाता है, जिससे पर्यावरण और समुद्र के जीव-जन्तुओं को अवाछनीय किन्तु, भारी हानि पहुँचती है । कई स्पंज एक विषैला या जहरीला रसायन छोड़ते हैं जिससे उनकी ऊपरी सतह पर कोई अन्य जीव-जन्तु नहीं उपनप पाते। इसीलिए स्पंज का उपयोग जैव-अनुकूल परिदूषण विरोधी कारक के रूप में करके अपने पर्यावरण की सुरक्षा कर सकते हैं (वाघ इत्यादि, 1997)।

दवाओं की खोज में : अधिकांश दवाइयाँ प्राकृतिक संसाधनों से प्राप्त होती हैं। वैज्ञानिक आज भी मूल्यवान औषधीय उत्पादकों के लिए उष्णकटिबंधीय है वर्षा वन (rain forest) के जीवों का उपयोग कर रहे हैं। ऐतिहासिक रिकॉर्ड से पता चलता है कि मनुष्य को समुद्री जीवों की विषैली प्रकृति के बारे में प्राचीन काल से जानकारी थी। अब 10,000 से भी अधिक सक्रिय (bioactive) प्राकृतिक पदार्थों (natural products) वाले स्रोतों की जानकारी हो चुकी है, जैसे: स्पंज, मोलस्क (molluscs), ब्रायोजोआ (bryozoa), ट्यूनीकेट्स। (tunicates) इत्यादि। स्पंज से कई स्टेरॉयड (steroids) को अलग किया गया है जिनमें प्रतिसूक्ष्मजीवी सक्रियता होने की पुष्टि हुई है। हैलिकौन्ड्रिया (Haliclondria) प्रजाति से अलग किए गए ओकाडेयिक अम्ल (Okadaic acid) इत्यादि के प्रति सूक्ष्मजीवी सक्रियता पाई गई है। कई टर्पिनायड्स (terpenoids), जिन्हें अलग किया गया है, उनमें भी प्रति-सूक्ष्मजीवी एन्टी-फंगल कोशिकाविषी (cytotoxic) और प्रतिशोधी सक्रियता पाई गई है। स्पंजों से जैव-वैज्ञानिकों ने कई सक्रिय एमीनो-अम्लों (amino acids) को भी अलग किया है (ठाकुर एवं म्यूलर, 2004)।

स्पंज के सूक्ष्म-सहजीवीय साथी (microbial symbionts)

समुद्री जीव सूक्ष्मजीवों के साथ अपने विशिष्ट संबंधों के लिए अच्छी तरह जाने जाते हैं और स्पंज भी इसका कोई अपवाद नहीं है। स्पंज तथा उसके सहजीवीय एक लंबे समय से अनुसंधान का विषय हैं। (ठाकुर एवं म्यूलर, 2005; म्यूलर इत्यादि, 2004)।

भोजन-ग्रहण करते समय स्पंज लगातार समुद्र में उपस्थित बैक्टीरिया को अपने अंदर अवशोषित कर लेता है। दिलचस्प बात यह है कि इन बैक्टीरियाओं का घनत्व आसपास के वातावरण में हुए अस्थायी बदलाव से प्रभावित होता रहता है (ठाकुर इत्यादि, 2004)।

इसके अलावा यह साबित हो गया है कि कुछ बैक्टीरिया स्पंज की मेसोहाइल (mesohyle) में स्थायी रूप से निवास करते हैं और इनसे दोनों के बीच एक करीबी संबंध स्थापित हो जाता है। यह भी अनुमान लगाया गया है कि कुछ स्पंज प्रजातियों में स्पंज जैवभार (biomass) का 40% सिर्फ बैक्टीरिया के कारण होता है। (ठाकुर एवं म्यूलर, 2005)। कुछ मामलों में बैक्टीरिया को ही सक्रिय प्राकृतिक पदार्थों का असल स्रोत माना जाता है (ठाकुर इत्यादि, 2005; म्यूलर इत्यादि 2004; ठाकुर एवं अनिल, 2000)। बैक्टीरिया की तरह ही, स्पंज से संबंध रखने वाले कवक (fungi) को भी बहुत से सक्रिय पदार्थों का असली स्रोत माना गया है।

समस्या और समाधान

स्पंज में सक्रिय चयापचयों का उत्पादन बहुत ही कम मात्रा में होता है। इसीलिये स्पंज के चयापचयों के वाणिज्यिक उत्पादन के लिये बहुत ज्यादा जैवभार की जरूरत होती है। यह समस्या नवीन सक्रिय चयापचयों के खोज के विकास में एक बाधा है, जिसके समाधान के लिये कई वैज्ञानिक जुटे हैं। **इस संबंध में तीन आशाजनक दृष्टिकोण व्यवहार में हैं (ठाकुर एवं म्यूलर, 2004) :**

1. **रासायनिक संश्लेषण :-** रासायनिक संश्लेषण बड़ी मात्रा में स्पंज चयापचयों का उत्पादन करने का सबसे सीधा रास्ता है। हालाँकि रासायनिक उत्पादन का विकास बहुत ही महँगा होता है, खासकर जब वह जटिल नवीन (novel) अणुओं का उत्पादन हो।
2. **प्रयोगशाला में कृत्रिम कोशिका :-** हाल ही में पहला सफ़ल प्रयोग ये दर्शाता है कि स्पंज कोशिकायें प्रयोगशाला में सफलतापूर्वक विकसित हो सकती हैं।
3. **जलीय कृषि :-** स्पंज की जलीय कृषि का एक लंबा इतिहास है पर सभी प्रयास सिर्फ़ स्नान स्पंज (bath sponges) के लिये केन्द्रित हैं। हाल ही में रिपोर्टों से पता चला है कि स्पंज की जलीय कृषि भी सक्रिय चयापचयों के उत्पादन के लिये एक वैकल्पिक दृष्टिकोण हो सकता है (म्यूलर इत्यादि, 2004)।

इस समीक्षा में चार अलग-अलग दृष्टिकोण (रसायन विज्ञान, कोशिका जीवविज्ञान, सूक्ष्म जीवविज्ञान और आण्विक जीवविज्ञान) के माध्यम से समुद्री स्पंजों की जैव प्रौद्योगिकी के प्रयोग के महत्व पर

प्रकाश डाला गया है। इसमें यह बताया गया है कि किस प्रकार स्पंज तथा उसमें रहने वाले बैक्टीरिया का उपयोग नई दवाओं के लिए किया जा सकता है। साथ ही में, स्पंज को एक जैव–अनुकूल प्रदूषण विरोधी कारक की तरह भी काम में लाया जा सकता है। इस दिशा में विकास ना हो पाने में महत्वपूर्ण बाधा है :– स्पंज की मात्रा, जो कि प्राकृतिक रूप से कम मात्रा में उपलब्ध है। इस समस्या का समाधान तीन प्रकार से किया जा सकता है – रासायनिक संश्लेषण, प्रयोगशाला में कृत्रिम कोशिका निर्माण और जलीय कृषि। अत: इस समीक्षा के माध्यम से हमें ज्ञात होता है कि किस प्रकार हम समुद्री जीवों की प्रायोगिक उत्पादकता के विकास में गति ला सकते हैं।

संदर्भ

1. गुप्ता, रमेशः जी.आर.बी. मॉडर्न जूलॉजी अ स्टैण्डर्ड बुक फॉर इंटरमीडिएट, आईएससी एंड सीबीएसई क्लासेज पीएमटी एंड आल इतर मेडिकल एंट्रेंस एक्जाम्स।
2. वाघ, ए. बी.; ठाकुर, एन.एल.; अनिल ए.सी.; वेंकट, के. मरीन स्पोंजेज: अ पोटेंशियल सोर्स ऑफ एको–फ्रेंडली एन्टीफ़ोउलिङ्ग कंपाउंड्स; यू.एस–पैसिफ़िक रिम वर्कशॉप ओन इमर्जि नौन–मेटालिक मैटेरियल्स फॉर द मरीन एनवायरनमेंट; होनोलुलु, हवाली; यू.एस; 18–20 मार्च 1997). ; 3.72–3.79.
3. ठाकुर, एन.एल.एवं.म्यूलर, व.इ.ग. 2004, बायोटेक्नोलोजिकल पोटेंशियल ऑफ़ मरीन स्पोंजेज. करैंट, 86.
4. ठाकुर, एन.एल.एवं.म्यूलर, व.इ.ग. 2005 स्पंज–बैक्टीरिया एसोसिएशन: अ यूजफूल मॉडल टू इक्स्प्लोर सिम्बायोसिस इन मरीन इनवर्टीब्रेट्स. मरीन इकोलॉजी प्रोग्रेस सीरीज, 109–116.
5. म्यूलर, व.इ.ग. इत्यादि, 2004 ऑक्सीजन–कंटेोल्ड बैक्टीरियल ग्रोथ इन द स्पंज सुबेरितेस डोम्न्कुला: टुवार्ड ए मॉलिक्यूलर अंडरस्टैंडिंग ऑफ़ द सिम्बायोटिक रिलेशनशिप्स बिटवीन स्पंज एंड बैक्टीरिया सोसाइटी 70, 2332–2341.
6. ठाकुर, एन.एल., अनिल, ए.सी. एंड म्यूलर, व इ.ग. 2004 कल्चरेबल एपिबैक्टेरिया ऑफ़ द मरीन स्पंज इर्सिनिया फुस्का: टेम्पोरल वेरिएशन्स एंड देयर पॉसिबल रोल इन द एपिबैक्टेरियल डिफेंस ऑफ़ द होस्ट. एक्वेटिक माइक्रोबियल इकोलॉजी, 37, 295–304.
7. ठाकुर, ए.एन. इत्यादि,2005 एन्टी–अन्जियोजेनिक, एन्टी–माइक्रोबियल एंड साइटोटोक्सिक पोटेंशियल ऑफ़ स्पंज–एसोसिएटेड बैक्टीरिया मरीन बायोटेक्नोलॉजी (न्यूयॉर्क, न.य.), 7, 245–52.
8. म्यूलर, व.इ.ग. इत्यादि, 2004. मॉलिक्यूलर/केमिकल इकोलॉजी इन स्पोंजेज: एविडेंस फॉर एन एडैप्टिव एंटीबैक्टीरियल रिस्पांस इन सुबेरितेस डोमन्कुला. मरीन बायोलॉजी 144, 19–29.
9. ठाकुर एन.एल.; अनिल, ए.सी. 2000 एंटीबैक्टीरियल एक्टिविटी ऑफ़ द स्पंज इर्सिनिया रमोसा: इम्पोर्टेन्स ऑफ़ इट्स सरफेस–एसोसिएटेड बैक्टीरिया, जर्नल ऑफ केमिकल इकोलोजी, 26(1) 58–73.
10. म्यूलर, व इ.ग. मैट्रिक्स–मीडियेटेड कनाल फार्मेशन इन प्रिम्मोर्फ्स फ्रॉम द स्पंज सुबेरितेस डोमन्कुला इनवोल्व्स द एक्सप्रेशन ऑफ़ अ सीडी 36 रिसेप्टर–लिगंद सिस्टम, जर्नल ऑफ़ सेल साइंस, 117, 2579090.