इतिहास के पन्ने में समुद्री शैवाल, स्वास्थ्य, संपत्ति, पर्यावरण की समन्वता में इसकी भूमिका और महिला मछुआरिनों के लिए वैकल्पिक जीविका

रीता जयशंकर

भा कृ अनु प-केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, एरणाकुलम नोर्थ पी. ओ., कोचीन – 682 018, केरल

पृथ्वी, महासागरों से घिरा हुआ एक ग्रह है, जिसका लगभग 71 प्रतिशत जलमंडल से भरा हुआ है और इसके समूचे पानी का 96.5 प्रतिशत जल समुद्री और लवणात्मक है। महासागर की उत्पादकता पादपप्लवक जैसे नामक सूक्ष्म जीवों से संपन्न होती है। महासागरों के तट पर पाए जाने वाले समुद्री शैवाल और समुद्री घास महासागर की उत्पादकता में 10% का योगदान करते हैं। वायुमंडल के 70% से अधिक ऑक्सिजन समुद्री पौधों से पाया जाता है। अत: हमें यह समझ लेना चाहिए कि समुद्री पौधों की विशेषता कितनी महत्वपूर्ण है। समुद्री शैवाल तटीय क्षेत्रों में पाए जाने वाले लाल, भूरे और हरे रंग के तेज़ बढ़ने वाले स्थूल शैवाल हैं। भूमि के पौधों की तरह समुद्री शैवालों में थालस के अलावा जड़, कांड या शाखाएं नहीं होती हैं और इसके हर भागों में पुनर्जनन और प्रकाश संश्लेषण द्वारा आहार बनाने की क्षमता होती है।

पारिस्थितिक दृष्टिकोण से किए गए पुरातत्व अध्ययनों से मानव और समुद्री जैवविविधता के संबंध पर प्रकाश डाला गया है। इसके अतिरिक्त कई लेखकों ने हिमनद (Glacial period) के दौरान भूमि के जलवायु परिवर्तन के प्रति समुद्र के प्रतिरोधक (buffering) प्रभाव के बारे में बताया है। यह माना जाता है कि समुद्र से स्थल भाग की ओर प्रवास एवं कृषि के विकास से पहले अमरिका के प्रशांत महासागर के तट पर केल्प (Kelp) जैसे समुद्री शैवाल से प्राप्त खाद्य और पनाह की सहायता से मानव आबादी की स्थापना हुई थी। नान्जिंग इन्स्टिट्यूट ऑफ जियोलजी एंड पालिएन्टोलजी, चीन, विर्जीनिया और उत्तर पश्चिम विश्वविद्यालय, पी आर सी (Northwest University, PRC) के साथ लगभग 600 मिलियन वर्ष पुराने पाषाणों में समुद्री शैवाल का चित्र फोसिल (fossil) के रूप में खोज की गयी थी। दक्षिण चिली के मोन्टे वेर्दे के जीवाश्मों के अध्ययन और पत्थर के औज़ारों में मिले हुए जले हुए और कटे हुए टुकड़े यह दर्शाते हैं कि इन जीवाश्मों से कम से कम 14,600 वर्षों से पहले मानव द्वारा समुद्री शैवालों के विदोहन खाद्य के लिए उपयोग किया गया था। द्वितीय विश्व युद्ध से पहले शीतकाल के

Courtesy picture: NIGPES

Courtesy picture: J.R.Skelton Duls

आभार: जो फासलर

दौरान बाट्स द्वीप में सितंबर महीने में तटीय शैवालों को इकट्ठा करके गोबर के साथ मिलाकर घरों की दीवारों में चिपककर और सुखाकर ईंधन बनाया जाता था। पुरानी कुछ कविताओं के अनुसार ए डी 563 में डोनेगल का निवासी सेंट कोलम्बा ईसाई धर्म के प्रचारार्थ पश्चिम स्कोटलान्ड के अयोना में गए थे, जहॉ लाल शैवाल, डल्स ,पाल्मिरा पाल्मेटा (Dulse, Palmira palmata) को पारंपरिक रूप में उबालकर खाया जाता था। ये संत अयोना से समुद्री शैवालों का संग्रहण करके अपने लिए और गरीबों को भोजन के रूप में देते थे।

कुछ अनुसंधान यह सुझाव देते हैं कि चीन में 2700 ईसा पूर्व से ही समुद्री शैवालों का उपयोग किया गया था। 600 ईसा पूर्व में ज़े ट्यू ने लिखा कि चीन में विशेष अतिथितियों और राजाओं को भेंट के रूप में समुद्री शैवालों को भोजन में परोसा जाता था। चीन में 5वीं सदी में आहार के रूप में केल्प का उपयोग किया गया था। दस्तावेजों के अनुसार जापान में 2000 वर्षों से समुद्री शैवाल को सहायक भोजन के रूप में लिया जाता था और यह दर्शाया जाता है कि 800 ए डी के दौरान जापान में हर रोज़ खाना पकवान में छ: प्रकार के समुद्री शैवालों का उपयोग किया जाता था। वर्ष 794 में जापान के लोग सुखाए गए समुद्री शैवाल से नोरी (Nori) बनाकर खाते थे, जो अभी सुशी (Sushi) के रूप में प्रचलित है। यूरोप में यूनानी तथा रोमन काल में भूमध्य समुद्री शैवालों को औषधी के रूप में उपयोग किया जाता था और यह माना जाता था कि यूनानियों ने 100 बी सी से लेकर समुद्री शैवालों को जानवरों को भी खिलाते थे। भूमध्य में ईसा पूर्व काल में लाल शैवालों को रंजक और परजीव कीड़ों के इलाज के लिए दवा के रूप में इस्तेमाल किया जाता था। आस्ट्रेलिया में किए गए अनुसंधान से गाय के आहार में लाल शैवाल (Asparagopsis taxiformis) को मिलाने पर इन के डकार में मीथेन की मात्रा 99% तक कम पायी गयी। यह बताया जाता था कि गाय अपनी डकार में प्रति वर्ष 150 किलोग्राम मीथेन बाहर निकालते हैं, जो पर्यावरण के लिए विपूरक है क्योंकि मीथेन CO_2 की अपेक्षा 30 गुना अधिक भूमंडलीय तापन बढ़ाता है।

अयरलान्ड जैसे द्वीप में 1200 ए डी से पहले भूमि की उर्वरता बढ़ाने के लिए समुद्री शैवाल का संग्रहण किया जाता था। वर्ष 961 बी सी में आइसलान्ड के पुराने प्रलेख में समुद्री शैवाल के संग्रह पर तटीय संपत्ति अधिकार की नियमावली

अह्नफेल्टिओप्सिस

जिलीडियम

फ्यूकस

उंन्डेरिया

एसोफिल्लम

का उल्लेख किया गया है। आइसलान्ड के लोग तंतु के स्रोत के रूप में डल्स समुद्री शैवाल को हल्का नाश्ता में इस्तेमाल करते थे। आज भी स्कोटलान्ड और अयरलान्ड में समुद्री शैवाल का बड़ा उद्योग स्थापित है। पुराने हवाय के लोग समुद्र में केल्प शैवाल की बगीचा बनाते थे। वे 60-70 समुद्री शैवाल प्रजातियों को खाद्य, औषधी और उनके प्रमुख समारोहों में उपयोग करते थे। टोंगन्स उनका यह मानना था कि लिमु मोई नामक भूरे शैवाल उन्हें लंबी आयु और अच्छा स्वास्थ्य देने में सहायक है। 3000 वर्ष तक टोंगनों को लिमु मोई का रहस्य पता था और वे खाद्य में लिमु मोई को प्राधान्य देते थे। वर्ष 1777 में जब कैप्टन कुक टोंगा आए थे, तब उनको स्वास्थ्य और ऊर्जा बढ़ाने के लिए उन्हें लिमु मोई की भेंट की गयी थी।

16वीं सदी में चीन के लोग गलगंठक (goiter) बीमारी से छुटकारा पाने के लिए भूरे समुद्री शैवाल, अथस्थली की पीड़ा (intestinal afflictions) के लिए जेलीडियम जैसे लाल शैवाल और प्रसूति के समय पेशी विस्तार के लिए शुष्क लामिनेरिया शैवाल को उपयोग किया करते थे। कर्कट जैसे मारात्मक बीमारी के उपचार के लिए चीन और जापान के लोग सदियों से पहले समुद्री शैवाल का उपयोग करते थे। हाल के वैज्ञानिकों ने इसी पारंपरिक औषधी की वास्तविकता पर अनुसंधान करके वर्ष 1995 में केल्प (Ascophyllum and Fucus) से रक्त कर्कट के गुल्म रोधी प्रक्रिया का आविष्कार किए थे। कोम्बु (Laminaria japonica) और वाकामे (Undaria pinnatifida) में कुछ ऐसा मिश्रित औषध हैं जो उत्परिवर्तनीय रोध (anti-mutagenic) का काम करते है। भूरे समुद्री शैवाल केल्प से निकाले गए सल्फर युक्त मिश्रित सर्करा फ्यूकोन (Fucons) में कर्कट कोशिका की वृद्धि का निरोध करने के लिए व्यवहार किया जाता था।

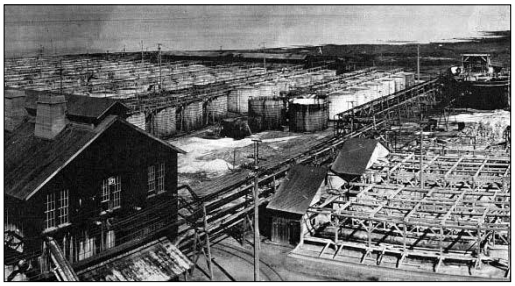
जापान के लोग चीन के इस औषधीय सूत्र को दोहराकर प्रयोगशाला में केल्प शैवाल (लामिनेरिया प्रजाति) को लेकर गुल्म कोशिका का आकार छोटा करने में सक्षम हुए। डॉ. जॉने टीस, जो विश्व के प्रमुख समुद्री शैवाल गवेषक है, अपने अंत: विषय विशेष कार्यक्रम (Interdisciplinary Program) में हार्वार्ड स्कूल ऑफ पब्लिक हेल्थ के साथ वर्ष 1981 में एक लेख का प्रकाशन किया, जिसमें यह दोहराया गया कि जापान में जो महिलाएं केल्प प्रजाति के समुद्री शैवाल को नियमित रूप से उपभोग करते हैं, उनको रजो निवृत्ति पश्चात (postmenopausal) स्थितियों में स्तन कर्कट (breast cancer) होने की संभावना कम है। इससे फ्यूकोडिया (fucoidan) के कर्कट रोग प्रतिरोधी (anti carcinogenic) प्रभाव का विवरण मिलता है। डॉ. ड्रम्स ने यह भी सूचित किया कि डल्स और लेवर जैसे

लामिनेरिया

हेर्कुलिस पाउडर कंपनी का चित्र (Chula Vista Historical Society Bulletin, March, 1989)

लाल शैवाल के मिश्र सर्करा और ग्लाइको पौष्टिक को सफलता पूर्वक जननिक परिसर्प (genital herpes) जैसे बीमारियों के उपचार के लिए उपयोग किया जा सकता है। इस तरह समुद्री शैवाल से मिले हुए कैरागीनन में विषाणु रोध शक्ति है।

युद्ध में समुद्री शैवाल की उपयोगिता: पहले और द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान समुद्री शैवाल को एक पौष्टिक आहार के रूप में उपयोग किया जाता था, क्योंकि समुद्री शैवाल में 60 से ऊपर मूल तत्व हैं, जो भूमि के किसी भी पौधों से नहीं मिलते हैं। ये छोटे खनिज पदार्थ मानव शरीर में उत्पन्न नहीं होते हैं। समुद्री शैवाल में 8-40 भाग तक ऐसे खनिज पदार्थ मौजूद हैं।



हेर्कुलिस पाउडर कंपनी का चित्र Photograph from South Bay Historical Society)

प्रथम विश्व युद्ध के दौरान विस्फोटक बनाने के लिए समुद्री शैवाल से उत्पन्न जैविक पोटास एक रासायनिक अनुपूरक के रूप में उपयोग हुआ था, उस दौरान इस पोटास की बड़ी मांग थी। अगस्त 1914 में, जब युद्धों की तैयारियॉ शुरू हुई, तब जर्मनी, ने पोटास के विपणन में नियंत्रण लगा दिया। जैविक पोटास कृषि (उर्वरक के लिए) और काले तोप चूर्ण (black gun powder) बनाने में उपयोग होता है। संयुक्त राज्य अमरीका (यु एस ए) इस पोटास का सबसे बड़ा ग्राहक था और जर्मनी के इस नियंत्रण से इसे काफी घाटा हुआ। युद्ध काल के समय की प्रतिक्रिया के अनुसार अमरीका के एक उद्योगकार ने पोटास निकालने का एक बड़ा उद्योग खोल दिया, जो कालिफोर्णिया के अपतट में बढ़ने वाले बृहत् केल्प (Macrocystis pyrifera) का संग्रहण करके किया गया। रात-दिन काम करके सान्टियागो के तटीय समुद्र में धुआ रहित तोप चूर्ण कोर्डाइट बनाने में सक्षम हुआ। दक्षिण कालिफोर्णिया के हेर्क्युलिस चूर्ण कंपनी ऐसे ग्यारह कंपनियों में एक है। सन 1916 से 1919 तक लगभग 1500 कर्मचारियों ने दिन-रात मेहनत करके केल्प को धुआ रहित तोप चूर्ण बनाने के काम में सक्षम अमरीका का यह सबसे बड़ा उद्योग है, जो अल्पकालिक होने पर भी समुद्र से लिए गए पौधों से किया गया था। इसके अतिरिक्त क्रोमियम एल्जिनेट को युद्ध के दौरान हरे कपड़े में मिलाकर छद्मावरण (camouflage) और कृत्रिम रेशम से मिलाकर हवाई छतरी (parachute) बनाकर उपयोग किया जाता था।

समुद्री शैवालों का औद्योगीकरण : 17वीं सदी के शेष भाग पर समुद्री शैवाल का औद्योगिक उपयोग शुरू हुआ। यूरोप में केल्प जलाकर क्षारीय राख और सोड़ा तथा पोटास बनाए गए, जो कांच के निर्माण में और कांच की चमक बढ़ाने में उपयोग किया जाता था। यह लवण पंक के पौधों से बनाए हुए महंगा वानिला सोड़ा से प्रभावकारी अनुपूरक है। 19वीं सदी में तूफान के द्वारा तटीय विसर्जित लामिनेरिया और अस्कोफैलम जैसे समुद्री शैवाल को संग्रह करके उसे पत्थर से बने हुए गड्ढे में जलाकर राख बनाया जाता था। कुल 20 टन गीले

चित्र की सटीक तारीख अनजान है, लेकिन प्रकाशक, वालेन्टाइन के साथ वर्ष 1889 में पंजीकारण किया गया है

शैवाल अथवा 5 टन सूखे शैवाल से लगभग 1 टन की राख मिलती थी। इस तरह स्कोटिश और आइरिष के तटीय भागों की भट्टी में समुद्री शैवाल से राख बनाने के लिए छोटे छोटे उद्योगों की शुरुआत हुई। 19वीं सदी का पहला भाग स्कोटलान्ड के लिए समृद्धि का समय था, जब स्कोटलान्ड में 4 लाख टन आर्द्र समुद्री शैवाल से 20 हज़ार टन के केल्प की राख ओर्कने, पश्चिमी आइस्ल और स्कोटलान्ड के पश्चिम तटीय भाग में बनाया। यह अनुमान लगाया जाता है कि लगभग चार महीने तक की फसल कटौती के समय 3000 कारीगरों ने दिन-रात मेहनत करके इसे बनाया जो लगभग 40000 लोगों की मानव शक्ति का प्रयास था।

स्कोटिश की अधिकतर साबुन और कांच की फैक्टरी ग्लासगो में थी और एक समय पर ग्लासगो का एक

Courtesy: Evoware

व्यवसायी स्कोटिश समुद्री शैवाल के 80% संग्रहण को उपयोग करता था। केल्प को जलाने का नियंत्रण होने पर राख का मूल्य कम होने लगा और यह वाणिज्यिक रूप में आकर्षक नहीं हो पाया, तब केल्प से आयोडिन के उत्पादन की शुरुआत हुई। अयोडिन बनाना एक कुशल काम माना जाता है, जो सतेज समुद्री शैवाल निश्चित समय पर नियंत्रित तापमान में बनाया जाता है। वर्ष 1883 में रासायनज्ञ एडवेर्ड कर्टिस स्टानफोर्ड, जो अयोडिन बनाने में विशेषज्ञ थे, पहली बार समुद्री शैवाल से एल्जिनेट नामक एक सर्करा जातीय रसायन बनाने में समर्थ हुए। वर्ष 1864 में उन्होंने उत्तरी ब्रिटीश रसायन कंपनी के लिए मिडिलटन में समुद्री शैवाल से अयोडिन बनाने का उद्योग प्रारंभ किया। इस कंपनी में आयोडिन के अलावा एल्जिनेट, कोयला (कृषि उर्वरक), मिट्टी के शौचालयों में दुर्गंध नाशक और इमारतों को प्रकाशित करने के लिए जैव गैस का उत्पादन किया गया। वर्ष 1935 में सी.डब्लियु. बोन्निक्सन नामक वैज्ञानिक खाद्य सामग्री के आवरण के लिए एल्जिनेट से सीफोइल जैसे साधन का उत्पादन किया। लेकिन टिकाऊ प्लास्टिक के उत्पादन के बाद समुद्री शैवाल का यह उद्योग ज्यादा दिन चल नहीं पाया। सर्करा जातीय पदार्थों के आकलन के बाद समुद्री शैवाल उद्योग से पर्यावरण अनुकूल जैव विघटित कप, प्लेट, खाने की थैली आदि का बनाए गए, जिसे खाद्य पदार्थ के साथ उपभोग किया जा सकता है और प्लास्टिक के उपयोग को कम किया जा सकता है। पिछले वर्ष इवुवारे (Evoware) के द्वारा इस तरह के अनन्य नवीकरण योजनाओं के लिए प्रोत्साहन दिया गया। समुद्री शैवाल की नवीकरण योजना से प्लास्टिक के उपयोग से मुक्त करने के साथ-साथ इंडोनेशिया के कृषकों को नयी जीविका भी प्राप्त हुई।

समुद्री शैवाल का भविष्य: 20वीं सदी के दूसरे भाग में सोडियम एल्जिनेट को विभिन्न प्रकार के खाद्य, औषधीय और वाणिज्यिक कार्यों में जैसे आइस क्रीम, पेट फुड, द्रावक के गाढ़ापन, जेली, पुडिंग, बियर को स्पष्ट कराने, कपड़ों में मुद्रण एवं मोटापन, दांत चमकाने के चूर्ण के व्यवसाय, औषधी में गोलियों के आवरण के रूप में और इन सब के अतिरिक्त सौंदर्यवर्धक उद्योग, रंग के उद्योग, चिकित्सा के औज़ारों में इसका उपयोग किया गया। इसी तरह समुद्री शैवाल से उत्पादित विभिन्न सर्करा जैसे एगार और कैरागीनन, जो खाद्य, चारा, सौंदर्यवर्धन, पौष्टिक आहार, औषधीय और जैव ऊर्जा के क्षेत्र में व्यवहार किया जाता है। वर्ष 1970 में समुद्री शैवाल की मांग आपूर्ति की तुलना में बढ़ गयी, क्योंकि उस समय शैवाल समुद्र से ही संग्रहित किया जाता था। इस लिए उत्पादन बढ़ाने के लिए समुद्री शैवाल की कृषि को मान्यता दी गयी।

समुद्री शैवाल की कृषि: समुद्री शैवाल से सर्करा जातीय चीज़ों के उत्पादन के लिए लगभग समुद्री 7 प्रजाति शैवालों की कृषि की शुरुआत हुई। कैरागीनन बनाने के लिए युकिमा, कापाफाइकस अल्वरेसी, एगार बनाने के लिए ग्रासिलेरिया, एल्जिन बनाने के लिए सकरिना

जापोनिका (लामिनेरिया जापोनिका), उन्डेरिया और सरगासम और खाद्य के लिए पैरोपिया पहले पोरफाइरा था, की कृषि की गयी। चीन, इंडोनेशिया और फिलिपीन्स समुद्री शैवाल के प्रमुख उत्पादक देश हैं। दक्षिण पूर्व एशियायी देशों में समुद्री शैवाल की खपत सामान्य और पारंपरिक है और यह मूल्य और स्वाद के आधार पर थी, परंतु यूरोप और अमरीका में समुद्री शैवाल को एक पौष्टिक आहार के रूप में उपयोग किया जाता था और उपभोगिता की पसंद जैविक, टिकाऊ, पर्यावरण और जैवविविधता पर निर्भर है। भौगोलिक बाज़ार की रिपोर्ट के अनुसार समुद्री शैवाल के सर्करा उत्पादन का केवल 1% सीधा खपत के लिए जाता है। एफ ए ओ की रिपोर्ट के अनुसार अमरीका और यूरोप में 54 टन समुद्री शैवाल का पैदावार किया जाता है, जिसका मूल्य 51 मिलियन डोलर है। कोरिया के कृषि उद्योगकारों ने यह बताया कि प्रति वर्ष 67 मिलियन डोलर के समुद्री शैवाल अमरीका को निर्यात किया जाता है।

केल्प का पैदावार

नोरी का पैदावार

पाइरोपिया / पोरफाइरा जापान में सैकड़ों वर्षों से पहले पैदावार किया गया है और सबसे प्रमुख सफल उद्योग था। एफ ए ओ की वर्ष 2017 की रिपोर्ट के अनुसार जापान, कोरिया और चीन में 99.99% पोरफाइरा का सफलतापूर्वक उत्पादन किया गया, जिसका मूल्य 0.95 बिलियन डोलर है। प्रति इकाई भार के अनुसार पोरफाइरा का सबसे ज़्यादा व्यावसायिक मूल्य है, जो प्रति मेट्रिक टन गीला भार के लिए 523 डोलर है दूसरी ओर केल्प ($141), ग्रेसिलेरिया ($273), कापाफाइकस ($172), और सरगासम ($460) है। लाल शैवाल ग्रेसिलेरिया / ग्रेसिलेरियासिस पृथ्वी के सब से अधिक पैदावार होने वाले समुद्री शैवाल है, जिसका वार्षिक उत्पादन 3.8 मिलियन टन है और वार्षिक मूल्य एक बिलियन अमरीकी डोलर है। उत्पादन का 70% भाग चीन में और 28% भाग इन्डोनेशिया में किया जाता है। ग्रेसिलेरिया का पूरा जैव भार खाद्य स्तर एगार के उत्पादन और पशुओं के खाद्य में उपयोग किया जाता है। भूरा शैवाल जैसे केल्प का पैदावार प्रति वर्ष 8 मिलियन टन किया जाता है, जिसका वार्षिक मूल्य 1.4 बिलियन डोलर है। केल्प का समूचा उत्पादन एशिया में होता है, चीन में 88.3%, दक्षिण कोरिया में 6.6%, उत्तर कोरिया में 4.4% है। मुख्य रूप से एल्जिलेट के उत्पादन, मानव खपत और पशुओं तथा समुद्री शंख (abalone) के खाद्य के रूप में इसका उपयोग किया जाता है। सरगासम और एक भूरा शैवाल है, एशिया में पारंपरिक रूप में औषधी और खाद्य उद्योग में इसका ज्यादातर उपयोग होता है। जापान, चीन और कोरिया को छोड़कर बाकी देशों में प्राकृतिक रूप से समुद्र से संग्रहण किया जाता है। अधिक पौष्टिकता के कारण इसका मूल्य अधिक है। चीन में श्वासनलीशोध (bronchitis), उच्च रक्तचाप (hypertension), बुखार, गलकंठक (goiter), संक्रामक रोग (infections) जैसी बीमारियों के इलाज के लिए इसका उपयोग होता है।

दक्षिण कोरिया में सरगासम का पैदावार (Photo by J K Kim)

Courtesy picture: Leila Hayashi

पृथ्वी के 80% कैरागीनन का उत्पादन कापाफाइकस से होता है। एफ ए ओ के आकलन के अनुसार वर्ष 2014 में 10.75 मिलियन टन कापाफाइकस का पैदावार किया गया था, जिसका मूल्य 1.9 बिलियन अमरीकी डोलर है। विश्व में कापाफाइकस के उत्पादन का 83% इंडोनेशिया, 13% फिलिपीन्स और बाकी अन्य देशों में किया गया है। इस शैवाल से बहुमूल्यक 'कापा' और 'अयोटा' नामक कैरागीनन का उत्पादन किया जाता है। व्यावसायिक रूप से फिलिपीन्स और इंडोनेशिया के अलावा तान्ज़ानिया, मोज़ाम्बिक, जाज़िबर, कुछ पसफिक द्वीप, भारत एवं 50 से अधिक देशों में कापाफाइकस की कृषि शुरू की गयी है। पिछले 25 वर्षों से लेकर कैरागीनन के बाज़ार की मांग वार्षिक रूप से 5% की दर पर बढ़ती हो रही है। कापाफाइकस की कृषि चिंगट, केकड़ा और तिलापिया जैसे मछली के पालन से भी काफी लाभदायक है। भारत में कापाफाइकस जैसी प्रजाति का प्रवेश होने के पूर्व समुद्री शैवाल का पैदावार शिशु अवस्था में था। पहले इसे केन्द्रीय लवण एवं समुद्री रासायनिक अनुसंधान संस्थान में प्रयोगशाला में परीक्षण करके 9 वर्षों के बाद समुद्र में पैदावार के लिए स्थापित किए गए, जो अभी भारत का एक घरेलू शैवाल बन गया। प्रारंभिक रूप से मन्नार की खाड़ी में परीक्षणात्मक कृषि के रूप में दिसंबर से फरवरी महीनों के बीच में पैदावार करने पर प्रति दिन 3% बढ़ती का आकलन किया गया। भारत के पश्चिम तट पर खुले सागर में कापाफाइकस की परीक्षणात्मक कृषि करके जलवायु और समुद्र के पानी पर इसके प्रभाव पर अन्वेषण भी किया गया। इससे पहले ग्रासिलेरिया इडुलिस, जेलीडिएल्ला एसिरोसा जैसे देशीय समुद्री शैवालों की कृषि केन्द्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान और केन्द्रीय लवण एवं समुद्री रासायनिक अनुसंधान संस्थान और अनुसंधान केन्द्रों में स्थानीय स्वयं सहायता ग्रुपों के साथ की गयी थी। जेलीडिएल्ला की कम बढ़ती और ग्रासिलेरिया से मिली हुई एगार की गुणता कम होने के कारण व्यावसायिक रूप से इन शैवालों की कृषि ज़्यादातर आकर्षणीय नहीं हो पायी।

कापाफाइकस अल्वरेज़ी की कृषि तटीय मछुआरों के लिए, विशेषत: मछुआरिनों के लिए यह एक नयी वैकल्पिक जीविका मानी गयी, क्योंकि इसकी कृषि अल्प जल, सरल तकनीक और कुशलता से की जा सकती है। प्रारंभिक रूप से रामेश्वरम जिले के कई

भारत में ग्रेसिलेरिया का पैदावार आभार: डॉ.एन.कालियापेरुमाल

तटीय मछुआरों ने हज़ार से अधिक बेड़ा बनाकर पैंतालीस दिनों तक इस की कृषि की। एक बेड़े से प्रति दिन 50 कि. ग्रा. सूखा शैवाल और इस तरह 150 दिनों की रोज़गार उन्हें प्राप्त हुई। यह काम करने के लिए सी एस एम सी आर संस्थान (CSMCRI) ने पेप्सिको जैसे उद्योगकार के साथ मछुआरों को लेकर उनकी नयी जीविका शुरू की गयी। अब भारत के बहुत सारे तटीय क्षेत्रों में इसकी कृषि हो रही है। परंतु व्यावसायिक और सफलतापूर्वक कृषि भारत के दक्षिण-पूर्व तटीय भागों में देखी जाती है। अब तमिल नाडु के तूत्तुकुडी जिले के मुत्तियापुरम और हेयर द्वीप तथा कन्याकुमारी जिले के कोलच्चल, रामनाथपुरम जिले के मंडपम और रामेश्वरम जैसे तटीय क्षेत्रों में हज़ार से अधिक लोगों ने इस समुद्री शैवाल की कृषि करके बीस हज़ार से अधिक बेड़े पाक उपसागर में स्थापित किए हैं। इस तरह आर्द्र शैवाल का मूल्य प्रति टन के लिए 1750/- रुपए और सूखे शैवाल का मूल्य प्रति टन के लिए 14000/- रुपए है। भारतीय स्टेट बैंक और कई बैंकों ने गैर सरकारी संगठन भारतीय जलजीवपालन फाउन्डेशन के साथ मिलकर इस शैवाल की कृषि के लिए तटीय मछुआरों को प्रोत्साहन दिया है। यह बताया जाता है कि 1 बेड़ा से प्रति वर्ष सूखे शैवाल से उत्पादन का मूल्य 86000 रुपए और एक परिवार एक साल में 40 बेड़ाओं में समुद्री शैवाल की कृषि करके 34 लाख रोज़गार कर सकते हैं। हाल की स्थिति में बड़ी कंपनी जेसे सेठी कंपनी, टाटा केमिकल्स, कोरामंडल फेर्टिलाइसर, मार्क पेट केयर और हाइ मीडिया ने समुद्री शैवाल की कृषि की ओर ध्यान आकर्षण किए है। वर्ष 2017 के आकलन के अनुसार विश्व बाज़ार में समुद्री शैवाल का मूल्य 4 बिलियन डोलर है, जो वर्ष 2025 तक 26 बिलियन डोलर होने की संभावना है।

समुद्री शैवाल से पारिस्थितिक सेवाएं और आर्थिक लाभ: समुद्री शैवाल महासागर का एक प्रमुख कार्बन निमग्नक है। वैज्ञानिक सुज़ुकी ने यह बताया कि विश्व में 6 लाख वर्ग किलो मीटर क्षेत्रफल तक समुद्री शैवाल का संस्तर फैला हुआ है और समुद्री शैवाल के इस संस्तर से विश्व में प्रति वर्ष 460 लाख टन कार्बन का आकलन किया जा सकता है, जो पूरे महासागर के 23% कार्बन डायोक्साइड के अंत:ग्रहण करने की क्षमता है। कार्बन के हिसाब से भौगोलिक तौर पर समुद्री शैवाल का उत्पादन 6 लाख टन है। इस तरह तटीय समुद्री शैवाल की कृषि हमारे विश्व में कार्बन नियतन और कार्बन निमज्जन में बहुत ही सहायक है।

यह विवरण दिया गया है कि एक किलो ग्राम आर्द्र भार के कापाफाइकस के आकलन से समुद्र से 25-79 कि. ग्रा. (औसत 52 कि. ग्रा.) के कार्बन, 2.5 से 6.2 कि.ग्रा. (औसत 4.4 कि. ग्रा.) नाइट्रोजन को निकाला जा सकता है। यह निष्कासन नाइट्रोजन के अंकित कुपोषण का 16.5 गुना अधिक है। अत: उत्पादन के साथ पर्यावरण को टिकाऊ अनुकूल पौष्टिक उपलब्धता के लिए एक संयोजित तरीका अपनाना चाहिए। कापाफाइकस की इस पौष्टिकता के आग्रहण के लिए उधर उपलब्ध दूसरी प्रजाति पर प्रभाव पड़ सकता है। इस तरह निश्चित क्षेत्र में कापाफाइकस की लगातार कृषि करने पर उसी स्थान की जैवविविधता पर क्षति पायी जा सकती है। हाल के वर्षों में मन्नार की खाड़ी पर कापाफाइकस की थालस का विरंजन और विशाल भाग की कृषि के विनाश के कारण पानी में नाइट्रोजन जैसी पौष्टिकता की कमी दर्शायी गयी है। इस लिए हर कृषि की अवधि के बाद एक महीना छूट देना चाहिए और समुद्र में कृषि के स्थान को नियंत्रित रूप से बदलना चाहिए।

समुद्री शैवाल की कृषि को तटीय संसाधन प्रबंधन परियोजना में जोड़ा गया है, जो उष्णकटिबंधीय विकासशील देशों में एक वैकल्पिक जीविका है। वैकल्पिक जीविका का विकास छोटे मछुआरों की सामाजिक और आर्थिक स्थिति में बढ़ावा के लिए सार्वजनिक नीति बनायी गयी है जिससे मात्स्यिकी के अतिविदोहन और दबाव में कमी की जा सकती है। अधिक विश्लेषण से यह पता चला है कि द्वीप निवासियों के लिए समुद्री शैवाल की कृषि रोज़गार का एक पंथा है। महानय द्वीप में समुद्री शैवाल के निवेश का प्रत्यावर्तन (ROI) छोटे पैमाने के उद्योगों के लिए 48%

है, जो बनाकोन द्वीप में 98% है और इनकी वसूली की अवधि 1.01 वर्ष है तथा यह एक आकर्षक निवेश है।

यूरोपियन आयोग वर्ष 2017 में यह विवरण दिया कि समुद्री शैवाल और पादपप्लवक वर्ष 2054 के मुताबिक खाद्य सुरक्षा में पौष्टिक आहार का प्रमुख भाग होगा। सामूहिक कृषि के द्वारा इन दोनों शैवालों से 56 मिलियन मेट्रिक टन के प्रोटीन का पैदावार किया जा सकता है, जो विश्व के पौष्टिक बाज़ार का 18% है। समुद्री शैवाल का वाणिज्यिक उत्पादन परिस्थिति सेवाएं जैसे स्वास्थ्य, परिरक्षण और जैवविविधता के समर्थन के लिए सहायक होता है।

समुद्री शैवाल के टिकाऊ उत्पादन से सामाजिक कल्याण के पहली पड़ाव में स्फुटनशाला (hatcheries) में पालन, परिचालन और प्रसंस्करण, दूसरे स्तर पर खाद्य और औज़ारों के औद्योगीकरण और तीसरे पड़ाव में कृषि के द्वारा उससे मिली जुली प्रत्यक्ष और परोक्ष रोज़गार की पंथा है। समुद्री शैवाल कृषि द्वारा प्रदान की जाने वाली पर्यावरण की महत्वपूर्ण भूमिका पर तटीय प्रबंधकारों ने ध्यान नहीं दिया था। समुद्री शैवाल की कृषि पर्यावरण अनुकूल, रोज़गार सृजन, आर्थिक लाभ के साथ-साथ छोटे मछुआरों के लिए एक नयी वैकल्पिक जीविका बन जाएगी।

ध्यान दें: इस लेख के लिए अधिक विवरण और चित्र इतिहास से लिए गए हैं।

*इस लेख को केन्द्रीय सचिवालय हिन्दी परिषद, नई दिल्ली द्वारा आयोजित अखिल भारतीय हिन्दी लेख प्रतियोगिता में हिन्दीतर भाषी विशेष पुरस्कार प्राप्त हुआ।

The Seaweed site: Information on Marine algae courtesy M.D.Guiry for Porphyra cultivations and photographs of seaweed.