भारतीय कृषि अनुसंधान पत्रिका, 36(4): 289-292 DOI: 10.18805/BKAP360

टर्मिग्रेडेशनः ठोस अपशिष्ट के खतरे का समाधान

राधिका शर्मा[1], मधु शर्मा[2]

मत्स्य विभाग, पशु चिकित्सा और पशु विज्ञान कॉलेज,
चौधरी सरवन कुमार हिमाचल प्रदेश कृषि विश्वविद्यालय, पालमपुर–176 062, हिमाचल प्रदेश, भारत।

प्राप्तः अगस्त 2021 स्वीकृतः जनवरी 2022

सारांश

ठोस कचरे का प्रबंधन पूरी दुनिया में एक बड़ी समस्या है। अपशिष्ट प्रबंधन के लिए तकनीकें न तो पर्यावरण के अनुकूल हैं और न ही सस्ती हैं, इसलिए इस समस्या का समाधान खोजने के लिए जैविक तरीके ही एकमात्र रास्ता प्रतीत होता है। दीमक की आंत में विविध माइक्रोबायोटा की उपस्थिति के कारण सेल्यूलोज को पचाने की क्षमता होती है। अपनी बड़ी संख्या और अधिक भोजन खाने की आदत के कारण वे ठोस कचरे के प्रबंधन के लिए सबसे अच्छे जैविक एजेंटों में से एक साबित हो सकते हैं।

शब्द कुंजीः ठोस अपशिष्ट प्रबंधन, दीमक, टर्मिग्रेडेशन, कचरा।

Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika, 36(4): 289-292.

Termidegradation: Solution for Solid Waste Menace

Radhika Sharma[1], Madhu Sharma[2]

Department of Fisheries, College of Veterinary and Animal Sciences,
Chaudhary Sarwan Kumar Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur-176 062, Himachal Pradesh, India.

Received: August 2021 Accepted: January 2022

ABSTRACT

The management of solid waste is a major problem all over the globe. The techniques available for waste management are not so eco-friendly nor cheap, so, the biological methods seems to be the only way to find the solution for this problem. The termites have potential to digest cellulose due to the presence of diverse microbiota in their gut. Due to their large number and voracious feeding habit they can prove to be one of the best biological agents for management of solid waste.

Key words: Solid waste management, Termites, Termigradation, Waste.

दीमक आधारित क्षरण के लिए टर्मिग्रेडेशन शब्द का उपयोग किया जाता है, दीमक एक नाजुक शरीर वाले सामाजिक कीट हैं जो कीट वर्ग के आइसोप्टेरा से संबंधित हैं। दीमक विशाल कॉलोनियों में रहते हैं और उनके आवास को टर्मीटेरिआ कहा जाता है। कॉलोनियों में श्रमिक, सोलिडर और प्रजनन करने वाले पुरुष (राजा) और महिला (रानी) दोनों लिंग शामिल हैं। दीमक सेल्यूलोज, हेमि सेल्यूलोज पर फीड करते हैं। सेल्यूलोज को पचाने की यह क्षमता पिछली आंत के जीवाणु पर निहित है। जीवाणु में विभिन्न बैक्टीरिया, प्रोटिस्ट और कुछ कवक प्रजातियां शामिल हैं। जहां सूक्ष्म जीवाणु, कवक, केंचुआ जैसे सामान्य डीकंपोजर कार्य नहीं कर सकते हैं, दीमक शुष्क वातावरण के अनुकूल होने में सक्षम हैं और अपघटन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। दीमक द्वारा कार्बनिक पदार्थों का पुनर्चक्रण केवल पत्तियों और लकड़ी तक ही सीमित नहीं है,

*Corresponding author's E-mail: madhu.srma@gmail.com
[1]Department of Biology and Environmental Sciences, College of Basic Sciences, Chaudhary Sarwan Kumar Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur-176 062, Himachal Pradesh, India.
[2]Department of Fisheries, College of Veterinary and Animal Sciences, Chaudhary Sarwan Kumar Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya, Palampur-176 062, Himachal Pradesh, India.

[1]जीव विज्ञान और पर्यावरण विज्ञान विभाग, बुनियादी विज्ञान कॉलेज, चौधरी सरवन कुमार हिमाचल प्रदेश कृषि विश्वविद्यालय, पालमपुर–176 062, हिमाचल प्रदेश, भारत।
[2]मत्स्य विभाग, पशु चिकित्सा और पशु विज्ञान कॉलेज, चौधरी सरवन कुमार हिमाचल प्रदेश कृषि विश्वविद्यालय, पालमपुर–176 062, हिमाचल प्रदेश, भारत।

बल्कि इसमें पुआल, छाल और यहां तक कि पशु उत्पाद जैसे गोबर और स्तनधारी खुर भी शामिल हैं।

दीमक का जीव विज्ञान

दीमक नरम शरीर वाले कीड़े हैं। शरीर का रंग एक प्रजाति से दूसरी प्रजाति में भिन्न होता है (पीला, भूरा पीला, पीला सफेद)। दीमक का शरीर तीन अलग–अलग क्षेत्रों में विभाजित होता है सिर, वक्ष और पेट। सिर में संयुक्त आंखें, एंटीना की एक जोड़ी और काटने और चबाने वाले प्रकार के मुंह होते हैं। श्रमिकों के पास अच्छी तरह से विकसित जबड़े होते हैं और पेट पर तीन जोड़ी पैर होते हैं। एक दीमक कॉलोनी में तीन प्रकार के दीमक होते है जिसमे श्रमिक, सैनिक और प्रजनक होते हैं। श्रमिक मुख्य रूप से निर्माण, खाद्य भंडारण, चारा रखरखाव के लिए जिम्मेदार हैं। सोल्डर कॉलोनी के रक्षक के रूप में कार्य करता है, शिकारियों से कॉलोनी की रक्षा करता है। प्रजनक के लिए प्रजनन जिम्मेदार होते हैं। एक दीमक कॉलोनी में हजारों से लाखों सदस्य होते हैं। दीमक वसंत और मानसून के दौरान नई कॉलोनियां स्थापित करने के लिए झुंड बनाते हैं।

वितरण

दीमक दुनिया के सभी प्राणी–भौगोलिक क्षेत्रों में पाए जाते हैं, लेकिन दीमक की अधिकांश प्रजातियां उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में पाई जाती हैं। वे लगभग 90,000 ज्ञात प्रजातियों के साथ सभी ज्ञात जीवित जीवों के आधे से अधिक का प्रतिनिधित्व करते हैं जिन्हें 32 वर्ग में बांटा गया है। आइसोप्टेरा को सात गणः (टर्मोप्सिडे, होडोटर्मिटिडे, मास्टोटर्मिटिडे, कलोटेरमिटिडे, राइनोटरमिटिडे, सेरिटर्मिटिडे और टर्मिटिडे), चौदह अध् गणः और लगभग 270 जेनेरा में विभाजित किया गया है, जिसमें लगभग 2,761 टैक्सोनॉमिक रूप से वर्णित प्रजातियां हैं। भारत के दीमक जीवों में विविधता सात गणः से संबंधित 59 जेनेरा के तहत केवल 337 प्रजातियों और उप प्रजातियां तक ही सीमित है। उत्तर–पूर्वी क्षेत्रों में दीमक की जैव विविधता अधिकतम है, जबकि उत्तर–पश्चिमी और मध्य क्षेत्र में यह अपेक्षाकृत कम है।

दीमक का आर्थिक महत्व

दीमक को सबसे महत्वपूर्ण मृदा–निवास पारिस्थितिकी तंत्र का इंजीनियर माना जाता है (Bignell 2006)। दीमक मिट्टी की पारिस्थितिकी का एक अनिवार्य घटक है और सभी जानवरों के बायोमास का लगभग 10% और मिट्टी के कीट बायोमास के 95% तक का प्रतिनिधित्व करता है (Jones *et al.* 2000)। दीमक, हालांकि, जहां तक मनुष्य का संबंध है, सबसे विनाशकारी कीड़ों में से हैं, लेकिन प्रकृति में वे मृत वनस्पति को विघटित करने और मिट्टी को समृद्ध करने में मदद करते हैं।

कार्बनिक पदार्थों का अपघटन

चूंकि दीमक सेल्यूलोज को पचाते हैं, इसलिए उनके भोजन में मुख्य रूप से ऐसे पदार्थ होते हैं जो मृत लकड़ी, घास के कूड़े, गोबर जैसे सेल्यूलोज से भरपूर होते हैं (Dangerfield and Schuurman 2000)। सूखे पतों का कूड़ा वन क्षेत्रों में उत्पन्न होने वाला एक प्रमुख कचरा है; दीमक वार्षिक कूड़े के उत्पादन के आधे हिस्से तक और मृत के लगभग 90% तक का उपभोग कर सकते हैं (Brauman, 2000; Bezerra and Gusmão *et al.* 2011)। दीमक विशेष रूप से शुष्क मौसम में भोजन की कमी होने पर स्तनधारी गोबर को भी विघटित कर देते हैं। उष्ण कटिबंधीय वनों में जहां मिट्टी कम उपजाऊ होती है, दीमक के कार्बनिक पदार्थों का चक्रण मिट्टी में पोषक तत्वों की वापसी में प्रमुख योगदान देता है।

मृदा उर्वरता

चूंकि दीमक को पारिस्थितिकी तंत्र इंजीनियर के रूप में संदर्भित किया जाता है, वे मिट्टी के पर्यावरण पर महत्वपूर्ण प्रभाव दिखाते हैं। दीमक पानी के अवशोषण, मिट्टी में भंडारण में सुधार करती है और उनके भोजन खाने और घर बनाने की गतिविधियों के दौरान मिट्टी में कार्बन प्रवाह की सुविधा भी देती है। ये प्रक्रियाएं मिट्टी की उर्वरता, पौधों की वृद्धि और मिट्टी के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण हैं। साथ ही दीमक मिट्टी में हवा बहन को बढ़ाती है।

टीले के गुण

दीमक अपने टीले के निर्माण के लिए मिट्टी की सामग्री को लकड़ी और मलमूत्र के साथ मिलाते हैं, वे मिट्टी और ऑक्साइड के महीन कणों का उपयाग करते हैं। इस प्रकार, टीले की मिट्टी आमतौर पर दूसरी मिटटी की तुलना में अधिक चिकनी होती है। समय और परित्याग के साथ, जैसे–जैसे ये टीले मिटते जाते है उनकी मिटटी सतह पर पुनर्वितरित हो जाती है जिससे मिटटी उपजाऊ बनती है है, जो पौधे के विकास के लिए अधिक अनुकूल होता है।

भोजन या चारा के रूप में दीमक

दीमक विभिन्न जंगली जानवरों के भोजन के रूप में कार्य करते हैं। चींटियाँ दीमक की सबसे अधिक शिकार करने वाली होती हैं। अन्य जानवर जैसे एंट ईटर, आर्डवार्क और पैंगोलिन मुख्य रूप से चींटियों और दीमक को खाते हैं। विश्व स्तर पर दीमक की लगभग 43 खाद्य प्रजातियाँ मनुष्यों के भोजन और

पशुओं के चारे के रूप में उपयोग की जाती हैं। अफ्रीका में दीमक लोकप्रिय भोजन है।

इन सकारात्मक प्रभावों के अलावा दीमक के कुछ नकारात्मक प्रभाव भी हैं। भारत में, 300 ज्ञात दीमक प्रजातियों में से लगभग 35 प्रजातियों को कृषि फसलों और इमारतों को नुकसान पहुंचाने वाली माना है। भारत में, दीमक से होने वाले वार्षिक नुकसान का अनुमान कई सौ मिलियन रुपये (>1–5 मिलियन अमेरिकी डॉलर) तक पहुंचने का अनुमान लगाया गया है (Potineni, 1986)।

कृषि क्षति

दीमक प्रमुख कृषि कीट के रूप में कार्य करते हैं। दीमक किसी भी बारहमासी और वार्षिक फसल में पौधे के किसी भी हिस्से पर जड़ से सिरे तक हमला कर सकते हैं। दीमक पौधों से लेकर परिपक्व पौधों तक, किसी भी बढ़ती अवस्था में हमला कर सकते हैं। दीमक अत्यधिक विनाशकारी कीटों के रूप में कार्य करते हैं जो पौधों और कृषि फसलों जैसे अनाज, दालों, तेल फसलों, गन्ना, सब्जियों, फलों और जड़ फसलों को नुकसान पहुंचा सकते हैं। सभी दीमक कीट के रूप में कार्य नहीं करते हैं लेकिन भारत में सबसे आम दीमक प्रजातियां माइक्रोटर्मिस और ओडोन्टोटर्मस हैं। कपास, मूंगफली, गेहूँ आदि में Trinervitermes biformis के कारण गंभीर क्षति होती है। दीमक की गतिविधि फसलों की गुणवत्ता को भी प्रभावित कर सकती है, और फसलों के बाजार मूल्य को कम कर सकती है।

संरचनात्मक क्षति

दीमक की लगभग सभी प्रजातियों का मुख्य भोजन सेल्यूलोज या इसके डेरिवेटिव हैं। कुछ प्रजातियां प्लास्टिक और सिंथेटिक फिल्मों जैसी सामग्री को भी नुकसान पहुंचा सकती हैं (López and Naranjo *et al.* 2014)। यह अनुमान लगाया गया है कि 200,000 दीमकों की एक कॉलोनी हर साल 5–4 किलोग्राम तक सेल्युलोज का उपभोग कर सकती है (Jones *et al.* 2015)। तो, जो संरचना ऐसी साम्रगी से बनी होती है जिसमें सेल्यूलोज होता है, उसमें दीमक के हमले का खतरा अधिक होता है। पुलों, बांधों, भूमिगत पाइपों, घरेलू फर्नीचर, सड़कों, खंभों, दीवारों आदि जैसी संरचनाओं को दीमकों से काफी नुकसान होता है। दीमक अक्सर किताबों और संग्रहालय के संग्रह को नुकसान पहुंचाते हैं। Coptotermes, Cryptotermes और Reticulitermess इमारतों को नुकसान पहुंचाने वाली प्रमुख प्रजातियां हैं।

ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन

उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में दीमक द्वारा कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से ग्रीन हाउस गैसों का उत्पादन होता है। वे वातावरण में उच्च मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O) और मीथेन (CH_4) छोड़ सकते हैं। मिट्टी के पर्यावरण और भोजन की गुणवत्ता के आधार पर गैसों का उत्सर्जन एक प्रजाति से दूसरी प्रजाति में भिन्न होता है। मिट्टी खाने वाले दीमक लकड़ी को खाने वाले दीमक की तुलना में अधिक मीथेन उत्सर्जित करते हैं। दीमक के टीले से निकलने वाली मीथेन कुल मीथेन उत्पादन में 3–4: का योगदान देती है (http%//museumpests-net/wpcontent/uploads/2015/03/Preserving&History&Subterranean&Termite&Prevention&in&Colonial&Williamsburg1-pdf).

ठोस कचरा

जनसंख्या वृद्धि और तीव्र औद्योगीकरण के कारण ठोस कचरा दिन– व –दिन बढ़ता ही जा रहा है। ठोस कचरे को घरेलू कचरे, वाणिज्यिक कचरे, अस्पताल के कचरे, संस्थागत कचरे, निमाण और विध्वंस कचरे और स्वच्छता कचरे में वर्गीकृत किया जा सकता है। संगठन और वित्तीय संसाधनों की कमी के कारण इस ठोस के प्रबंधन के साथ एक बड़ी समस्या है। अप्रबंधित ठोस कचरा विभिन्न बीमारियों के फैलने के प्रमुख कारणों में से एक है और पर्यावरण के लिए कुछ गभीर खतरे भी पैदा करता है। कुछ विधियों जैसे खुले में जलाना, खुले या समुद्र में डंपिग, भूमि भरना, भस्मीकरण, कंपोजिटिंग, खेतों में जुताई, और कुछ हालिया तकनीकों जैसे एमबीटी (मैकेनिकल बायोलॉजिकल ट्रीटमेंट) का उपयाग ठोस कचरे के उपचार के लिए किया जाता है। लेकिन ठोस अपशिष्ट प्रबंधन का कोई उचित समाधान नहीं होने के कारण हम अपशिष्ट प्रबंधन के कुछ पर्यावरण के अनुकूल और कुशल तरीके की तलाश करते हैं।

ठोस अपशिष्ट प्रबंधन के लिए संभावित उम्मीदवार के रूप में दीमक

दीमक पारिस्थितिक प्रक्रियाओं में प्रमुख भूमिका निभाते हैं जिसमें कार्बनिक पदार्थों का टूटना, कार्बनिक यौगिकों का पुनर्चक्रण, मिट्टी को ढीला करना, मिट्टी की उर्वरता, मिट्टी का निमाण, ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन और परागण शामिल हैं। दीमक ऐसे कीड़ों में से एक है जो ठोस कचरे का क्षरण करने की क्षमता रखता है। विविध और दिलचस्प खाने की आदतों के साथ–साथ ठोस पदार्थ को बहुत तेज गति से पुनः चक्रित करने की उनकी क्षमता होने के कारण दीमक ठोस अपशिष्ट

प्रबंधन के लिए एक उपयुक्त उम्मीदवार है। दीमक की सेल्यूलोज और लिग्नोसेल्यूलोज को पचाने की क्षमता उन्हें ठोस अपशिष्ट प्रबंधन में उपयोगी बनाती है। यह पाचन क्षमता दीमक की आंत में मौजूद विभिन्न जीवाणुओं के कारण होती है। दीमक की आंत बैक्टीरिया से लेकर कवक तक विभिन्न प्रकार के जीवाणुओं का घर है। माइक्रोबियल समुदाय दीमक की आंत के आवश्यक कार्य करते है जो उनके मेजबान अस्तित्व के लिए उपयोगी होते हैं। ये माइक्रो बायोम सेल्यूलोज को लंबी श्रृंखला फैटी एसिड (एसीटेट, सीओ 2 और एच 2) में परिवर्तित करते हैं और ये लंबी श्रृंखला को फैटी एसिड शॉर्ट चेन फैटी एसिड में बदलते हैं जो दीमक द्वारा अवशोषित होते हैं। दीमक आंत में एंजाइम की उपलब्धता से सेलूलोज पाचन भी प्रभावित होता है। सेल्यूलोज के टूटने के लिए मुख्य रूप से तीन प्रकार के एंजाइमों की आवश्यकता होती है जैसे एंडोसेल्यूलेज, एक्सोसेल्यूलेज और ग्लूकोसिडेज। दीमक प्लास्टिक सामग्री (पॉलीथीन बैग) को भी खराब कर सकते हैं। सूक्ष्म बायोम को अपने पेट में ले जाने वाली दीमक की यह विशेषता ठोस अपशिष्ट प्रबंधन की समस्या से निपटने के लिए बहुत ही आशाजनक समाधान बनाती है।

निष्कर्ष

ठोस अपशिष्ट प्रबंधन विश्व के सामने एक बड़ी समस्या है। इस संबंध में उपलब्ध प्रबंधन विधियों के पास देने के लिए बहुत कुछ नहीं है। इस समय की आवश्यकता ठोस अपशिष्ट प्रबंधन के लिए जैविक विकल्प तलाशने की है। चूंकि दीमक ठोस अपशिष्ट को नष्ट करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, साथ ही वे मिट्टी को अधिक उपजाऊ भी बनाते हैं। दीमक की आंत विभिन्न जीवाणुओं का घर है, ये जीवाणु सेल्यूलोज, हेमिकेलुलोज के पाचन में मदद करते हैं जो दीमक के आहार का प्रमुख हिस्सा है और ठोस अपशिष्ट पदार्थों जैसे कागज के कचरे, प्लास्टिक कचरे, घरेलू कचरा आदि के अन्य संरचनात्मक कचरे का भी प्रमुख घटक है। वैज्ञानिक समुदाय द्वारा नियंत्रित तरीके से दीमक के उपयोग के लिए उचित रणनीति का पता लगाने की आवश्यकता है क्योंकि दीमक के अनियंत्रित उपयाग से अधिक नुकसान हो सकता है।

REFERENCES

Bezerra-Gusmão, M.A., Barbosa, J.R.C., Barbosa, V., de, M.R., Bandeira, A.G., Sampaio, E.V.S.B. (2011). Are nests of constrictotermes cyphergaster (Isoptera, Termitidae) important in the C cycle in the driest area of semiarid caatinga in northeast Brazil?. Applied Soil Ecology. 47(1): 1-5. DOI: 10.1016/j.apsoil.2010.11.003.

Bignell, D.E. (2006). Termites as Soil Engineers and Soil Processors. In: Intestinal Microorganisms of Termites and other Invertebrates. Springer, Berlin, Heidelberg. 183-220.

Brauman, A. (2000). Effect of gut transit and mound deposit on soil organic matter transformations in the soil feeding termite: A review § 1 Paper presented at the 16th World Congress of Soil Science, 20-26 August 1998, Montpellier, France. European Journal of Soil Biology. 36(3): 117-125.

Dangerfield, J.M. and Schuurman, G. (2000). Foraging by fungus-growing termites (Isoptera: Termitidae, Macrotermitinae) in the Okavango Delta, Botswana. Journal of Tropical Ecology. 16(5): 717-731.

http://museumpests.net/wpcontent/uploads/2015/03/Preserving-History-Subterranean- Termite-Prevention-in-Colonial-Williamsburg1.pdf.

Jones, P., David, T., Eggleton, P. (2000). Sampling termite assemblages in tropical forests: Testing a rapid biodiversity assessment protocol. Journal of Applied Ecology. 37: 191-203.

Jones, R., Silence, P., Webster, M. (2015). Preserving History: Subterranean Termite Prevention in Colonial Williamsburg. Colonial Williamsburg Foundation, USA.

López-Naranjo, E.J., Alzate-Gaviria, L.M., Hernández-Zárate, G., Reyes-Trujeque, J., Cruz-Estrada, R.H. (2014). Effect of accelerated weathering and termite attack on the tensile properties and aesthetics of recycled HDPE-pinewood composites. Journal of Thermoplastic Composite Materials. 27: 831-844. 10.1177/0892705712473625.

Potineni, K. (1986). Studies on termites (*Odontotermes* spp.) with special reference to their role in the fertility of soil (Doctoral dissertation, University of Agricultural Sciences. Banglore.