एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ की सक्रियत : समुद्री पर्यावरण में तंत्रिआविषी पदार्थों का एक सूचक

ए. सरकार और डी. वशिष्ट

समुद्री प्रदूषण और ईकोटोक्सिकोलोजि अनुसंधान समूह
राष्ट्रीय समुद्र विज्ञान केन्द्र, दोना पाउला - गोवा.

प्रस्तावना

समुद्री प्रदूषण वास्तव में एक बहुत ही चिन्ता का विषय है क्योंकि समुद्री पर्यावरण विभिन्न प्रकार के विषैले पदार्थों द्वारा लगातार दूषित हो रहा है । समुद्री पर्यावरण में विभिन्न प्रकार के उच्च दीर्घस्थायी विषैले पदार्थ पाये जाते हैं, जिसके अन्तर्गत आर्गैनोक्लोरीन (Organochlorine) (OC) कीटकनाशक पदार्थ (जैसे DDT, HCHs, Aldrin, Dieldrin, Endrin आदि), Polychlorinated biphenyls (PCB), Polyaromatic हाइड्रोकार्बन (PAHs), Planer Haloginated Aromatic Hydrocarbons (PHAH), विषैले धातु जैसे सीसा (Pb), पारा (Hg), कैडमियम (Cd), आर्सेनिक (As) आदि प्रमुख हैं । इन विषैले पदार्थों के अवशेषों का (कार्बनिक और अकार्बनिक) समुद्री जीवधारयियों की विभिन्न प्रजातियों के ऊतकों में संचय होता हैं जो उनकी शारीरिक स्थिति को गंभीर क्षति पहुंचाते हैं । इसके अतिरिक्त खाद्य श्रृंखला के माध्यम से इन विषाक्त पदार्थों की सांद्रता में वृध्दी होने से समुद्री परिस्थिति की तंत्र के स्वास्थ्य पर एक गंभीर खतरा मंडार रहा है । वास्तव में तटीय क्षेत्र में औद्योगिकरण और नगरीकरण के परिणामस्वरूप समुद्री प्रदूषण एक वैश्विक समस्या बन गया है ।

हाल के कुछ वर्षों में, प्रगतिशील मानव गतिविधियों के कारण समुद्री पर्यावरण में विषाक्त पदार्थों के स्तर में काफी हद तक वृध्दि हुई है । समुद्री पर्यावरण विभिन्न प्रकार के विषाक्त पदार्थ, अप्रत्यक्ष रूप से नदियों के अतिप्रवाह से या प्रत्यक्ष रूप से शहरी, कृषि, औद्यगिक कचरे को सीधे समुद्र में विसर्जन करने से प्रभावित होता है । घरेलू अपशिष्ट को अनुचित तरीकें से अलवण जल और तटीय वातावरण में निर्मुक्त करने से एक गंभीर खतरा उत्पन्न होता है, जैसेः (क) दूषित जल में स्नान से उत्पन्न रोगजनक जीवाणुओं से मानव स्वास्थ्य समस्याएँ, (ख) निलंबित ठोस कण, (ग) अत्याधिक पोषक का निवेश, (घ) जैव रासायनिक ऑक्सीजन की आवश्यकता, (ई) प्लास्टिक और अन्य समुद्री मलवा, (च) परितंत्र में जीव समष्टि का प्रभाव और (छ) भारी धातु और अन्य विषैले पादार्थ, जैसे पॉली सुगंधित (Polyaromatic) हाईड्रोकार्बन (PHAs), कीटनाशकों, पॉली-क्लोरीनयुक्त बाईफिनाईल (PCBs) । इन प्रदूषको का परिक्षेपण और स्वांगीकरण करने की तटीय क्षेत्रों की प्राकृतिक क्षमता एक हद तक ही सीमित हैं । इसलिए यह तटीय क्षेत्र सूक्ष्म जीवधारियों (बैक्टीरिया, वायरस, विषाक्त प्लेकटॉन) और रासायनिक प्रदूषकों से प्रदूषित हैं ।

इस क्रियाविधि को समझना अत्याधिक आवश्यक है जो दूषित पदार्थों के प्रवाह का तटीय और जैविक प्रभाव को ही नियंत्रण नहीं करती बल्कि चिकित्सीय और पर्यावर्णीय जोखिम के रूप मे स्वीकार्य स्तर को भी निर्धारित करती है । समुद्री पर्यावरण के अधिकांश दूषित पदार्थों को उच्च यथार्थमापी यंत्रों द्वारा मापा जाता है परन्तु समुद्री पारिस्थिति की तंत्र इतना जटिल है कि, इस सूक्ष्म स्तर का मूल्यांकन करना बहुत ही कठिन है । लेकिन आधुनिक विश्लेषणात्मक संसूचन तकनीकों के विकास द्वारा इन कठिनाइयों को दूर किया गया है जो उच्च संवेदनशील उपकरण जैसे GC, GC-MS/MS, AAS, ICP-Mass आदि की सहायता से रासायनिक प्रदूषकों की सान्द्रता निम्न स्तर पर भी ात कर सकते है ।

इन दीर्घस्थायी प्रदूषकों के स्तर मे खाद्य श्रृंखला के माध्यम से जैव आवर्धन द्वारा निम्न पोषण रीति से उच्च पोषण रीति तक लगातार विृध्द होती हैं । यह देखा गया है कि सील मछली और व्हेल के खाद्य श्रृंखला में शीर्ष स्थिति पर होने के कारण इनकी कुछ प्रजातियों में यह प्रदूषक सर्वोच्च स्तर पर पाए गए हैं । इन समुद्री खाद्यों का इस प्रकार विषात्त यैगिकों द्वारा संदूषण से मानव स्वास्थ्य पर गम्भीर दबाव उत्पन्न हो रका है । यहाँ तक की कीटनाशक पदार्थों (Organochlorine pesticide) के अवशेष समुद्री पर्यावरण के विभिन्न क्षेत्र जैसे पानी, अवसाद और बायोटा में मिले हैं ।

यह जानना बहुत ही रोचक होगा कि, यह विषैले पदार्थ किस प्रकार समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में प्रवेश करते हैं । नदियाँ, वातावरण, सीधे समुद्र सन्निक्षेपण और जहाजी गतिविधियाँ समुद्री पर्यावरण को दूषित करने के विभिन्न निवेश कारक हैं । ये विषात्त पदार्थ समुद्र के परिसर में प्रवेश करते ही विभिन्न प्रकार के पदार्थों के सम्पर्क में आते है और पानी, निलम्बित पदार्थ, अवसाद और जीवधारियों के बीच संक्रमण करते है । कापिपोड (Copepods) में आर्गैनोक्लोरीन का संचय सीधे शोषण से (Sorption), समुद्री सूक्ष्म कणों से या दूषित आहार ग्रहण करने से होता हैं ।

सारणी -१ में विभिन्न प्रकार के समुद्री जीवधारियों में विषात्त पदार्थों की सान्द्रता को दर्शाया गया है । सारणी -२ में भूमध्य सागर, पूर्वी चीन सागर, अटलांटिक महासागर, एजियन सागर (Sarkar and Everaarts, 1998), उत्तरी सागर (Boon et al, 1985), पूर्वी जावा सागर (Boon et al, 1989), बंगाल की खाड़ी (Sarker and Sen Gupta, 1988a), अरब सागर (Sarker and Sen Gupta, 1991; Sarker et al, 1997) और भारतीय महासागर (Sarker, 1994) ऑस्ट्रेलियाई तट) के तटीय क्षेत्रो में PCBs, t-HCH, γ-HCH और dieldrin की औसतन सान्द्रता को दर्शाया गया है । मिस्र (Egyptian) के तट के साथ भूमध्य सागर में आर्गैनोक्लोरीन के निवेश का परमुख माध्यम नील नदी है जो काफी मात्रा में PCBs (19.3ng/1) का योगदान करती है (Everaarts and Sarkar, 1998)

सारणी -१ समुद्री जीवधारियों में विषाक्त पदार्थों (Contaminants) का संचय स्वरूप

Contaminants	Edible clams[a]	Crustacean[b] (crabs, shrimp)	Deep sea Fish[c] (Mora moro) (Musicle tissue)	Seabird[d] (Herring gull)	Ringed Seal blubber[e]
Total DDT (ng/g)	0.6 - 3.4	18 - 24	7.4 - 12.6	0.2 - 18.8	34.8 - 904
Total PCBs (ng/g wet wt)	1.6 - 15.4	6.1 - 14	13.8 - 24.0	4.0 - 340	501 - 6010
Total PAHs ($\mu g\ g^{-1}$ wet wt)	2.1 - 24.5	98 - 180	0.2 - 0.6	0 - 333	65.8 - 140.7

सारणी -२ तटीय क्षेत्रों में आर्गैनोक्लोरीन विषाक्त पदार्थ की औसतन सान्द्रता

	आर्गैनोक्लोरीन							
तटीय क्षेत्र	PCBs नदी मुहाना (River Mouth)	PCBs तट (Coast)	t-DDT नदी मुहाना (River Mouth)	t-DDT तट (Coast)	γ-HCH नदी मुहाना (River Mouth)	γ-HCH तट (Coast)	Dieldrin नदी मुहाना (River Mouth)	Dieldrin तट (Coast)
भूमध्य सागर	19.3	8.9	2.7	9.7	0.1	4.4	nd	nd
भूमध्य सागर (b,1)	65	nd	13	nd	nd	nd	0.9	nd
पूर्वी चीन सागर (b)	9.3	4.9	nd	nd	nd	nd	nd	nd
अटलांटिक महासागर (s)	7.4	5.8	15.2	14.3	nd	nd	nd	nd
एजियन सागर (w)	2.1	1.8	0.4	0.6	0.02	0.03	0.3	0.2
उत्तरी सागर (b,1)	5069	13500	440	145	100	43	183	27
पूर्वी जावा सागर	192	200	156	143	34	70	Nd	Nd
बंगाल की खाड़ी (b,1)	0.95	0.98	103	209	51	46	126	145
भारतीय महासागर (ऑस्ट्रेलियाई तट)	9.02	21.1	0.3	nd	nd	nd	nd	Nd

w, water (ng/L); s, sediment (ng/g); b (1), biota (ng/g, lipid basis)

भारी धातु से समुद्री प्रदूषण :

भारी धातुएँ, जो मिट्टी और चट्टानों के प्राकृतिक घटक हैं, अपक्षणय और अपरदन के परिणाम स्वरूप वातावरण में प्रवेश करते हैं। इनमें से कई धातुएँ जैवीय तौर पर आवश्यक हैं परंतु वे भी अपनी कुछ निश्चित सीमा से ऊपर जीवजात (biota) को विषाक्त करने की क्षमता रखते हैं। औद्योगिकीकरण के बाद से इन धातुओं, जसै आर्सेनिक, कैडमियम, तांबा, पारा, सीसा, जस्ता और निकल की अप्राकृतिक मात्रों को जलीय वातावरण में निर्मुक्त किया जा रहा है। यें धातुएँ समुद्री जीवधारियों द्वारा उनकी पारगम्य सतहों जैसे गिल्स और पाचन तंत्र में निष्क्रिय उद्ग्रहण (passive uptake) की सहायता से संचय करती है। कोशिकीय धातु विषाक्तता (cellular metal toxicity) का मुख्य कारण कोशिकीय एन्ज़ाइम्स की रासायनिक निष्क्रियणता है जो जीव वृध्दि पर नकारात्मक प्रभाव डालती हैं। इसके अलावा पर्यावरण में धातुओं की उच्च मात्रा जीवों के प्रजनन और व्यवहार को भी संभावित रप से प्रभावित करती हैं (Haynes et al, 2000)।

समुद्री पर्यावरण इस तरह से बढ़ते हुए संदूषक (Contaminants) के सम्मिश्र की कम मात्रा के प्रभाव को ध्यान में रखते हुए समुद्री प्रदूषण का मूल्यांकन बहुत अहम हो गया हैं। इस संदर्भ में तंत्रिआविषी पदार्थों द्वारा समुद्री प्रदूषण के जैव- विश्लेषण (biomonitoring) हेतु समुद्री जीवधारियों में एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (acetylcholinesterase) की सक्रियता का मापन एक उपयोगी उपकरण हैं। विभिन्न प्रकार के विषाक्त पदार्थ जैसे कैडमियम, तांबा, सीसा, आर्गैनोफासफोरस (organophosphorus) और कार्बामेट (carbamate) कीटनाशकों द्वारा एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ का संदमन के कई रिकार्ड भी उपलब्ध हैं। (Eto, 1974; Zinkl et al, 1987; Galgani et al, 1992; Beyers and Sikaski, 1994; Geulhermino et al, 1988;m Cajaravalle et al, 2000; Das and Sarkar, 1980; Das et al, 1979; Sarkar, 1992; Sarkar and Das, 1980; Sarkar, 1985; Sarkar and Sen Gupta, 1986; Sen Gupta et al, 1991)।

वास्तव में, एसीटिलकोलिन एस्टरेज एंजाइम मांसपेशियों के ऊतकों की पेशीतंत्रिका संगम (neuro-muscular junction) में तांत्रिक चालन प्रक्रियाओं में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। तंत्रिआविषी (neurotoxic) पदार्थों से उत्पन्न पर्यावरण में खतरे का मूल्यांकन करने के लिए, विभिन्न प्रकार के समुद्री जीवधारियों के एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ एंजाइम के संदमन की मात्रा को एक विशिष्ट जैव मार्कर (biomarkar) के रूप में प्रयोग किया गया है।

एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (AChE) एंजाइम आमतौर पर कशेरूकीय (Vertebrates) औ गैर कशेरूकीय (non-vertebrates) पशुओं की झिल्लियों में उपस्थित होता है (Bocquene et al, 1997)। यह एंजाइम उत्तेजित झिल्लियों में आयोनी धाराओं के नियंत्रण और पेशीतंत्रिका संगम में तंत्रिका चालन प्रक्रिया में मुख्य भूमिका निभाता हैं। एसीटिलकोलिन एस्टरेज (AChE) एंजाइम का मुख्य कार्य तंत्रिका प्रेषी (neurotransmitter) का तेजी से जल-

अपघटन (hydrolysis) करना है, जबकि ब्यूटाईलकोलिमएस्टरेज़ (BChE) के लिये अभी तक कोई विशिष्ट प्राकृतिक सब्सट्रेट ज्ञात नहीं हुआ हैं। कोलिनएस्टरेज (cholinesterase) (ChE) एंजाइम अकशेरुकीयों में अत्याधिक बहुरूपी एंजाइम है । कीड़ों में केवल एक ही जीन (gene) जबकि सूत्रकृमी (nematodes) में तीन जीन (gene) कोलिन एस्टरेज़ (ChE) एंजाइम को कोडित (encodes) करती है । शीर्षकशेरुक (Cephalochordata) जीवों में असममित प्रकार के कोलिनएस्टरेज (ChE) एंजाइम का पता चला है । Becquene et al (1997) ने Crassostrea gigas, Sepia officinalis और Mytilus galloprovincialis जैसे मोलस्कों में दो विशिष्ट ChE पता लगाया हैं । तंत्रिका के अंत में क्रिया विभव (action potential) उत्पन्न होते ही पेशीतंत्रिका संगम पर एसिटाइलकोलिनएस्टरेज़ (acetylcholinesterase) एंजाइम निर्मुक्त होता है और मांसपेशी और तंत्रिका के बीच (जो 100 A चौड़ा है) स्थान में एकत्रित होता हैं । एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (acetylcholinesterase) एंजाइम और एसीटिलकोलिन (acetylchloline) सबस्ट्रेट के बीच प्रतिक्रिया को कुछ इस तरह से बताया जा सकता है :

$$(CH_3)_3N^+CH_2CH_2OCOCH_3 + HE \longrightarrow (CH_3)_3N^+CH_2CH_2OCOCH_3/HE$$

(Acetylcholine) (Esterase) (Enzyme substrate complex)

$$(CH3)3N+CH2CH2OCOCH3/HE \longrightarrow (CH3)3N+CH2CH2OH + CH3COE$$

(Enzyme substrate complex) (Choline) (Acetylated enzyme)

$$CH3COE + H2O \longrightarrow CH3COOH + HE$$

(Acetylated enzyme) (Acetic acid) (Esterase)

एन्टिकोलिनएस्टरेस (Anticholinesterase) जैसे आर्गैनोफासफेट (organophosphate), कार्बामेट (carbamate) कीटनाशक, विषैले भारी धातुएँ कैडमियम (Cd), सीसा (Pb), और तांबे (Cu) आदि AChE के उत्प्रेरकी साइट के साथ बध्य हो कर एंजाइम की सक्रियता का संदमन करते है जिसके परिणामस्वरप तंत्रिक संचरण (neurotransmission) में एक विषम तनाव उत्पन्न होता है।

ऐसे बहुत सारे प्रतिलेख भी उपलब्ध है जिनमें इन कीटनाशकों और विषाक्त भारी धातुओं द्वारा कोलिएस्टरेस के संदमन का अध्ययन किया गया है । इस जैव-मार्कर (biomarker) तमनीक को व्यापक रूप से प्रयोगशाला और फील्ड में समुद्री जीवों पर इन विषाक्त पदार्थों के मूल्यांकन हेतु प्रयोग किया गया है । (Zinkl et al, 1987; Galgani et al, 1992; Beyers and Sikaski, 1994; Geulhermino et al, 1998; Cajarvalle et al, 2000; Das and Sarkar, 1980; Das et al, 1979; Sarkar, 1992; Sarkar and Das, 1980; Sarkar, 1985; Sarkar and Sen Gupta, 1986; Sen Gupta et al, 1991) I

एंजाइम सक्रियता का संदमन (Inhibition of Enzyme Activity) :

एंजाइम की संदमन विभिन्न प्रकार से होते हैं । चतुर्थक (Quarternary) अमोनियम यौगिकों द्वारा संदमन एक उत्क्रमणीय अभिक्रिया है जब इसके विपरीत आर्गैनोफासफोरस एस्टार (organophsophate esters) द्वारा संदमन अनुत्क्रमणीय अभिक्रिया है । इस प्रक्रिया में एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ एंजाइम की एस्टारिक (esteric) साइट का फोस्फेटीकरण (Phosphorylation) होता है ।Krupka (1996) के अनुसार एंजाइम संदमन के बीच की अभिक्रिया एंजाइम -सबस्ट्रेट प्रतिक्रिया के अनुरूप है । इस प्रस्तावित मॉडल में AChE के साथ आर्गैनोफसफोरस संदमक (Inhibitors) की प्रतिक्रिया सामान्य अभिक्रिया के एसिटिलीकरण की तरह है, जिसे निम्मलिखित समीकरण द्वारा समझाया जा सकता है (Krupka, 1966) :

$$(RO)_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}-X + HOE \xrightarrow{K} (RO)_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{P}-X + OE + HX$$

$$K = \frac{1}{tI} Ln \frac{100}{b}$$

K= द्वि-आणविक वेग नियतांक (biomolecular rate constant), T= समय, मिनट (time in minutes), I= मोलर संदमक सान्द्रता (molar inhibitor concentration), b= अवशिष्ट सक्रियता का प्रतिशत (percentage residual activity), R= एल्किल (alkyl group), E= एंजाइम (enzyme),I= संदमन (inhibition) और X= हलाईड्स (halides)

संदमक (I) की सान्द्रता एंजाइम (E) की तुलना में बहुत अधिक रहती है और प्रतिक्रिया के दौरान लगभग एक समान हो जाती है, इसलिए यह द्वि-आणविक प्रतिक्रिया (biomolecular) होते हुए भी प्रथम श्रेणी गतिज (first order kinetics) का अनुगमन करती है ।

यद्यपि वेग नियतांक एंजाइमी प्रतिक्रिया को रोकने (inhibotory) की क्षमता को व्यक्त करने का एक उचित माध्यम है, इसे I_{50} के मूल्य के द्वारा भी दर्शाया जाता है । वास्तव में यह संदमक की वह मोलार (molar) सान्द्रता ह जो एंजाइमी प्रतिक्रिया का 50% संदमन करने के लिये आवश्यक है । इसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा अभिव्यक्त किया जाता है ।

$$I_{50} = \frac{0.695}{tK}$$

यहाँ I_{50}= 50% संदमन (50% inhibition), t=समय (time), K= वेग नियतांक (rate constant)

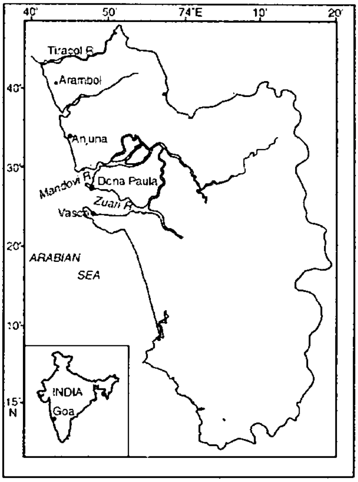
फॉसफोरस एस्टर की अपक्रांतिकता (reactivity) और कोलिन एस्टरेज़ (cholinesterase) के संदमन के बीच का संबंध, हमेशा की तरह आदर्श नहीं होता है। Main (1964) ने इस प्रतिक्रिया की उत्क्रमणियता के बारे में विश्लेषण किया है। इस प्रतिक्रिया की उत्क्रमणियता, संदमक (inhibitor) का कोलिन एस्टरेज़ (cholinesterase) की सक्रिय साइट के प्रति आकर्षण और फोसफोरिकरण की दर पर निर्भर करता है। विभिन्न बलगतिज (kinetic) विधियों के उपयोग द्वारा Ki, बंधुता स्थिरांक (affinity constant), Kp, फोसफोरिकण स्थिरांक (phosphorisation constant), और द्वि-आणविक संदमन नियतांक (bimolecular inhibition constant) को निर्धारित किया जा सकता है (Fukuto, 1969; Aldridge, 1950; Aldridge, 1952)। Kp (फोस्फेटीकरण स्थिरांक) और Ki (बंधुता स्थिरांक) का अपेक्षाकृत अधिक मूल्य होने के कारण किसी निश्चित समय पर संकुलन (complex) की मात्रा बहुत कम होती है, जिसके फलस्वरप यह प्रथम कोटी गतिज (first order kinetics) और द्वि-आणविक (bimoleular) प्रतिक्रिया अनुगमन करती है।

$$K_i = \frac{K_{-1}}{K_1}$$

Fukuto (1969) की परिकल्पना के अनुसार एंजाइम संदमन (inhibition) में त्रिविमी (steric) कारकों की एक महत्वपूर्ण भूमिका होती है और संभवतः इस लिये फॉसफोरस एस्टर और एंजाइम के बीच त्रिविम अन्योन्यक्रिया (steric interaction) से बंधुता स्थिरांक (Ki) प्रभावित होता है।

यदि किसी तरह से एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (Acetylcholinesterase) नष्ट हो जाता है, या किसी अनुत्क्रमणीय ढंग से बंधा रह जाता है या फिर एक ऐसे संकुलन का गठन करता है जिसमें से उसके निर्मुक्त होने की गति प्राकृतिक परिस्थितियों से भी धीमी होती है, तब एसीटिलकोलिन (Acetylcholin) जो सब्स्ट्रेट है, मांसपेशियों की ग्राही सतह (receptor surface) से नहीं हट सकता है जिसके कारण मांसपेशियाँ सामान्य से अधिक विध्रुवित (depolarized) रहती है और जो कई क्रिया विभव (action potential) को उत्पन्न करती ह। जिसके कारण मांसपेशियों में स्फुरण (अनैच्छिक संकुचन) की संभावना बढ़ जाती है और जो मांसपेशियों में टेटनस को जन्म देती है। श्वसन की मांसपेशियों में अकड़न से हुए श्वासावरोध (घुटन), स्तनधारियों के मृत्यु का करण बनता है। समुद्री जीवधारियों पर विभिन्न तंत्रिआविषी पदार्थों के प्रभाव के मूल्यांकन करने हेतु गोवा तट (चित्र २) से संगृहित बहुतायत में उपलब्ध समुद्री घोंघे *(Cronia contracta)* (चित्र १) में एसिटाईल-कोलिनएस्टारेस (acetylcholinesterase) की गतिविधियों का अध्ययन किया गया।

चित्र - १ :समुद्री घोंघे, क्रोनिया कानट्राक्टा (Marine snail, Cronia contracta) **गोवा तट पर**

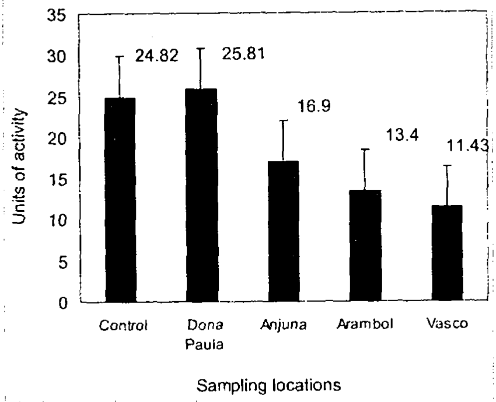


चित्र - २ः गोवा के तट पर विभिन्न प्रकार समुद्री जीवों का संग्रहस्थल

परिणाम और चर्चा

गोवा तट पर विभिन्न स्थानों से संगृहित समुद्री घोंघे *(Cronia contracta)* की एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (acetylcholinesterase) की सक्रियता को चित्र ३ में दर्शाया गया है । यह देखा गया है की डोना पाउल से उपलब्ध समुद्री घोंघे (snails) की AChE सक्रियता बहुत अधिक है और मानक AChE (बोविन एरिथ्रोसाइट) सक्रियता से तुलनात्मक ह जबकि अंजुना (Anjuna), आरम्बोल (Arambol) और वास्को (Vasco) में पाए गए इन्ही घोंघों में AChE की सक्रियता में कमी हुई है जिसमें वास्को से प्राप्त घोंघो में न्यूनतम AChE

सक्रियता का कम होना समुद्री पर्यावरण में विभिन्न प्रकार के तंत्रआविषी पदार्थ (neurotoxic) जैसे ऑर्गैनोफासफोरस (organophopsphorus), कार्बामेट (carbamate) कीटनाशकों, पोलिएरोमेटिक (polyaromatic) हाइड्रोकार्बन, विषैले भारी धातुओं जैसे कैडमियम (Cd), सीसा (Pb), पारा (Hg) और तांबे (Cu) आदि की उपस्थिती का सूचक है।



चित्र - ३ : गोवा तट से प्राप्त घोंघो में एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (acetylcholinesterase) की सक्रियता में विविधता

पानी में विषाक्त पदार्थों की उच्च सान्द्रता संभवतः गोवा के तटीय बेल्ट में स्थित उद्योंगों से विषैले पदार्थों के निकास के कारण हो सकता है। इसके अलावा, अंजुना (Anjuna), आरम्बोल (Arambol) और वास्को (Vasco) में एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ की कम सक्रियता का सबसे महत्वपूर्ण कारण कीटनाशक पदार्थों के अवशेष हैं जो परिधीय कृषि क्षेत्रों से पानी में मिल जाते हैं। वास्तव में आर्गैनोफोसफोरस (organophosphorus) और कार्बामेट (carbamate) कीटनाशक अपने एन्टिकोलिनएस्टरेज़ (Anticholinesterase) गुणों के लिए जाने जाते है (Sarkar and das, 1980; Sarkar, 1992; Sarkar, 1985; Sarkar and Sen Gupta, 1986; Sen Gupta et al, 1991)।

इसलिए अंत में यह स्वीकृत है कि इस पकार समुद्री घोंघे *(Cronia contracta)* मे एसीटिलकोलिन एस्टरेज़ (acetylcholinesterase) की सक्रियता का मूल्यांकन समुद्री पर्यावरण मे प्रदूषण के लिये जैव मार्कर (biomarker) के रूप मे इस्तेमाल किया जा सकता है।

संदर्भ

Aldridge, W. N. and Davision, A. N., (1952), Biochem. J. 51, 62.

Aldridge, W. N., (1950), Biochem, J. 46, 451.

Beyers, D. W. Sikoski, P. J. (1994), Acetylcholinesterase inhibition in federally endangered Colorado squawfish exposed to carbaryl and malathion. Environ Toxicol Chem 13:pp, 935-939.

Bocquene G., Galgani, F and teuquet, P., (1990). Characterization and assay conditions for use of AChE activity from several marine species in pollution monitoring. Mar. Env. Res. 30, pp. 75-89.

Bocquene G., Roig, A Fourier, D. (1997) Cholinesterase from the common oyster (crassostrea gigas). FEBS Lett. 407: 261-266.

Boon, J. P., Everaarts, J. M., Kastoro, W. W., Razak, H., Sumanta, I., Sumarno, Nelissen, P. H., Stefels, J. & Hillebrand, M. Th. J. (1989) Cyclic organochlorines in epibenthic.

Boon J. P. Van zantvoort, M. B., Govaert, M. J. M. A. (1985) Organochlorines in benthic polychaetes (Nephtys spp.) and sediments from the Southern North Sea. Identification of individual PCB components, Neth. J. of Sea Res. 19:2, 93-109.

Cajaraville M. P., bebianno M. J., Blasco J., Porte C., Sarasquete C., Viarengo A. (2000). The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula : a practical approach. Sci. Total Environ. 247: 295-311.

Casida, J. E. (1955), Biochem. J., 60, 487.

Das, B. K. and Sarkar, A. (1980). Investigation of some organophosphorus compounds having pesticidal activity :III. Insecticidal, Toxicological, Anticholinesterase and hydrolytic properties of tris-(paranitrophenyl) phosphorothionates. Pesticide, xiv: 1, 18-21.

Das, B. K.; Sarkar, A. and Chaudhuri, P (1979). Investigation of some organophosphorus compounds having pesticides activity: II. Synthesis, Insecticidal activity, Toxicity, Anticholinesterase activity and hydrolysis of o-(2-ehtoxy) ethyl o,o-di-para-nitrophenyl phosphorothionate. Pesticide, xiii: 4, 34-37.

Eto, M., (1974) Organophosphorus Pesticides: Organic and biological Chemistry, CRC Press, Cleveland, Ohio.

Fukuto, T. R., (1969). Residue Rev., 25, 327.

Galgani, F., Bocquene, G And cadiou, Y., (1992). Evidence of variation in cholinesterase activity in fish along a pollution gradient in the North SEa. Mar Ecol Prog Ser 91, pp. 77-82.

Guilhermino L., Barros P. Silva MC, Soares A.M.V.M. (1998). Should the use of cholinesterases as a specific biomarker for organophosphate and carbamate pesticides be questioned? Biomarkers 3: 157-163.

Krupka, R. M. (1966) Fluoride Inhibition of Acetylcholinesterases. Molecular Pharamcology, Vol 2, 558-569.

Main, A. R. (1964), Science 144, 992.

melcalf, R. L; March, R. B. and Maxon, M. G., (1955). Ann. Entomol. Soc. Am., 48, 222.

Qurashi, M. S. (1977); Biochemical insect control, its impact on economy, environment and natural selection; John Wiley and Sons, New York, P. 30.

sarkar and Everaarts (1998). Riverine input of chlorinated hydrocarbons in the coastal pollution. In Ecology of Wetlands, River and Associated habitats. (Ed) S. K. Majumdar, E. W. Miller and P. J. Brenmen, Pub. The Pennsylvania Acad. of Sci. pp, 400-422.

Sarkar, A. & Sen Gupta, R. (1988a). Chlorinated pesticide in marine sediment. mar. Pollut. Bull. 19: 1, 35-37.

sarkar, A. & Sen Gupta, R. (1988b). DDT residues in sediments from the Bay of Bengal. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 41: 664-669.

sarkar, A. & Sen Gupta, R. (1989). determination of organochlorine pesticides in Indian coastal water using a moored in-situ sampler. Water Research, 23: 8, 975-978.

Sarkar, A. & Sen Gupta, R. (1991). Pesticide residues in sediments from the west coast of India. Mar. Pollut. Bull. 22: 1, 42-45.

sarkar, A. & Sen Gupta, R. (1987). Chlorinated pesticide residues in

Sarkar, A. and Das, B. K. (1980). Synthesis, Insecticidal, Toxicological and Anticholinesterase properties of o, o, o, o - tetra (2-ethoxy) ethly s, s-ethylene - bis - phosphorodithioate. Proc.: I.S.C.A. Pt. III, 196.

sarkar, A. ; Nagarajan, .; Singbal, S.Y.S.; Chhapadkar, S. and Pal, S. (1997) Contamination of organochlorine pesticides in sediments from the Arabian Sea along the west coast of India. Water Research. 31:, No.2, pp, 195-200.

Sarkar, A. (1985). Investigation of some organophosphorus compounds having pesticidal activity. Synthesis, Insecticidal, toxicologocal and Anticholinesterase activity of o,o,o,o-tetra-(2-methoxy) ethyl s,s-ethylene bis phosphorodithioate. Pesticide, xix: 11, 39-41.

Sarkar, A. and Sen Gupta, R. (1986). Persistence and fate of some organophosphorus pesticides in the sea-sediments along the east coast of India. Ind. J. Mar. Sci. 15: 72-74.

Sen Gupta, R.; Sarkar, A. and Kureishy, T. W. (1991). Bio-degradation and Anticholinesterase activity of methyl isocyanate in the aquatic environment of Bhopal. Water Research. 25: 2, 179-183.

Willson, I. B. (1960). The enzymes, Vol-4, Ed. By Bayer, P. D. Lardy, H. and Myrbock, K., Academic Press, 501.

zinkl J. G., Shea P. J. Nakamoto R. J. Callman J. (1987). Effects of cholinesterase of rainbow trout exposed to acephate and metamidophos. Bull Environ Contam Toxicol. 38: 22-28.