स्वच्छ जलीय झींगा, *मैक्रोब्रेकियम लैमेराई* के गिल पर डिटर्जेंट लीनियर एल्काइन बेन्जीन सल्फोनेट का दुष्प्रभाव

संजीव शुक्ल[1], ऋचा शुक्ला[2] एवं यू0 डी0 शर्मा[3]
[1]स्नातकोत्तर प्राणि विज्ञान विभाग, बी0 एस0 एन0 वी0 पी0 जी0 कॉलेज, लखनऊ(उ0प्र0)–226001, भारत
[2]प्राणि विज्ञान विभाग, नवयुग कन्या महाविद्यालय, लखनऊ(उ0प्र0)–226004
[2]अ0 प्रा0 प्रोफेसर, प्राणि विज्ञान विभाग, लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ(उ0प्र0)–226007
sanjiveshukla@gmail.com

सार

प्रस्तुत शोध में डिटर्जेंट (अपमार्जक), लीनियर एल्काइल बेंजीन सल्फोनेट (एल.ए.एस.) द्वारा स्वच्छ जलीय झींगा, *मै ेब्रेकियम लैमेराई* के गिल पर पड़ने वाले दुष्प्रभावों का अध्ययन किया गया है। 0.755मिग्रा./ली.(96घंटे एल.सी.50 का 25%) डिटर्जेंट के गिल पर पड़ने वाले 10 दिन, 20दिन व 30 दिन के उपरान्त दृष्टिगत प्रभाव–क्रमशः गिल पट्टिकाओं में शोथ, अत्यधिक श्लेष्माश्रावण, गिल क्यूटिकिल का टूटना, हाइपरप्लेसिया, अन्तर पट्टिकास्थान में कमी, ऊतकक्षय व हीमोसाइट की अधिकता प्रमुख है। हीमोसाइट संरचना विभेद, केन्द्रक का फूलना व टूटना तथा अन्तरपट्टिकास्थान में एकत्रीकरण मुख्य रूप से 30 दिन के उपरान्त दिखाई देते हैं। समस्त दुष्प्रभाव डिटर्जेंट सम्पर्क की समयावधि के सापेक्ष पाये गये। उक्त शोध पत्र में डिटर्जेंट विषालुता की संभावित क्रिया विधि की विवेचना भी की गयी है।

बीज शब्द– *मै ेब्रेकियम लैमेराई,* गिल, विषालुता, डिटर्जेंट

Effect of detergent, Linear Alkyl benzene sulphonate on gills of freshwater prawn, *Macrobrachium lamarrei*

Sanjive Shukla[1], Richa Shukla[2] and U.D. Sharma[3]
[1]P. G. Department of Zoology B.S.N.V. P. G. College, Lucknow-226001(U.P.) India
[2]Department of Zoology, Navyug Kanya Mahavidyalaya, Lucknow-226004
[3]Retd. Professor, Department of Zoology, University of Lucknow-226007
sanjiveshukla@gmail.com

Abstract

Present paper deals with effect of detergent, Linear Alkyl benzene sulphonate on gills of freshwater prawn, *Macrobrachium lamarrei.* Prawns were exposed to 0.755mg/L(25%of 96hLC_{50}) of detergent for 10, 20 & 30 days showed effects on gills mainly, inflammation, distension, excessive mucous secretion, erosion of cuticle, necrosis, hyperplasia, reduction of interlameller space, heavy influx of haemocytes etc. Degenerative changes, loss of histoarchitecture, deformed haemocytes alongwith nuclear pyknosis and Karyorrhexis were observed after 30days of exposure. Severity of effects was found duration dependent. Possible mechanism of detergent toxicity has also been discussed.

Key words : *Macrobrachium lamarrei,* Gill, Toxicity, Detergent

प्रस्तावना

आधुनिक समय में स्वच्छता के संदर्भ में अतिवादी दृष्टिकोण के चलते विभिन्न प्रकार के डिटर्जेंट के उत्पादन में अत्यधिक वृद्धि हुई है। प्राकृतिक स्वच्छता संसाधनों के अलावा, संश्लेषित उत्पादों में लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट (लैब्स) का प्रयोग अत्यधिक बढ़ा है। पहले यह माना जाता था कि ये डिटर्जेंट जैव–अपघटकीय है तथा इनकी विषालुता अत्यन्त कम है। लैब्स, एनआयोनिक डिटर्जेंट है जो कि जलीय तन्त्र यथा तालाब, पोखर, झील, नदी इत्यादि में मिलने पर जलीय जन्तुओं व पौधों पर हानिकारक प्रभाव डालते हैं। डिटर्जेंट के दुष्प्रभावों का अध्ययन अधिकतर मछलियों के संदर्भ में किया गया है (एबील 1974, बैरडक 1965, राय 1989, मिश्र इत्यादि 1985, ब्राइनी इत्यादि 1989, हुऑग एवं तपाले 2011, जैन इत्यादि 2011, ओगीलीका इत्यादि 2011, जैन इत्यादि 2013क, 2013ख) परन्तु स्वच्छ जलीय क्रस्टेशिया वर्ग के जन्तु व अन्यअकशेरूकी, जो कि विषालुता के संदर्भ में अतिसंवेदनशील है, के ऊपर इस प्रकार के अध्ययनों की कमी है (शर्मा एवं शुक्ल 1990, मुरूथन्यागम इत्यादि 1997, स्टैकैनोनी एवं अबीसा 2011, शुक्ल इत्यादि 2012)। स्वच्छ जलीय झींगा, *मै ेब्रेकियम लैमेराई* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा) लखनऊ व उसके आसपास वर्षानुवर्ष पाया जाता है तथा यह एक आदर्श जैव सूचक की भूमिका निभाने में सक्षम हो सकता है। इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुए डिटर्जेंट, लीनियर

एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट के दुष्प्रभावों का अध्ययन *मै ोब्रेकियम लैमेराई* के गिल पर किया गया है।

संसाधन एवं प्रयोग विधि

स्वच्छ जलीय झींगा, *मै ोब्रेकियम लैमेराई* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा) का संचयन गोमती नदी, लखनऊ(उ0प्र0) के आसपास से मछुआरों की मदद से किया गया तत्पश्चात् उन्हें प्रयोगशाला में 20ली0 क्षमता वाले शीशे के जलपात्रों में रखा गया (वर्मा इत्यादि 2012)। प्रयोग से पूर्व झींगा समूह का 5–7 दिन प्रयोगशाला में अनुकूलन किया गया। डिटर्जेंट, लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट को सोडियम कार्बोनेट की सहायता से पी0एच0–7.0 पर मानकीकृत कर उसका मानक विलयन तैयार किया गया (लाल इत्यादि, 1983)। प्रयोग हेतु प्रयुक्त जल के भौतिक–रासायनिक गुण निम्न थे–

पी0 एच0 – 7.3±0.2, तापक्रम – 26±20°से0, घुलित ऑक्सीजन – 7.0±0.1 मिग्रा0/ली0, कुल कठोरता – 268 ±2.5 मिग्रा0/ली0

प्रयोग हेतु दो जलपात्रों में 20ली0 जल रखा गया। एक में डिटर्जेंट की 0.755 मिग्रा0/ली0 मात्रा (96 घंटे एल0 सी050 का 25%) घोली गयी तथा दूसरे जल पात्र को जिसमे केवल जल था, नियन्त्रित समूह माना गया। दोनों जलपात्रों में 20–20 झींगे रखे गये तथा उन्हें वायु पम्प की सहायता से घुलित आक्सीजन निरन्तर उपलब्ध करायी गयी। प्रति तीसरे दिन झींगों को भोजन दिया गया व डिटर्जेंट का परीक्षण विलयन बदला गया। नियन्त्रित व परीक्षण समूह से झींगों के गिल को क्रमशः 10, 20 व 30 दिन उपरान्त विच्छेदन द्वारा निकाल कर बोइन्स फिक्सेटिव में 24घंटे फिक्स किया गया, तत्पश्चात् सामान्य माइक्रोटोमी विधि द्वारा ऊतकों के पैराफिन ब्लाक बनाकर 5–6 μ मोटाई के सेक्शन काटे गये व इनका हैरिस हीमोटाक्सिलिन व इओसिन विधि से रंजन किया गया। परिपूर्ण स्लाइड्स को ओलिम्पस सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन किया गया तथा छाया चित्र लिए गये। परीक्षण समूह की स्लाइडों की नियंत्रित समूह से तुलनाकर प्रभावों की गणना की गयी। प्रयोग को तीन बार दोहराया गया।

परिणाम एवं विवेचना

स्वच्छ जलीय झींगा, *मै ोब्रेकियम लैमेराई* में आठ जोड़े गिल पाये जाते हैं, जो कि कैरापेस के नीचे दोनों पार्श्व सतहों पर 8–8 की संख्या में व्यवस्थित होते हैं। गिल का निर्माण तिकोने गिल आधार व उस पर दोनों ओर किताब के पन्नों की तरह गिल पट्टिकाओं से होता है। यह संरचना, *पैलीमान* (पटवर्धन 1937) व *मै ोब्रेकियम दयानम* (सेन इत्यादि 2008) के समान है (चित्र 1 व 2)। डिटर्जेंट, लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट गिल पर उल्लेखनीय प्रभाव डालता है। परीक्षण समूह में 10दिन के उपरान्त (चित्र–3व4) गिल पट्टिकाओं में शोथ, श्लेष्मा का अधिक श्रावण व अन्तरगिल पट्टिका स्थान में कमी महत्वपूर्ण प्रभाव है। इस अवस्था में गिल में हीमोलिम्फ कणिकाओं की संख्या में अत्यधिक वृद्धि देखी गयी है।

20 दिन के उपरान्त (चित्र–5 व 6) गिल पट्टिकाओं की उपचर्म (क्यूटिकिल) का टूटना, अत्यधिक श्लेष्मा का श्रावण, हाइपरप्लेसिया व गिल के शीर्षस्थ भाग का फूलना प्रमुख है। इस अवस्था में कहीं–कहीं ऊतक परिगलन (नेक्रोसिस) भी दृष्टिगोचर होता है तथा हीमोसाइट के केन्द्रक का फूलना (पिकनोसिस) व उसकी झिल्ली का टूटना (कैरियोरेक्सिस) भी अधिकांशतः देखा गया है। गिल पट्टिकाओं के ऊतकों के गलने से हीमोसाइट अन्तरपट्टिकास्थान में निकलकर जमा होने लगते हैं तथा अन्तर पट्टिकास्थान अत्यन्त कम रह जाता है। 30 दिन के उपरान्त (चित्र 7 व 8) सभी प्रभावों की तीव्रता बढ़ जाती है। गिल में व्यापक ऊतक अद्यः पतन (डीजेनरेशन) व परिगलन (नेक्रोसिस) के कारण ऊतकीय संरचना लगभग समाप्त हो जाती है। मृत ऊतक गिल पट्टिकाओं के बीच–बीच पाये जाते हैं तथा अधिकांश हीमोसाइट की संरचना प्रभावित पायी जाती है। उक्त सभी प्रभाव डिटर्जेंट सम्पर्क की समयावधि के सापेक्ष पाये गये हैं। नियन्त्रित समूह में गिल में कहीं–कहीं शोथ के अतिरिक्त अन्य कोई प्रभाव नहीं पाये गये।

पानी में घुलित डिटर्जेंट सर्वप्रथम त्वचा व गिल के सम्पर्क में आकर उसे प्रभावित करता है। अत्याधिक श्लेष्मा का श्रावण आविषों के प्रति एक प्रतिक्रिया है, जो विषालुता के प्रभाव को कम करने का प्रयास है। इस प्रकार के प्रभाव अन्य जन्तुओं, पीड़कनाशी व भारी धातुओं के संदर्भ में भी देखे गये हैं (मिश्र इत्यादि 1985, सेन इत्यादि 2008, शुक्ल इत्यादि 2012) जो कि इस अध्ययन से समानता दर्शाते है। डिटर्जेंट जल में घुलने पर उसका पृष्ठतनाव कम कर देते हैं फलस्वरूप घुलित आक्सीजन का गिल द्वारा पूर्णरूप से उपयोग नहीं हो पाता तथा जन्तुओं का श्वसन बाधित होकर उनको बेचैनी होती है व उनके व्यवहार में परिवर्तन आ जाते हैं (बैरडच इत्यादि 1965, राय 1989, वर्मा इत्यादि 2012, कैम्बेल व तपाले 2011)। डिटर्जेंट वसा घोलक होने के कारण कोशिका झिल्लियों को नष्ट कर गिल ऊतकों में शोथ व परिगलन उत्पन्न कर गिल की दीवारों को तोड़ देते हैं फलस्वरूप हीमोलिम्फ कणिकायें अन्तरपट्टिका स्थान में एकत्रित होने लगती हैं व जन्तुओं का श्वसन व अन्य जैवरासायनिक क्रियायें प्रभावित होती हैं। इस प्रकार के प्रभाव मछलियों व अन्य जन्तुओं पर भी देखे जा चुके हैं (एबील 1974, मिश्र इत्यादि 1985, स्टेफेनोनी इत्यादि 2011, जैन इत्यादि 2013क, 2013ख) जो कि प्रस्तुत अध्ययन के परिणामों से अपनी समानता दर्शाते हैं। डिटर्जेंट के प्रभाव से एसिड फास्फेटेज एन्जाइम की वृद्धि होती है (त्रिवेदी इत्यादि 2001, मरूथन्यागम इत्यादि 1997, शर्मा व शुक्ल 2008) जो कि कोशिका–गलन, ऊतक–मृत्यु व कोशिकीय संरचना क्षय का कारण होता है। एसिड फास्फेटेज लाइसोसोम में पाया जाने वाला एन्जाइम है जो कि फास्फेट इस्टर बन्ध को तोड़कर कोशिका–क्षय में सहायक होता है। झींगा के गिल ऊतकों के व्यापक क्षय के संदर्भ में उक्त एन्जाइम की भूमिका भी संभावित हो सकती है।

इस शोध के परिणाम यह प्रदर्शित करते हैं कि डिटर्जेंट लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट स्वच्छ जलीय झींगा के गिल की ऊतकीय सरंचना व उनकी कार्यक्षमता को प्रभावित कर इनके जीवन को संकट में डालते हैं। स्वच्छ जलीय झींगा जलजीव–पालन उद्योग का महत्वपूर्ण घटक है एवं अर्थोपार्जन व विदेशी मुद्रा प्राप्त करने का महत्वपूर्ण साधन है। अतः डिटर्जेंट के अंधाधुंध उपयोग पर विचार करने की आवश्यकता है। स्वच्छ जलीय झींगा विषालुता के प्रति अति संवदेनशील होने के कारण डिटर्जेंट इत्यादि के संदर्भ में जैव–सूचक की भूमिका निभाने में सक्षम हो सकता है।

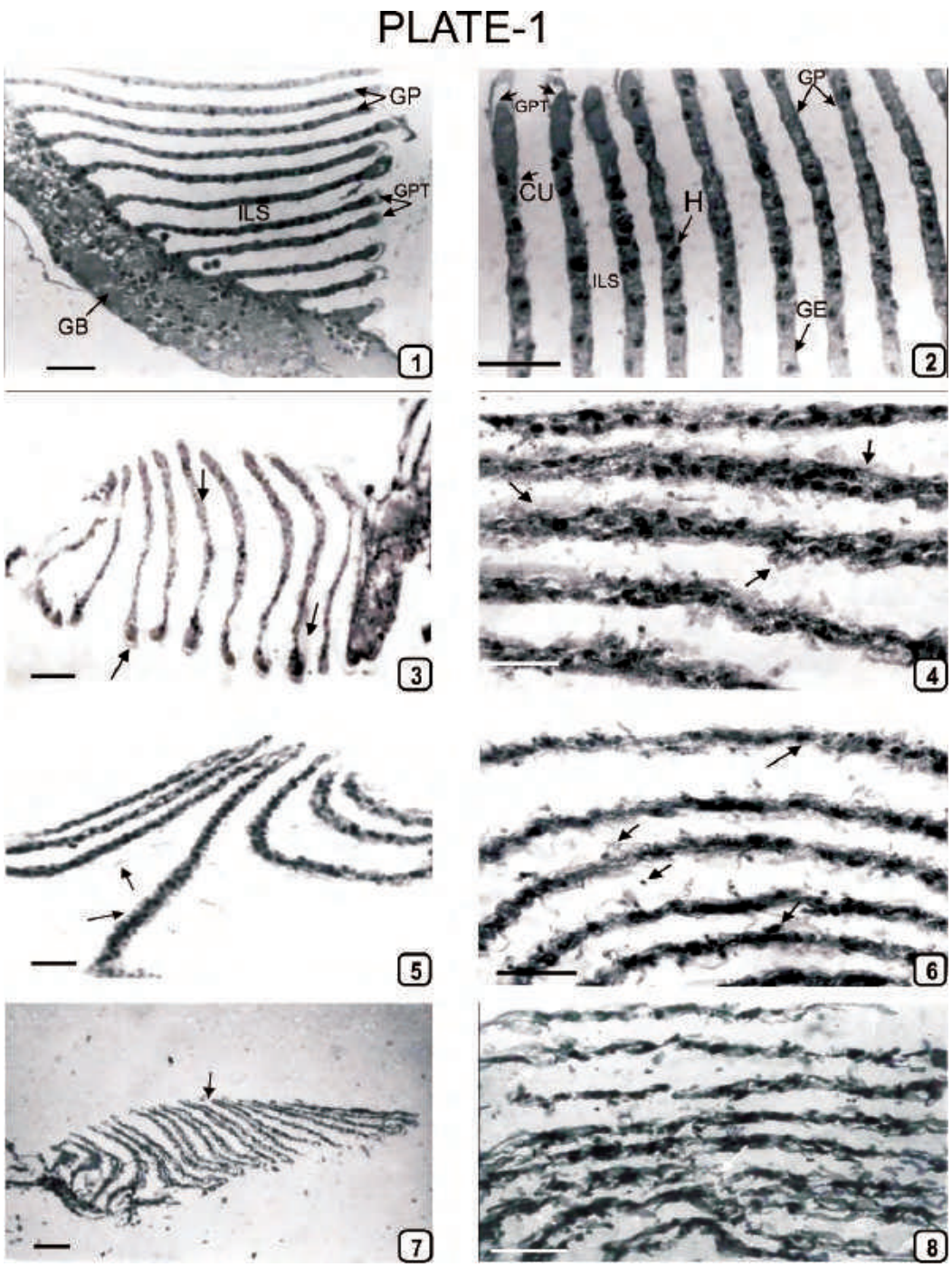
आभार

शोधकर्ता, डॉ0 सुधीश चन्द्र, विभागाध्यक्ष एवं डॉ0 जी0 सी0 मिश्र, प्राचार्य, बी0 एस0 एन0 वी0 पी0 जी0 कॉलेज लखनऊ व विभागाध्यक्ष, प्राणि विज्ञान विभाग, लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ की सहायता व प्रोत्साहन के प्रति धन्यवाद ज्ञापित करते हैं।

संदर्भ

1. एबील पी0 डी0(1974) टॉक्सीसिटी ऑफ सिन्थेटिक डिटर्जेंट टु फिश एण्ड एक्वेटिक इनवर्टिब्रेट्स, ज0 फिश0 बायो0, खण्ड 6, मु0 पृ0 279–298।
2. बैरडक, जे0 ई0; क्यूजिया एन0, एवं होली, ए0(1965) डिटर्जेंट इफेक्ट आन केमिकल सेन्स ऑफ द फिश *इक्टैल्यूरस नेटेलिस,* साइंस, खण्ड 148, मु0 पृ0 1605–1607।
3. मिश्र, वी0; चावला, जी0; कुमार वी0; लाल, एच0 एवं विश्वनाथन पी0 एन0(1985) पैथोमार्फोलॉजिकल चेन्जेज इन गिल्स ऑफ फिश फिन्गरलिंग (*सिरहिना म्रिगाला*) बाई लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट, इकोटॉक्सिकाल, इन्विरान्मेन्टल0 सेफ्टी, खण्ड 10, मु0 पृ0 302–308।
4. त्रिवेदी, एस0 पी0; कुमार, एम0; मिश्रा, ए0; बनर्जी, आई0 एवं सोनी, ए0(2001) इम्पैक्ट आफ लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट (एल0ए0एस0) आन फास्फेटेज एक्टिविटी इन टेस्टिस आफ टीलिओस्टियन फिश, *हेटरोपन्युस्टिस फासिलिस*(ब्लाक) ज0 इन्विरान0 बायो0, खण्ड 22, अंक 4, मु0 पृ0 263–266।
5. कैम्बेल, एस0 एम0; एवं तपाले, वी0 के0(2011) इफेक्ट आफ सबलीथल कान्सेन्ट्रेशन ऑफ हाउस होल्ड डिटर्जेंट आन सर्टेन बायोकेमिकल कान्स्टीटुएन्टस ऑफ कैटफिश *मिस्टस सिंघाला,* बायोसाइन्स0 बायोटेक0 रिसर्च0 कम्यू0, खण्ड 4, अंक 2, मु0 पृ0 198–204।
6. जैन, वी0; मिश्र, के0 डी0 एवं पान्डेय जी0(2011) लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट, ए डिटर्जेंट इन्ड्यूस्ड टाक्सीसिटी आन गिल्स ऑफ *पुन्टियस टिक्टो,* इन्टर0 रिर्स0 ज0 फार्मे0, खण्ड 2, अंक 10, मु0 पृ0 76–78।
7. जैन, वी0; मिश्र, के0 डी0 एवं पान्डेय, जी(2013क) लीनियर एल्काइन बेन्जीन सल्फोनेट टाक्सीसिटी इन किडनी आफ *पुन्टियस टिक्टो,* फिश, इन्टर ने0 ज0 यूनि0 फार्मे0एण्ड बायोसाइन्स, खण्ड 2, अंक 2, मु0 पृ0 383–388।
8. जैन, वी0; मिश्र के0 डी0 एवं पान्डेय जी0(2013ख) इफेक्ट ऑफ लीनियर एल्काइन बेन्जीन सल्फोनेट आन दि लीवर ऑफ *पुन्टियस टिक्टो* फिश, इन्टरने0 ज0 केमि0 एण्ड लाइफ साइन्स, खण्ड 2, अंक 1, मु0 पृ0 1068–1070।
9. हुआँग बाओ–क्वे एवं वैंग डारचाई(1975) कार्नियल डैमेज इन यंग टाइगर पर्च (*टेरापान जरबुआ*) इक्सपोज्ड टु सर्फेक्टेन्ट लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट (एल0ए0एस0), जूलोजिकल स्टडीज, खण्ड 34, अंक 11, मु0 पृ0 41–46।
10. राय0, डी0(1989) टॉक्सिक इफेक्ट ऑफ एन एनायनिक डिटर्जेंट आन लिपिड कान्टीटुएन्ट ऑफ वैरियस सेल टाइपस ऑफ गिल इपीथिलियम ऑफ *रीटा रीटा,* ऐ हिस्टोकेमिकल इन्वेस्टीगेशन, बायोमेडिकल0 इन्विरान0 साइन्स, खण्ड 2, मु0 पृ0 312–317।
11. स्टेफेनोनी, एम0 एफ0 एवं एबीसा डी0 एम0 डी0 एस0(2011) फिजियोलोजिकल रेस्पान्सेज आफ द ब्राउन मसेल *पर्ना पर्ना* (मोलस्का – बाइवैल्विया) एक्सपोज्ड टू दि एन आयोनिक सर्फेक्टेन्ट, लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट (एल0 ए0 एस0) होलोस0 इन्विरामेन्ट, खण्ड 11, अंक 1, मु0 पृ0 44–53।
12. ओगीलीका, डी0 एफ0; एजीमोनी, एल0 आई0 एवं ओकीनेन एफ0 ई0(2011) द टॉक्सीसिटी आफ ए सिन्थेटिक डिटर्जेंट एण्ड ए कोरोजन इन्हिबिटर टु ब्रैकिश वाटर फिश (*टिलैपिया क्वीनेन्सिस*), टर्कि0 ज0 बायो0, खण्ड 35, मु0 पृ0 161–166।
13. बायरनी, पी0; स्पियर, डी0 एवं फार्गुसन एच0 डब्लू0(1989) इफेक्ट ऑफ कैटायनिक डिटर्जेंट आन गिल्स एण्ड ब्लड केमेस्ट्री ऑफ रेन बो ट्राउट, *साल्मो गेरडनेरी,* ड्रिजी0 एक्वेटिक0 आर0, खण्ड 6, मु0 पृ0 185–196।
14. शर्मा, यू0 डी0 एवं शुक्ल, एस0 (1990) बिहैवियरल डिस्फंक्शनस ऑफ फ्रेश वाटर प्रान, *मै ाब्रेकियम लैमेराई* फालोइंग एक्सपोजर टू ए सिन्थेटिक डिटर्जेन्ट, लीनियर एल्काइल बेन्जीन सल्फोनेट, बायो0 मेमॉयरस, खण्ड 16, अंक 1 व 2, मु0 पृ0 58–61।
15. मरूथन्थागम, सी0; रवी, एन0; अरूण, एस0 एवं सुब्रामणियम पी0(1997) इम्पैक्ट ऑफ डिटर्जेंट आन द बायोकेमेस्ट्री ऑफ द फ्रेश वाटर प्रान, *मै ाब्रेकियम लैमेराई* (एच0 एम0 एडवर्ड) इन्विरामेन्ट एण्ड इकोलोजी, खण्ड 15, अंक 1, मु0 पृ0 79–82।
16. शर्मा, यू0 डी0 एवं शुक्ल एस0(2008) एक्युट टाक्सीसिटी ऑफ हैवी मेटल्स एन्ड डिटर्जेंट टु फ्रेश वाटर प्रान, *मै ाब्रैकियम लैमेराई* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा); इनः इन्विरामेन्टल पोल्यूशन एन्ड टाक्सिकोलोजी, सम्पा0 जोशी बी0 डी0, जोशी पी0 सी0 एवं जोशी नमिता–ए0 पी0 एच0 पब्लिशिंग कार्पोरेशन, नई दिल्ली, मु0 पृ0 21–30।
17. शुक्ल, एस0; वर्मा, डी0 आर0; लोधी, एच0 एस0; शुक्ला, आर0; तिवारी, के0 जे0 एवं शर्मा यू0 डी0(2012) हिस्टोपैथोलोजिकल चेन्जेज इन गिल्स ऑफ फ्रेश वाटर प्रान, *मै ाब्रैकियम लैमेराई* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा) आफ्टर कापरसल्फेट एक्सपोजर, इनः फिश बायोलोजी एण्ड इकोटाक्सिकोलोजी सम्पा0ः कुमार, डी0, त्रिवेदी एस0 पी0, जहाँगीरदार, एस0; राजेन्द्रन के0 वी0 एवं पान्डेय बी0 एन0, एल्फा पब्लिकेशन, नई दिल्ली, मु0 पृ0 60–174।
18. वर्मा, डी0 आर0; लोधी, एच0 एस0; तिवारी, के0 जे0; शुक्ल, एस0 एवं शर्मा, यू0 डी0(2010) कापर सल्फेट इन्डयूस्ड चेन्जेज इन स्कैफोग्नेथाइट ओसीलेशन्स एण्ड आक्सीजन कन्जम्पशन आफ फ्रेश वाटर प्रान, *मै ाब्रैकियम लैमेराई* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा) ज0 एप्ला0 एण्ड नेचु0 साइन्स, खण्ड 2, अंक 1, मु0 पृ0 34–37।
19. लाल, एच0; मिश्र, वी0; विश्वनाथन, पी0 एन0 एवं कृष्णामूर्ति सी0 आर0(1983) काम्पेरिटव स्टडीज आन इकोटाक्सिकोलोजी ऑफ सिन्थेटिक डिटर्जेंट, इकोटाक्सिकोल0 इन्विरान्मे0 सेफ्टी0, खण्ड 7, मु0 पृ0 338–345।
20. पटवर्धन, एस0 एस0(1937) द इन्डियन जूलोजिकल मेमॉयरस आन इन्डियन एनीमल टाइप्स (VI) *पैलीमान* (द इन्डियन रिवर प्रान) लखनऊ पब्लिशिंग हाउस, मु0 पृ0 100।

21. सेन, पी0; तिवारी, के0 जे0; शुक्ल, एस0; शुक्ला, आर0 एवं शर्मा यू0 डी0(2008) कैडमियम इन्ड्यूस्ड पैथोमारफोलोजिकल चेन्जेज इन गिल्स आफ फ्रेश वाटर प्रान, *मै ोब्रैवियम दयानम* (क्रस्टेशिया–डीकापोडा), एक्वाकल्ट, खण्ड 9, अंक 2, मु0 पृ0 249–255।



प्लेट–1 के सूक्ष्मद र्शिय छायाचित्रों का विवरण

मै ोब्रेकियम लैमेराई के गिल की अनुप्रस्थ काट के सूक्ष्मदर्शीय छायाचित्र

चित्र 1 व 2 : नियन्त्रित समूह (मापन पट्टी 50µ व 50µ क्रमशः)
चित्र 3 व 4 : परीक्षण समूह 10 दिन उपरान्त (मापन पट्टी 50µ व 50µ क्रमशः)
चित्र 5 व 6 : परीक्षण समूह 20 दिन उपरान्त (मापन पट्टी 50µ व 50µ क्रमशः)
चित्र 7 व 8 : परीक्षण समूह 30 दिन उपरान्त (मापन पट्टी 100µ व 50µ क्रमशः)

CU= क्यूटिकिल GB= गिल आधार, GE= गिल इपी थीलियम, GP= गिल पट्टिका, GPT= गिल पट्टिका शीर्ष, H= हीमोसाइट, ILS= अन्तर पट्टिका स्थान