समुद्री अम्लीकरण का जीव और कीट डिंभको पर प्रभाव

■ ललिता वि. बरगी
■ लिदिता खांडेपारकर
■ ए. सी. अनिल

सारांश:

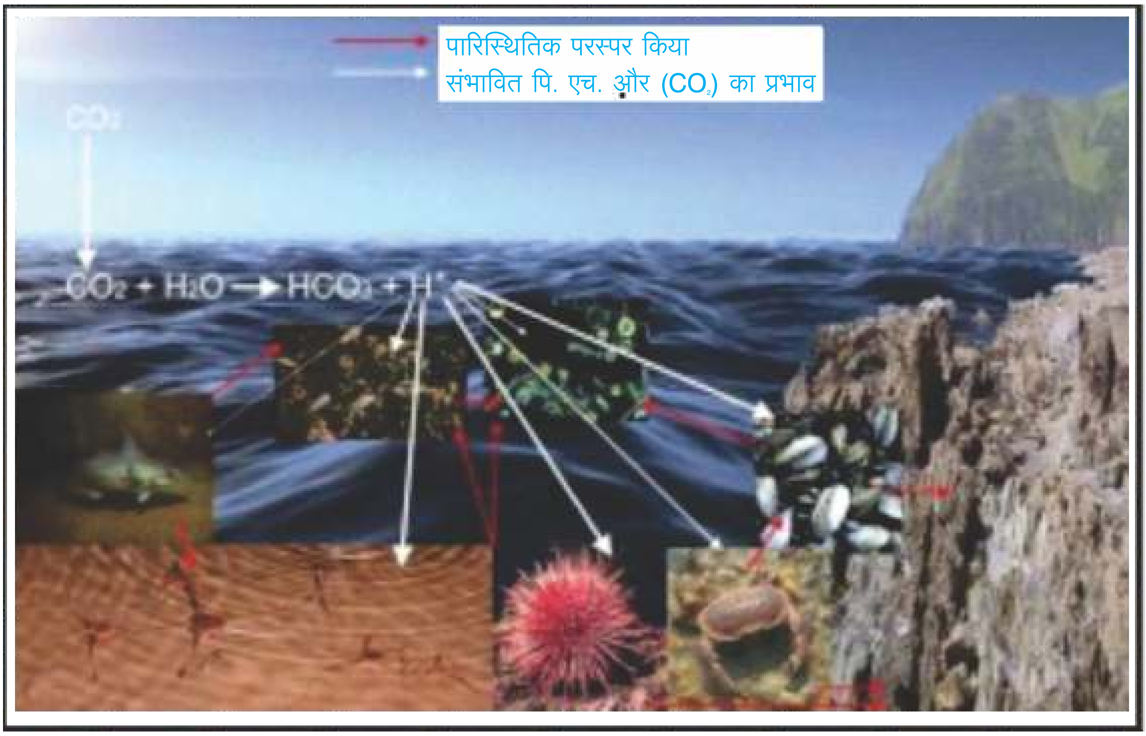
वायुमंडलीय कार्बन डायओक्साईड (CO_2) के बढ़ने के परिणामस्वरूप, दुनिया के महासागर और अधिक अम्लीय हो रहे हैं, और इस परिवर्तन की दर तेजी से बढ रही है। इस समुद्री अम्लीकरण से समुद्री जैव विविधता के कई संगठनात्मक स्तर पर महत्वपूर्ण शारीरिक, पारिस्थितिक और विकासवादी परिणाम हो सकते हैं। कीट डिंभक विकास के चरण का नाज़ुक हिस्सा माने जाते हैं; वे चयन, भर्ती और जनसंख्या के रखरखाव में आवश्यक है और ये पर्यावरण के बदलाव के प्रति सवेदनशील हैं। इन समुद्री जीव पर, खासकर इनके विकास के चरणों पर इस पि.एच. (pH) परिवर्तन के प्रभाव पर बहुत कम जानकारी है। समुद्री अम्लीकरण अनुसंधान अपनी प्रारंभिक अवस्था में है, और यह क्षेत्र तेजी से बढ रहा है। इस अनुच्छेद में, हम कीट डिंभकों के चरणों पर समुद्री अम्लीकरण से होने वाले प्रभाव पर प्रकाशित स्त्रोतों और जो अभी प्रगति में है उनकी समीक्षा करेंगे।

आधार शब्द: समुद्री अम्लीकरण, कार्बन डायऑक्साइड, कीट डिंभक, चयन, भर्ती

परिचय

कई चल रहे वैश्विक मानवीय परिवर्तन प्रक्रियाओं में से, बढ़ते वायुमंडलीय कार्बन डायऑक्साइड से समुद्री जीव और जैव भू रसायन शास्त्र पर गहरा प्रभाव पडने की सम्भावना है (चित्र.1.) । जब कार्बन डायऑक्साइड समुद्र के पानी में घुल जाता है तब समुद्री कार्बोनेट रसायन विज्ञानं और पि.एच. में बदलाव लाता है (दोना कम हो जाते हैं) । पि.एच. के कम होने की इस प्रक्रिया को समुद्री अम्लीकरण कहा जाता है. पिछले 200 वर्षों में बढती कार्बन डायऑक्साइड के वजह से समुद्र के पानी का पि.एच. 0.1 इकाई से कम हुआ है (Caldeira and Wickett, 2003; Orr et al., 2005) । यह भविष्यवाणी है कि सन् 2100 में वायुमंडलीय कार्बन डायऑक्साइड सांद्रता 1200 पी.पी.एम. तक पहुंच सकती है, जिसके परिणामस्वरूप समुद्री पि.एच. 0.3–0.4 इकाइयों से घट सकता है (Caldeira and Wickett, 2003; Raven et al., 2005)। अम्लीकरण के जैविक और पारिस्थितिक परिणामों के बारे में हमारा ज्ञान अब भी अपनी प्रारंभिक अवस्था में है (Raven et al., 2005) । इस समुद्री अम्लीकरण से समुद्री जैव विविधता के कई संगठनात्मक स्तर पर महत्वपूर्ण शारीरिक, पारिस्थितिक और विकासवादी परिणाम हो सकते हैं (Portner et al., 2004, 2005; Raven et al., 2005)।

जैसे जैसे कार्बन डायऑक्साइड बढता है और पि.एच. घटने लगता है वहां कार्बोनेट आयन की उपलब्धता कम होने लगती है, जिसकी वजह से कैल्शियम कार्बोनेट सरंचनाओं का विघटन हो सकता है । इसका गहरा प्रभाव कुछ प्रजातियों पर हो सकता है जिनके कैल्शियम कार्बोनेट के कंकाल होते हैं (मूँगे की चट्टान, कुछ पादप प्लवक, मोलस्क और एकिनोडर्म्स) हैं ।. समुद्री अम्लीकरण अनुसंधान मुख्यत: इन कैल्केरियस समुद्री जीवों पर खासकर मूँगे की चट्टानों और कोकोलिथोफोर पर केन्द्रित किया है ।

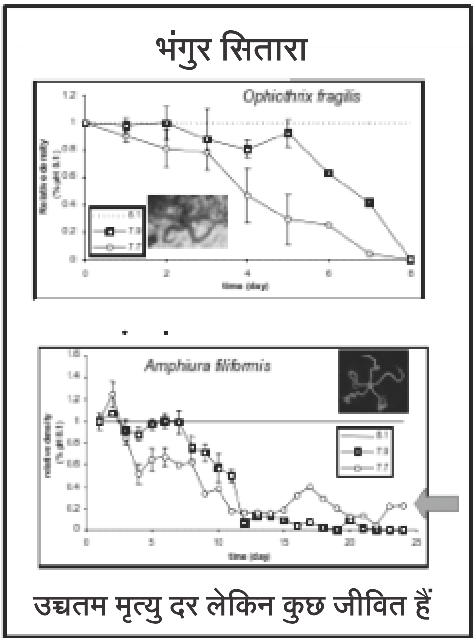


चित्र.1.

1) अस्तित्व पर प्रभाव

यह व्यापक रूप से स्वीकार किया गया है कि कीट डिंभक विकास के चरण का नाज़ुक हिस्सा हैं; वे चयन, भर्ती और जनसंख्या के रखरखाव में आवश्यक हैं, और ये पर्यावरण के बदलाव के प्रति संवेदनशील हैं, पोर्टनर एवं फैरेल 2008। कुछ प्रजातियों में पि.एच. में थोड़ी सी कमी भी गंभीर प्रभाव डाल सकती है उदाहरण के लिए, भंगुर सितारा (फिओथ्रिक्ष फ्रागिलिस (Ophiothrix fragilis) के लार्वा में पि.एच. की कमी (0.2 इकाइयों) के कारण केवल 8 दिनों के निषेचन के बाद, 100% मृत्यु दर है (Dupont et al., 2008)। मृत्यु दर में वृद्धि कई अन्य प्रजातियों में भी देखी गई है, जैसे की क्रस्टेशियन (अकार्टिया टोंस (Acaritia tonsa), सेमिबलानुस बलनोइड्स (Smibalanus balanoides) (Findlay et al., 2008)), मोलस्क (मिटिलुस एडुलिस (Mytilus edulis) (Gazean et al., 2008), क्रस्सोस्ट्रिया गिगास (Crassostrea gigas) (Parker et al., 2008; Kurihara 2008)) और एकय्नोदेर्म्स अम्फिउरा फिलिफोर्मी (-Amphiura filiformi), ब्रिसोप्सिस ल्यिफेरा (Brisopsis lyrifera) (Wren et al., 2008); एचिनोदेर्मता मल्ही (Echinometra mathaei) (Kurihara and Shirayama, 2004; Kurihara et al., 2004). कम पी.एच. में समुद्री साही (स्त्रोंग्य्लोसन्त्रतुस द्रोएबचिएन्सिस (Strongylocentrotus droebachiensis)) और नॉन कैल्सिफाइंग ट्यूनिकेट लार्वा में मृत्यु दर में कमी पाई गई है (चित्र.2) (Dupont and Thorndyke, 2008).

चित्र.2.



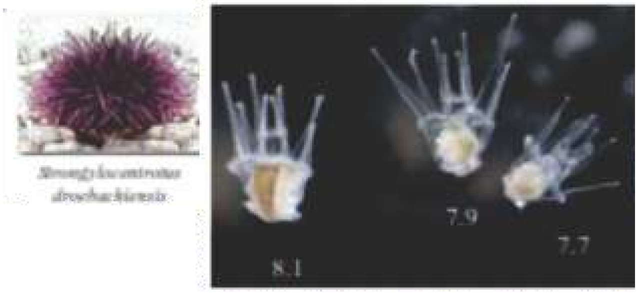
2) विकास दर पर प्रभाव

समुद्री अम्लीकरण विकास दर में कमी के साथ जुडा हुआ है । कम पी.एच. में लार्वा के विकास में अधिक समय लगता है। प्लवक में मृत्यु दर ज्यादा होती है, और अगर लार्वा ज्यादा समय प्लवक पानी में बिताता है तब शिकार होने की सम्भावना ज्यादा होती है. कुछ प्रजातियों में उनके विकास में विलम्ब उन मृत्यु दर के साथ कम से कम सह संबद्ध है। कम पी.एच. में समुद्री साही परसन्त्रोतुस लिविडुस (Paracentrotus lividus) ज्यादा दिन लगते हैं पोस्ट मेटामोर्फिक चरण तक पहुँचने के लिए (चित्र.3), लेकिन इस चरण तक पहुँचने वाले लार्वा की संख्या काफी अधिक है (Dupont and Thorndyke, 2008). वास्तविक दुनिया में विकास में इस देरी से लार्वा के अस्तित्व पर अन्य परिणाम हो सकते हैं । जल्दी विकास संभवत: लाभप्रद है और विलंबित विकास से विलंबित सेटीलेमेंट होता है, जिससे ये स्थानीय आबादी को प्रभावित कर सकते हैं । प्लवक पानी में मृत्यु दर ज्यादा होती है, और अगर लार्वा ज्यादा समय प्लवक पानी में बिताता है तब उसके शिकार होने की संभावना बढ जाती है। ये सब एक उच्च गुणवत वास में (Miner, 2005; Elkin and Marshall, 2007) इसके आलावा, जहाँ कई पारिस्थितिक प्रक्रियाएं सिंक्रोनाइज़ हैं उदहारण के लिए, बनाकल लार्वा जो प्लवक में है वो वसंत खिलने के साथ मेल खाते हैं । यदि लार्वा के विकास में विलंब हो तो वे वसंत खिलने के साथ सिंक्रनि हासिल नहीं किया जाएगा (Findlay et al. 2008) । भर्ती का समय भी महत्वपूर्ण है कयोंकि देरी से बसने से कम उत्तरजीविता पाई जाती है (Kendall et al., 1985) ।

3) पत्थराना पर प्रभाव

ज्यादा कार्बन डायऑक्साईड की सांद्रता के कारण समुद्री पानी में कैल्सियम कार्बोनेट की संतृप्ति में कमी हो रही है। इसलिए समुद्री अम्लीकरण समुदाय का ध्यान पत्थराना और काल्सिफ्यिंग प्रजातियों पर ज्यादा है । कम पी.एच. में (7.9) भंगुर सितारा, ओफिओथ्रिक्ष फ्रागिलिस (Ophiothrix fragilis) में गहरा कंकाल विरुपताएं देखा गया है (चित्र.4.) (Dupont et al. 2008)। सीप और मुस्सेल लार्वा में कम पी.एच. (7.8) से ज्यादा संख्या में विकृत गोले देखे गए हैं (Kurihara, 2008) । लार्वा के कंकाल पर समुद्री अम्लीकरण का बहुत कम प्रभाव है (Dupont and Thorndyke, 2008). उदाहरण के लिए कम पी.एच. में भले ही कुछ अनियमित खनिज और कटाव समुद्री साही में देखा गया हो लेकिन उनके सकल आकारिकी और न तो उनकी योग्यता को प्रभावित किया है (चित्र. 5.) (Clark et al., 2008).

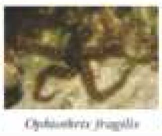
समुद्र साही

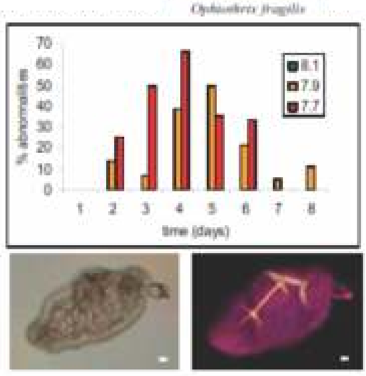


चित्र.3.

कम पी.एच. में विकास में देरी

भंगुर सितारा

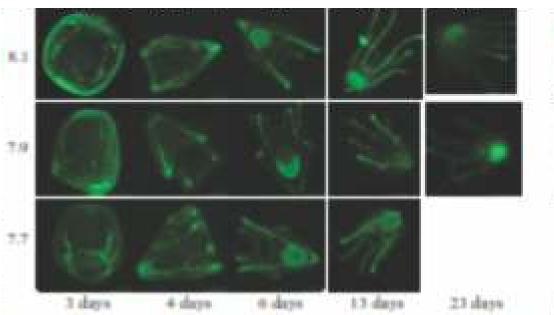




चित्र.4

कम पी एच. में असामान्य कंकाल का विकास

समुद्र साही



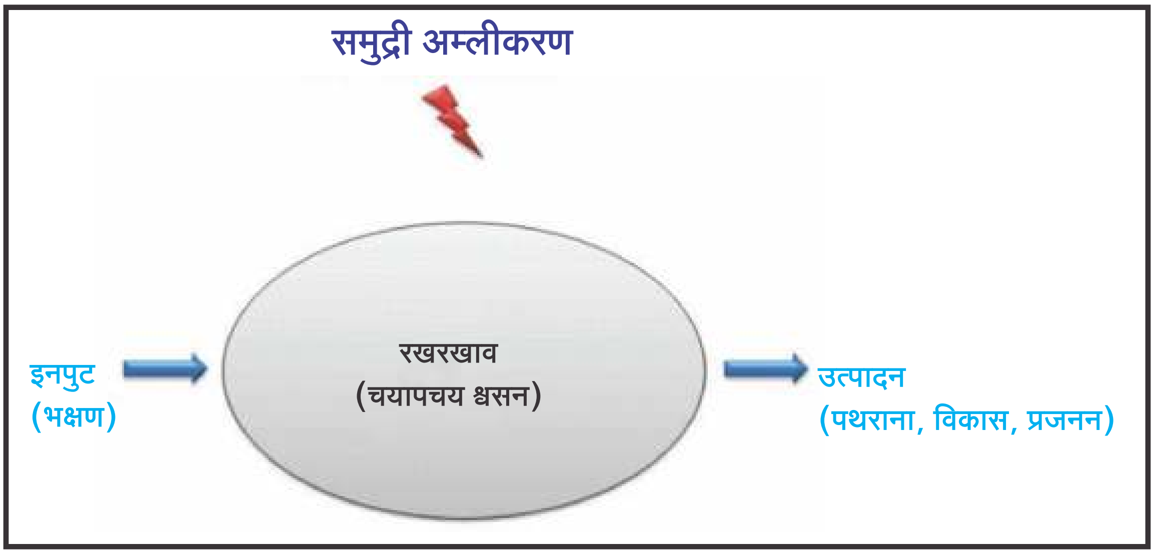
चित्र.5.

कंकाल विकास पर समुद्र अम्लीकरण का कोई असर नहीं

4) शारीरिक क्रिया पर प्रभाव

समुद्री अम्लीकरण कई शारीरिक मापदंड को प्रभावित करता है और पत्थराना उनमें से एक है (Portner, 2008). भक्षण एक प्रमुख शारीरिक प्रक्रिया है जो समुद्री अम्लीकरण से प्रभावित हो सकता है. उदहारण के लिए, कम पी.एच. में एचिनोदेर्म लार्वा में भक्षण क्षमता बहुत कम हो जाती है जिससे मेटामोर्फोसिस में देरी होती है और इनमें मृत्यु दर भी ज्यादा होती है।

(Valtilingon et al., 2001) । भक्षण पर समुद्री अम्लीकरण के प्रभाव से हम अन्य प्रक्रियायों पर (जैसे कि – अस्तित्व, विकास दर और ऊर्जा पत्थराना सहित निर्भर प्रक्रिया) होने वाले इसके प्रभावों को समझ सकते हैं (चित्र. 6.).



चित्र.6.

जीवों का अनुकूलन

समुद्री अम्लीकरण के प्रति अनुकूल रहने की जीवों की क्षमता के बारे में हम बहुत कम जानते हैं । एक बहु पीढ़ी प्रयोग में जो कोपीपोड़ (अकार्टिया टोंस (Acartia tonsa)) पर किया गया था, उससे यह पता चला कि केवल एक ही पीढी पर समुद्री अम्लीकरण का प्रभाव था और अन्य पीढियों पर इसका कोई परिणाम नहीं था, शायद ये पीएच के प्रतिं अनुकूलित हो चुके थे (Kurihara, 2008).

संदर्भ

Caldeira, K. and Wickett, M. E.: Anthropogenic carbon and ocean pH, Nature, 425, p. 365, 2003.

Orr, J. C., Fabry, V. J., umont, O., et al.: Anthropogenic ocean acidification over the twenty-firstcentury and its impact on calcifying organisms, Nature, 437, 681-686, 2005.

Raven, J., Caldeira, K., Elderfield, H., Hoegh-Guldberg, O., Liss, P., Riebesell, U., Shepherd,J., Turley, C., and Watson, : Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide, Policy document 12/05, www.royalsoc.ac.uk, The Royal Society, UK, 2005.

Portner, H.-O., Langenbuch, M., and ReipschlaCger, : Biological impact of elevated ocean CO_2 concentrations: lessons from animal physiology and Earth history, J. Oceanogr., 60, 705 -718, 2004.

Portner, H. O. and Farrell, P. Physiology and climate change, Science, 322, 690 - 692, 2008.

Dupont, S., havenhand, J., Thorndyke, W., Peck, L., and Thorndyke, M.: Near-future level of CO_2-driven radically affects larval survival and development in the brittlestar Ophiothrix fragilis, Mar. Ecol-Prog. Ser., 373, 285 - 294, 2008.

Findlay, H. S., Kendall, M. ., Spicer, J. I., and Widdicombe, S.: Future high CO_2 in the intertidal zone compromises development and hatching success of barnacle (Semibalanusbalanoides) embryos, Mar. Ecol-Prog. Ser., submitted, 2008.

Parker, L. M., Ross, P. M., and O'Connor, W. .: The impact of ocean acidification and temperature on the reproduction and development of oysters and the potential of genetic differences to ameliorate climate change, in: Second International Symposium on the Ocean in a High- CO_2 world, Book of Abstracts and Programme, 69 October 2008, Monaco, 18, 2008.

Kurihara, H.: Effects of CO_2-driven ocean acidification on the early developmental stages of invertebrates, Mar. Ecol-Prog. Ser., 373, 275 - 284, 2008.

Wren, J., Thorndyke, M., and Dupont, S.: Impact of CO_2-driven climate change on sea urchin early life history combined effects of ocean acidification, temperature and food concentration, in: Proceedings of the SETC Europe 19th Annual Meeting, Goteborg, Sweden, 31 20 May-4 June 2009, submitted, 2008.

Clark, D., Lamare, M., and Barker, M.: Response of sea urchin larvae (Echinodermata: Echinoidea) to reduced seawater pH: a comparison among a tropical, temperate and a polar species, Mar. Biol., submitted, 2008.

Orr, J. C., Fabry, V. J., umont, O., Bopp, L., Doney, S. C., Feely, R., Gnanadesikan, Gruber, N., Ishida, ., Joos, F., Key, R. M., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Matear, R., Monfray, P., Mouchet ., Najjar, R. G., Plattner, G. K., Rodgers, K. B., Sabine, C. L., Sarmiento, J. L., Schlitzer, R., Slater, R. D., Totterdell, I. J., Weirig, M. F., Yamanaka, Y., and Yool, .: nthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying 15 organisms, Nature, 437, 681- 686, 2005.

Valtilingon, D., Morgan, R., Grosjean, P., Gosselin, P., and Jangoux, M.: Effects of delayed metamorphosis and food rations on the perimetamorphic events in the echinoid Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) (Echinodermata), J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 262, 41-60, 2001.

Kurihara, H., Shimode, S., and Shirayama, Y.: Effects of raised CO_2 concentration on the egg production rate and early development of two marine copepods (Acartia steuri and Acartia erythraea), Mar. Poll. Bull., 49, 721-727, 2004.

Dupont, S. and Thorndyke, M.: Ocean acidification and its impact on the early life-history stages of marine animals, in: Impact of Acidification on Biological, Chemical and Physical Systems in the Mediterranean and Black Seas, CIESM[2] Mongraph 36, in press, 2008.

Miner, B.G.: Evolution of feeding structure plasticity in marine invertebrate larvae: a possible trade-off between arm length and stomach size, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 315, 117-125, 2005.
Elkin, C. and Marshall, S.J.: Desperate larvae: influence of deferred costs and habitat requirements on habitat selection, Mar. Ecol-Prog. Ser., 335, 142-153, 2007.

Kendall, M., Bowman, R. S., Williamson, P., and Lewis, J. R.: nnual recruitment of Semibalanus balanoides, Ecology, 84, 384390, 1985.