स्थिरक भार जल टैंक में बायोफिल्म - सूक्ष्मजीव परिवहन के लिए संवाहक

लिदिता खांडेपारकर, निशांत कुची, लक्ष्मण गरदडे, नियती हेदे, रणजीत ईश्वरन एवं आ.च. अनिल
सी.एस.आई.आर. - राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान संस्थान, दोना पावला, गोवा-403 004

स्थिरक भार जल, मालवाहक जहाजों द्वारा पारगमन के दौरान स्थिरता और गतिशीलता बढ़ाने के लिये टैंक में भरा जाता है। दुनिया भर में सालाना लगभग 3 अरब टन स्थिरक भार जल का निर्वहन किया जाता है। उच्च घनत्व के कारण, सूक्ष्मजीव जहाजों के माध्यम से किसी भी अन्य माध्यम की तुलना में अधिक से अधिक संख्या में दुनिया भर में स्थानांतरित हो रहे हैं। बायोफिल्म समुद्री वातावरण में प्रमुख प्रक्रियाओं में से एक है और यह सूक्ष्मजीवों के लिए एक आश्रय प्रस्तुत करता है। बायोफिल्म में सूक्ष्मजीव (microbial) सांद्रता स्थिरक भार जल की तुलना में दस गुना अधिक होती है। कुछ नमूनों में संभावित रूप से हानिकारक जीवाणु और सूक्ष्म शैवाल पाये गये हैं। तटीय क्षेत्रों में जहाजों के स्थिरक टैंक से पानी, तलछट और बायोफिल्म का निर्वहन, जल में तेजी से फैलने वाली प्रजातियों का प्रमुख संवाहक हैं। जो जीव इस कठोर परिवहन की स्थिति में जीवित रहने की क्षमता रखते हैं, वे नए वातावरण के समुदाय में एकीकृत हो जाते हैं। उनमें से कुछ आक्रामक हो जाते हैं और जलीय पारिस्थितिकी की संरचना और परिस्थिति बदल देते हैं। स्थिरक भार जल में बायोफिल्म के माध्यम से सूक्ष्मजीव आक्रमण के बारे में बहुत कम अध्ययन प्रस्तुत किए गए हैं अतएव इस क्षेत्र में व्यापक अनुसंधान के लिए विस्तृत अवसर है।

तटों पर पारगमन के दौरान खुले समुद्र पर स्थिरता बनाए रखने के लिए मालवाहक जहाज स्थिरक टैंक में पानी भरते हैं। बड़े जहाज अक्सर लाखों गैलन स्थिरक भार जल (ballast water) ले जाते हैं। यह पानी तटीय बंदरगाह क्षेत्रों से लिया जाता है और जहाज के साथ अगले बंदरगाह क्षेत्र पर उस पानी का निर्वहन किया जाता है या छोड़ा जाता है। दुनिया भर में सालाना लगभग 3 अरब टन स्थिरक भार जल का निर्वहन किया जाता है। (Ballast Water News, Issue 14, July-September 2003) सागर में जाने वाले जहाज, स्थिरक भार जल के निर्वहन के माध्यम से आक्रामक, गैर रोगजनक और रोगजनक बैक्टीरिया (bacteria) तथा कई असूक्ष्मजीवों का स्थानान्तरण होता है । (Niimi, 2004) स्थिरक भार जल, जलीय सूक्ष्मजीवों की वनस्पति-हालत और सुप्त-हालत तथा संभावित रोगजनक सूक्ष्मजीव जैसे कि विब्रियो कॉलेरा (Vibrio cholera) 01, 0139 का महत्वपूर्ण प्राथमिक संवाहक (vector) है। (Carlton and Geller, 1993; Ruiz et al. 2000) और तो और, स्थिरक भार जल में कई भौगोलिक क्षेत्रों से जुड़े हुए कई टेक्सोनोमिक (texonomic) समूहों के विभिन्न जीव होते हैं। (Harvey et al. 1999)। जो जीव इस कठोर परिवहन की स्थिति में जीवित रहने की क्षमता रखते हैं, वे नए वातावरण के समुदाय में एकीकृत हो जाते हैं। उनमें से कुछ आक्रामक हो जाते हैं और जलीय पारिस्थितिकी संरचना और परिस्थिति बदल देते हैं। (Nalepa and Schloesser, 1993; Ivanov et al, 2000) सूक्ष्मजीवों को कई स्थानों में पाया जा सकता है जैसे कि जहाज का स्थिरक भार जल, अवशिष्ट तलछट और पानी या आंतरिक टैंक सतहों पर गठित बायोफिल्म (Biofilm) के भीतर (Drake L.A. et al. 2007; Meyer et al., 2000)। बायोफिल्म समुद्री वातावरण में प्रमुख प्रक्रियाओं में से एक है और यह सूक्ष्मजीवों के लिए एक आश्रय के रूप में प्रस्तुत करता है।

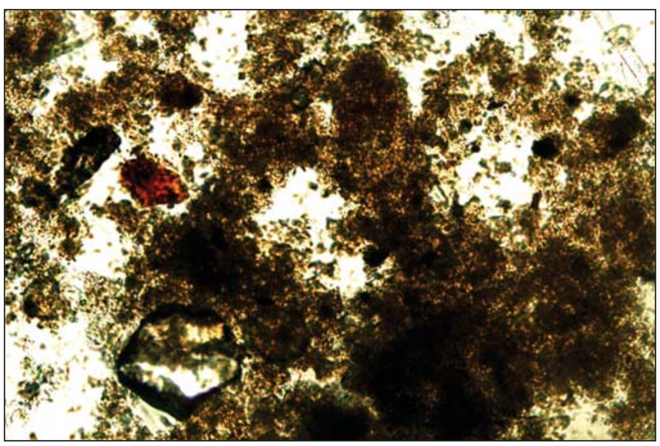
बायोफिल्म, सूक्ष्मजीवों और उनके कोशीय पदार्थ के उत्पादन के सतह से जुड़े समुदाय हैं। बायोफिल्म नम और जलीय सतहों पर सभी प्रकार के वातावरण में सर्वव्यापी हैं, सबसे सौम्य से सबसे चरम स्थितियों तक (Hall-Stoodley et al., 2004) जलीय सतह कुछ हद तक बायोफिल्म, बैक्टीरिया, सूक्ष्म शैवाल, सहयोगी प्रोटिस्ट (protist) (जो कभी-कभी रोगजनक स्थिति को उपस्थित करते हैं) से उपनिवेश हैं। (Decho 1990, 2000) और तो और, जलमग्न सतहों पर बायोफिल्म, जैसे कि गिट्टी टैंक की आंतरिक सतह में, एस्चेरिचिया कोलाई (Escherichia Coli), विब्रियों कॉलेरी (Vibrio cholerae), कोमामोनास टेरीजेना (Comamonas terrigena), स्यूडोमोनास प्यूट्रीफेसिन्स (Pseudomonas putrefaciens), विब्रियो अल्जीनोलाइटीकस (Vibrio alginolyticus), एक्रोमोबेक्टर (Achromobacter) एपीसीज के जलाशय हैं। वे संभवत: और अक्सर गहरे समुद्र में अशांति के दौरान या फिर से स्थिरक भार जल भरने के दौरान टैंक के तलछट के

चित्र 1 - गिट्टी पानी का निर्वहन करता हुआ जहाज ।

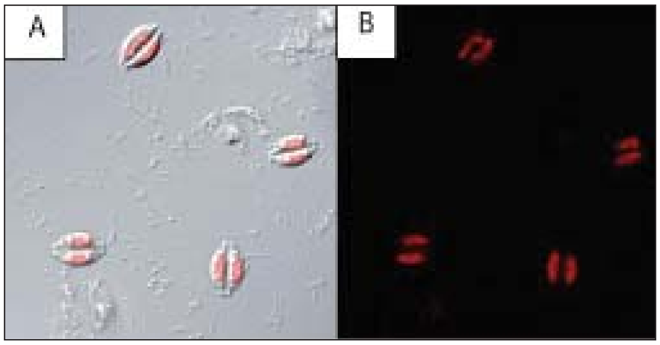
साथ निलंबित होते हैं। परिपक्व बायोफिल्म की मुख्य विशेषता यह है कि ये रासायनिक निस्संक्रामक (Chemical disinfectants), एंटीबायोटिक्स (Antibiotics) और एककोषीय प्रजीव (Protozoans) द्वारा आक्रमण के लिए उच्च प्रतिरोधी सूक्ष्मजीवों को शामिल कर सकते हैं । (Drake, et al. 2005)।

जलीय सूक्ष्मजीवों की संख्या कोपेपोड (copepod) और मछली जैसे मैक्रो (macro) जीवों की तुलना में प्रचुर मात्रा में है। स्वाभाविक रूप से होने वाले बैक्टीरिया और वायरस (virus) की सांद्रता की संख्या $10^6 - 10^{11}$ l^{-1} हैं। (Ducklow and Shiah, 1993; Proctor, 1997; Fuhrman, 1999; Wommack and Colwell,2000)। बायोफिल्म में सूक्ष्मजीव (microbial) सांद्रता स्थिरक भार जल की तुलना में दस गुना अधिक होती है। कुछ नमूनों में संभावित रूप से हानिकारक जीवाणु और सूक्ष्म शैवाल पाये गये हैं । (Drake, et al. 2005)। इस तरह के उच्च घनत्व के कारण, सूक्ष्मजीव जहाजों के माध्यम से किसी भी अन्य आकार वर्ग की तुलना में अधिक से अधिक संख्या में दुनिया भर में स्थानांतरित हो रहे हैं। ऐसे रोगजनक या विषाक्त जलीय बैक्टीरिया, वायरस, प्रोटिस्ट और सूक्ष्म शैवाल का पारिस्थितिकी और आर्थिक संसाधनों पर विनाशकारी प्रभाव हो सकता है।

कई जलीय संघों में गहराई से रोगज़नक जीव-मेजबान सिस्टम का अध्ययन किया है। उदाहरण, वायरस के कारण शैवाल खिलता की समाप्ति (Milligan and Cosper, 1994; Nagasaki et al., 1994; Van Etten et al., 1991; Short and Suttle, 2002), सील (Seal) संक्रमित वायरस। (Muehlstein, 1992; Ralph and Short, 2002)। समुद्री रोगजनक सूक्ष्मजीव स्थलीय रोगज़नकों की तुलना में स्थानीय स्तर पर बहुत तेजी से फैल सकते हैं। (Mc Callum et al.; 2003) और क्योंकि जहाजों द्वारा अपेक्षाकृत तेजी से परिवहन होता है, जलीय रोगजनकों के वैश्विक प्रसार के खतरे, जीवों के अन्य समूहों द्वारा आक्रमण के खतरे से अधिक तीव्र प्रतीत होता है।



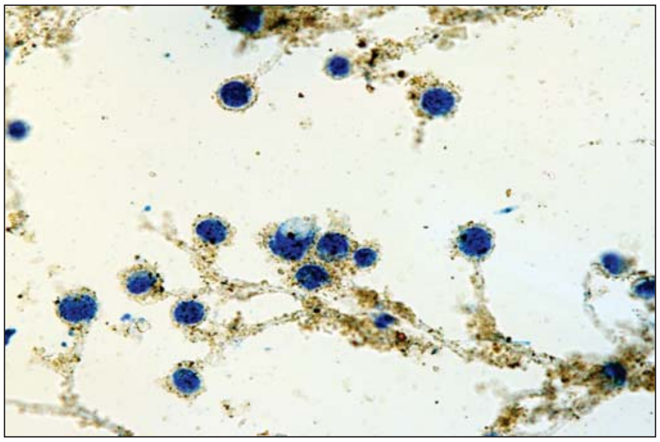
चित्र 2 - 15 दिन पुरानी बायोफिल्म



चित्र 3- डायटम और बैक्टीरिया युक्त बायोफिल्म।

अ. उज्ज्वल क्षेत्र और कोंफोकल (Confocal) सूक्ष्मदर्शी के प्रतिदीप्ति की विलय छवि।

आ. कोंफोकल सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रतिदीप्ति की छवि।



चित्र 4 - लैक्टोफिनोल नीला (Lactophenol Blue) द्वारा अभिरंजक कवक (Fungal) बायोफिल्म।

एसे कुछ अध्ययन ओर किए गए, जिनमें से एक में, कृत्रिम सतहों के कई प्रकार से गठित बायोफिल्म समुदायों को एक स्थिरक टैंक में महासागर जारीय (transoceanic) यात्रा के दौरान तैनात किया गया था। जब इस अध:स्तर (substrate) और संबंधित बायोफिल्म को हटा दिया गया और कृत्रिम समुद्र के पानी में डूबाया गया, वे माध्यमिक बायोफिल्म वरीयता प्राप्त हुआ, जो वर्षों तक जीवित थे । एक अन्य अध्ययन जो चेसापेक बे और ग्रेट लेक से पहुंचने वाले जहाजों में आयोजित किया गया था, जिसमें बायोफिल्म में बैक्टीरिया और वायरस की तरह के कणों का गणन किया गया था। सभी स्थानों पर बैक्टीरिया और वायरस विद्यमान थे। प्रत्येक प्राकृतिक वास जैसे कि स्थिरक भार जल, बायोफिल्म या अवशिष्ट तलछट द्वारा निहित सूक्ष्मजीवों के संभावित कुल संख्या की गणना की गई। इस प्रकार प्रसव के जोखिम का एक पदानुक्रम बनाया गया। जहाज के स्थिरक भार जल में स्थिर बायोफिल्म और उनके माध्यम से माइक्रोबियल आक्रमण में उनकी प्रमुख भूमिका का अध्ययन आवश्यक है, क्योंकि ऐसी रिपोर्ट बहुत कम हैं और इस क्षेत्र में अनुसंधान तुलनात्मक रूप से कम किया गया है।

संदर्भ :

1) नीमी ए.जे. (2004) एनवाइरोमेंटल एंड इकनॉमिक फैक्टर्स केन इंक्रीज द रिस्क ऑफ एक्जोटिक स्पेसीस इन्ट्रोडक्शन टु द आर्कटिक रिजन थ्रू इंक्रीज्ड बलास्ट वॉटर डिस्चार्ज। एनवाइरोमेंटल मैनेजमेंट...।

2) कारल्टोन जे.टी., गेल्लर जे.बी. (1993) इकोलोजिकल रौलेट्टः द ग्लोबल ट्रांसपोर्ट ऑफ नॉन-इंडिजेनस मरीन ओरगनीस्म्स। साइन्स 261:78-82।

3) रूइज जी.एम. राव्लिंग्स टी.के., डोब्ब्स एफ सी, डरके एल.ए., मुल्लादी टी., हुक ए., कोल्वेल्ल आर.आर. (2000) ग्लोबल स्प्रेड ऑफ माइक्रोओर्गेनिज्म बाइ शिप्स। नेचर 408:49-50।

4) हार्वे एम, गिल्बर्ट एम., गौथिएर डी, रेड डी.एम. (1999) ए प्रीलिमनेरी असेस्मन्ट ऑफ रिस्क्स फॉर द बलास्ट वॉटर-मेडियटेड इन्ट्रोडक्शन ऑफ नॉन-इंडिजेनस मरीन ऑर्गनिजम इन द एस्चूएरी एंड गल्फ ऑफ सेंट लॉरेंस। कैनेडियन टेक्निकल रिपोर्ट ऑफ फिशेरिएस एंड अक्वैटिक साइन्स, नंबर 2268, ओट्टावा, ऑन. 56

5) नालेपा टी एफ, शोलेसर डी. डब्ल्यू (ईडीएस) (1993) जेबरा मुससेल्सः बायोलॉजी, इन्पेक्ट्स एंड कंट्रोल। लूइस पब्लिशर्स, बोका रातों, एफ.एल. 810 पी.पी.।

6) इवनोव, वी.पी. कमकिन ए.एम., उशिव्त्जेव वी.बी. शिगानोवा टी., ज्हुकोवा ओ, अलादीन एन, विल्सन एस.एल. हरिबिसन जी.आर. डुमोंत एच जे (2000) इंवेसन ऑफ द केस्पियन सी बाइ द कोम्ब जेलीफिश म्नेमिओप्सिसलेदयी (क्टेनफोरा). बायोलॉजिकल इन्वेसंस 2,255-258।

7) ड्रेक एल ए, डोलबिन एम.ए., डोब्ब्स एफ.सी. (2007) पोटेनशियल मिक्रोबियल बायोइन्वेसंस भाया शिप्स बल्लास्त वॉटर, सेडिमेंट, एंड बायोफिल्म। मार पोललुट बुल 55:333-341।

8) मेयर ए.ई. बैएर आर, हुलस्मन्न एन. गलील बी, फ्रीडमन्न डी. फोर्स्बेर्ग आर (2000) रिस्क अससेस्समेंट, प्रेडिकसन, एंड लिमिटेसन ऑफ ट्रांसपोर्ट ऑफ बायोइंवेडर्स इन बायोफिल्म्स। ऐब्स्ट्रेक्ट बूक। इनः अमेरीकन सोसाइटी ऑफ लिमनोलोजी एंड ओसेनोग्राफी, अक्वेटिक साइन्सेस मीटिंग , जून 5-9, 2000, कोपेनहैगेन, डेममार्क।

9) हाल-स्टूडले एल, कोसतेरटोन, जे डबल्यू, स्टूडले पी (2004) बेक्टेरियल बायो फिल्म्सः फ्रोम द नैचुरल एनवायरनमेंट टु इनफेकटियस डिसिजेस नाट रेव माइक्रोबियल 2:95-108।

10) देचो ए डब्ल्यू (2000) मिक्रोबियल बायोफिल्म्स एन इंटरटाइडल सिस्टम्सः एन ओवरव्यू। कॉन्टिनेन्टल शेल्फ रिसर्च 20, 1257-1273।

11) ड्रैक एल ए, मेयर ए ई, फोर्स्बेर्ग आर एल, बैएर आर ई, डोलबिन एम ए, हैनेमान्न एस, जॉनसन डब्ल्यू पी, काच एम, रुबली पी ए, डोब्ब्स एफ सी(2005) पोटेनशियल इन्वेनसन ऑफ माइक्रोओर्गेनिस्मस एंड पेथोर्जेस भाया 'इनटिरियर हुलल फौलिंग': बायोफिल्म्स इंसाइड बल्लास्त-वॉटर टेंक्स। बायोलॉजिकल इन्वेसंस 7,969-982

12) दक्कलो एच डबल्यू, शियाह एफ के (1993) एस्चुराइन बक्टेरियल प्रॉडक्शन। आई एनः फोर्ड, टी.ई. (एड), अकवाइतिक माइक्रोबायोलोजीः एन इकोलोजिकल आप्प्रोच। ब्लेक्वेल, लंदन, पीपी. 261-284।

13) फुहर्मन जे ए (1999), मरीन वाइरसेस एंड देयर बायोजियोकेमिकल एंड इकोलोजिकल इफेक्ट्स। नेचर 399, 514-548।

14) वोम्मक्क के.ई., कोलवेल आर आर (2000) विरिओप्लंक्टोनः वाइरसेस इन एक्वेटिक इकोसिस्टमस। माइक्रोबायोलोजी एंड मोलीक्युलर बायोलोजी रीव्यूस 55, 586-620।

15) मिल्लीगन के एल डी, कोसपर ई इम (1994) आइसोलेसन ऑफ वाइरस केपेबल ऑफ लाइजींग द ब्राउन टाइड माइक्रोअलगा, औरेओकोक्कुस अनोफागेफ्फेरेंस। साइन्स 266, 805-807।

16) नागासाकी के, एंडो एम, इतकुरा एस, इमाई आई, इशीदा वाई (1994) वाइरल मोर्टेलिटी इन द फाइनल स्टेज ऑफ हेट्रोसिग्माकाशीवो (रफीदोफ्यकेयस) रेड टाइड। जर्नल ऑफ प्लेंकटन रिसर्च 16, 1595-1599.

17) वेन इट्टेन जे एल, लेन एल सी, मेंट्स आर एच (1991) वाइरसेस एंड वाइरसलाइ पार्टिक्लस ऑफ यूकेरिओटिक अलगाए। माइक्रोबायोलोजी एंड मोलीकूलर बायोलोजी रीव्यूज 55, 586-620।

18) शॉर्ट एस एम, सट्टल सी ए (2002) सीक्वेंस एनलीसीस ऑफ मरीन वाइरस कम्यूनिटीज रिविल्स देट ग्रुप्स ऑफ रिलेटेड अलगल वाइरस आर वाइडली डिस्ट्रीबूटेड इन नेचरा। अप्लाइड एंड एनवायरनमेंटल माइक्रोबायोलोजी 68, 1290-1296।

19) राल्फ पी जे, शॉर्ट फ टी (2002) इंपेक्ट ऑफ द वेस्टिंग डीजीज पेथोजेन, लेबीरिनथुला-जोसतेरा, ऑन द फोटोबायोलोजी ऑफ एल्लग्रास जोसतेरा मरीना इकोलोजी प्रोग्रैस सिरीज 226, 265-2711।

20) मेकुलम्म एच, हारवेल डी, डोब्सन ए (2003) रटेल ऑफ स्प्रेड ऑफ मरीन पथोजेन्स। इकोलोजी लेटर्स 6,1062-1067)