



एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के माध्यम से टिकाऊ फसल उत्पादन – वर्मीकम्पोस्ट पर विशेष ध्यान।

डॉ. जितेंद्र सिंह¹, डॉ. अर्चना नेगी² एवं डॉ. अतीन कुमार³

¹सहायक प्रोफेसर, मृदा विज्ञान एवं कृषि रसायन,
वी.के.एस. कृषि महाविद्यालय (बीएयू सबौर), डुमराँव, बक्सर (बिहार)
²शोधार्थी, पादप रोगविज्ञान विभाग, जी.बी. पंत कृषि एवं
प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर (उत्तराखंड)

³सहायक प्रोफेसर, कृषि विभाग, उत्तरांचल विश्वविद्यालय, देहरादून, उत्तराखंड, भारत

Email Id: – jitu1040@gmail.com

खाद्य सुरक्षा एक महत्वपूर्ण वैश्विक चिंता बनी हुई है, विशेष रूप से छोटे किसानों के लिए जो फसल उत्पादन बढ़ाने में कई चुनौतियों का सामना कर रहे हैं। इन समस्याओं के समाधान के लिए, आधुनिक कृषि पद्धतियों में एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (आईएनएम) तकनीकों को शामिल किया गया है, जो मृदा पोषक तत्व आपूर्ति, फसल अवशोषण, उपज की गुणवत्ता और मृदा स्वास्थ्य के बीच संतुलन बनाए रखने के महत्व पर बल देती हैं। रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक और अंधाधुंध उपयोग मृदा स्वास्थ्य, जल गुणवत्ता और पर्यावरण के लिए गंभीर चुनौतियाँ पैदा करता है। टिकाऊ फसल उत्पादन प्राप्त करने के लिए वैकल्पिक रणनीतियों का पता लगाना आवश्यक है। जैविक खादों, जैसे कि वर्मीकम्पोस्ट का विवेकपूर्ण उपयोग विभिन्न फसलों पर उनके लगातार सकारात्मक प्रभावों के कारण ध्यान आकर्षित कर रहा है। ये जैविक खादें पोषक तत्वों की उपलब्धता में वृद्धि, मृदा संरचना में सुधार, वायु संचार, जल धारण क्षमता में वृद्धि और सूक्ष्मजीवों की संख्या में वृद्धि जैसे लाभ प्रदान करती हैं, जो एक स्वस्थ पोषक चक्र और बेहतर पौधों की वृद्धि और उपज में योगदान करते हैं। केंचुओं और सूक्ष्मजीवों के बीच सहजीवी अंतःक्रिया द्वारा उत्पादित वर्मीकम्पोस्ट, पारंपरिक खाद से कहीं बेहतर है।

वर्मीकम्पोस्ट एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (आईएनएम) का एक महत्वपूर्ण घटक है, जो पोषक तत्वों से भरपूर जैविक उर्वरक प्रदान करता है। यह मृदा संरचना को बेहतर बनाता है, सूक्ष्मजीवों की सक्रियता बढ़ाता है और जल धारण क्षमता में सुधार करता है। यह आवश्यक एनपीके और सूक्ष्म पोषक तत्व प्रदान करता है, रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम करता है, फसल की पैदावार बढ़ाता है और मृदा जनित रोगजनकों को नियंत्रित करता है।

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (आईएनएम) में वर्मीकम्पोस्ट के प्रमुख पहलू इस प्रकार हैं –

- **पोषक तत्वों का संवर्धन** – वर्मीकम्पोस्ट आवश्यक पादप पोषक तत्वों नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटेशियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम और आयरन, जिंक और कॉपर जैसे सूक्ष्म पोषक तत्वों से भरपूर होता है, जो इसे एक उत्कृष्ट जैविक स्रोत बनाता है।
- **मृदा स्वास्थ्य संवर्धन**– यह एक शक्तिशाली मृदा संवर्धक के रूप में कार्य करता है, मृदा संरचना, वातन, सरंधता और जल धारण क्षमता में सुधार करता है, जिससे फसलें सूखे का सामना करने में सक्षम होती हैं।

- **सूक्ष्मजीव गतिविधि उत्तेजना**— इसमें लाभकारी सूक्ष्मजीव होते हैं जो कार्बनिक पदार्थों के जैव अपघटन और पोषक तत्वों के संचलन में सहायता करते हैं, जिससे पौधों द्वारा पोषक तत्वों के अवशोषण की दक्षता बढ़ती है।
- **रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता में कमी**— अकार्बनिक उर्वरकों के एक हिस्से को वर्मीकम्पोस्ट से बदलकर किसान उच्च उपज बनाए रखते हुए खेती की लागत कम कर सकते हैं।
- **पादप वृद्धि हार्मोन**— वर्मीकम्पोस्ट में ऑक्सिन, जिबरेलिन और ह्यूमिक पदार्थ जैसे पादप वृद्धि को बढ़ावा देने वाले तत्व होते हैं जो अंकुरण, जड़ विकास और फसल की उपज को बढ़ाते हैं।
- **रोग प्रतिरोधक क्षमता**— यह मिट्टी के स्वास्थ्य को बढ़ाकर और रोगजनकों को दबाकर रोगों और कीटों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करता है, जिससे रासायनिक कीटनाशकों की आवश्यकता कम हो जाती है।

वर्मीकम्पोस्ट प्रक्रिया

प्रक्रिया के चरण

- सीमेंट के घेरे के निचले भाग को पॉलीथीन शीट, टाइल या नारियल के छिलके की एक परत से ढक दें।
- पॉलीथीन शीट पर 15–20 सेमी मोटी जैविक अपशिष्ट पदार्थ की परत बिछाएँ। अपशिष्ट पदार्थ पर रॉक फॉस्फेट छिड़कें (यदि उपलब्ध हो) और फिर गोबर का घोल छिड़कें।
- घेरे को परतों में पूरी तरह भरें। घेरे के ऊपरी भाग को मिट्टी या गोबर से ढक दें। सामग्री को 15 से 20 दिनों तक अपघटित होने दें।
- जब सामग्री के अपघटन के दौरान निकलने वाली ऊष्मा कम हो जाए, तो

चुनिदा केंचुओं (500 से 700) को दरारों से बाहर निकालें।

- पक्षियों को केंचुओं को खाने से रोकने के लिए, घेरे को जाली या बोरी से ढक दें। केंचुओं के लिए पर्याप्त नमी और शरीर का तापमान बनाए रखने के लिए, हर तीन दिन में पानी छिड़कें।
- कृषि अपशिष्ट का उपयोग करने पर लगभग दो महीने में वर्मीकम्पोस्ट तैयार हो जाता है, और यदि रेशम उत्पादन अपशिष्ट का उपयोग सबस्ट्रेट के रूप में किया जाता है, तो यह लगभग चार सप्ताह में तैयार हो जाता है।
- तैयार वर्मीकम्पोस्ट दुर्गंध रहित, काले रंग का और हल्का होता है। जब कम्पोस्ट तैयार हो जाए, तो इसे स्थानांतरित करने में आसानी के लिए 2–3 दिनों तक पानी न डालें।
- कम्पोस्ट को छोटे-छोटे ढेरों में इकट्ठा करें और कुछ घंटों के लिए सामान्य तापमान पर छोड़ दें, जब तक कि सभी केंचुए ढेर को नीचे न कर दें। केंचुओं को खाद से अलग करने के लिए, खाद के ऊपरी हिस्से को अलग करें और निचले हिस्से को छान लें।
- कोकून, किशोर और वयस्क केंचुए के जीवन चक्र के विभिन्न चरण हैं, जिन्हें क्यारी में मौजूद कल्चर द्वारा ले जाया जाता है।
- इस खाद को ताजे, आधे सड़े हुए कल्चर में स्थानांतरित करें। बचे हुए कल्चर और बड़े केंचुओं का उपयोग मछलियों या मुर्गियों को खिलाने के लिए किया जा सकता है। खाद को बोरियों में भरकर टंडी जगह पर रखें।
- खाद निकालने से लगभग 20 दिन पहले एक और ढेर बनाएं और ऊपर वर्णित प्रक्रिया को उसी विधि से दोहराएं।

प्रक्रिया के दौरान सावधानियां

- वर्मीकम्पोस्ट तैयार करने के लिए आदर्श प्रजातियां अफ्रीकी प्रजाति के केंचुए हैं, जिनमें आइसेनिया फेटिडा और यूड्रिलस यूजीन शामिल हैं।
- वर्मीकम्पोस्ट तैयार करते समय, केवल घास, पत्तियां या सब्जियों के छिलके जैसी वनस्पति आधारित सामग्री का ही उपयोग करें।
- मुर्गी की बीट, अंडे के छिलके, मांस, हड्डी आदि जैसे पशु मूल के पदार्थ वर्मीकम्पोस्ट तैयार करने के लिए उपयुक्त नहीं हैं।
- केंचुओं के पालन-पोषण के लिए ग्लिरिसिडिया की टहनियां और तंबाकू के पत्ते उपयुक्त नहीं हैं।
- केंचुओं को चूहों, पक्षियों और दीमकों से बचाना चाहिए।
- प्रक्रिया के दौरान, पर्याप्त नमी बनाए रखनी चाहिए। नमी की कमी या गंदा पानी केंचुओं को मार सकता है।
- जब प्रक्रिया पूरी हो जाए, तो वर्मीकम्पोस्ट को बेड से निकाल लेना चाहिए और ताजा अपशिष्ट पदार्थों से इसे फिर से भर देना चाहिए।

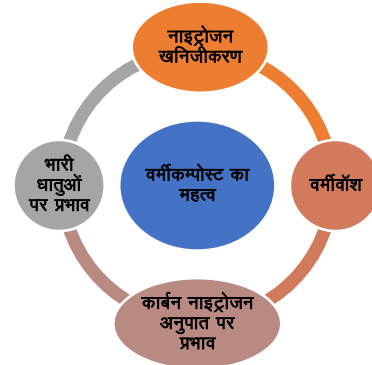
वर्मीकम्पोस्ट का महत्व

नाइट्रोजन खनिजीकरण: केंचुए मिट्टी की उर्वरता में अत्यधिक सुधार करते हैं और इसका परिणाम बड़ी मात्रा में होता है खनिजीकृत नाइट्रोजन के रूप में जो पौधों की वृद्धि के लिए अधिक उपलब्ध होता है। केंचुओं को पालने के बाद मिट्टी में नाइट्रोजन की मात्रा बढ़ जाती है। केंचुए के शरीर में 3 प्रतिशत राख, 14 प्रतिशत वसा, 14 प्रतिशत कार्बोहाइड्रेट और 65 प्रतिशत प्रोटीन होता है। एक केंचुए की मृत्यु पर, लगभग 0.01 ग्राम नाइट्रेट मिट्टी में मिल जाता है और इसके शुष्क भार का 72 प्रतिशत प्रोटीन होता है। इसके अलावा, केंचुए बड़ी मात्रा में पौधों के कार्बनिक पदार्थों का सेवन करते हैं जिनमें काफी मात्रा में नाइट्रोजन होता है और उनके स्राव के रूप में, इसका पर्याप्त हिस्सा मिट्टी में वापस चला जाता है।

यह कहा गया है कि केंचुओं की उपस्थिति में नाइट्रोजन खनिजीकरण बेहतर होता है और यह मिट्टी में नाइट्रेट के रूप में संग्रहित हो जाता है।

कार्बन नाइट्रोजन अनुपात पर प्रभाव: आमतौर पर पौधों की जड़ें खनिज नाइट्रोजन को तभी ग्रहण कर पाती हैं जब कार्बन नाइट्रोजन 20 अनुपात 1 या उससे कम हो। श्वसन के दौरान केंचुए ताजे कार्बनिक पदार्थ के अनुपात को कम करने में मदद करते हैं। कार्बन की खपत को श्वसन द्वारा मापना आवश्यक है, ताकि अनुपात को कम करने में केंचुए की भूमिका का मूल्यांकन किया जा सके।

वर्मीवॉश: वर्मीवॉश में केंचुओं द्वारा स्रावित एंजाइम होते हैं, जो पौधों की वृद्धि को उत्तेजित करते हैं और फसल की पैदावार बढ़ाते हैं। केंचुओं और सूक्ष्मजीवों के कुछ कार्बनिक अम्लों और बलगम के अलावा, इसमें घुलनशील पादप पोषक तत्व भी होते हैं। वर्मीवॉश केंचुओं के उत्सर्जित उत्पादों और अतिरिक्त स्रावों का मिश्रण है, जिसमें मिट्टी के कार्बनिक अणुओं से प्राप्त सूक्ष्म पोषक तत्व भी शामिल हैं। वर्मीवॉश के छिड़काव के बाद यह पौधों की वृद्धि में भी योगदान देता है।



चित्र 1— टिकाऊ फसल उत्पादन में वर्मीकम्पोस्ट का महत्व

भारी धातुओं पर प्रभाव

केंचुए भारी मात्रा में पदार्थों का सेवन करते हैं, और इसलिए वे भारी धातुओं के संपर्क में आते हैं, जिनके कारण उनकी आंते और त्वचा दोनों प्रभावित होती हैं। नतीजतन, उनके शरीर में

भारी धातुएँ जमा हो जाती हैं। अतः, विषैली धातुओं को हटाने के लिए वर्मीकम्पोस्टिंग का उपयोग किया जा सकता है, जो अंततः गैर-विषैली रूप में विघटित हो जाएँगी। यह कहा गया है, कि वर्मीकम्पोस्ट में भारी धातुओं का अवशोषण, कम्पोस्टिंग की अवधि बढ़ने के साथ कम हो जाता है। केंचुओं (आइसेनिया फेटिडा) में वर्मीकम्पोस्टिंग प्रक्रिया के दौरान भारी धातुओं को अवशोषित करने की क्षमता होती है। तांबे से दूषित मिट्टी में केंचुओं के प्रजनन में उल्लेखनीय कमी देखी गई है। यह पाया गया कि 200 मिलीग्राम तांबे की सांद्रता के संपर्क में आने पर आइसेनिया फेटिडा द्वारा कोई कोकून नहीं बना। भारी धातुओं के लिए, वर्मीकम्पोस्ट का उपयोग एक प्राकृतिक अवशोषक के रूप में भी किया जाता है।

अंगूर के बैगास का वर्मीकम्पोस्टिंग

ग्रीनहाउस में पायलट-स्केल वर्मीरिएक्टरों में, सफेद और लाल वाइन बनाने से प्राप्त विभिन्न प्रकार के अंगूर के गूदे या बैगास को, आइसेनिया एंड्री नामक केंचुए की प्रजाति का उपयोग करके तैयार किया जाता है, जिसे आमतौर पर रेडवर्म के नाम से जाना जाता है। यह एक सतही केंचुए (ओलिगोकीटा, लुम्ब्रिसिडे) है, जिसका शरीर व्यापक रूप से फैला हुआ है और यह तापमान और नमी की व्यापक श्रेणी के प्रति सहनशील है। इसे आमतौर पर इसके करीबी रिश्तेदार, आइसेनिया फेटिडा के साथ मिला दिया जाता है और यह वर्मीकम्पोस्टिंग में सबसे आम केंचुए है। केंचुए द्वारा प्रसंस्करण के लिए, अंगूर के बैगास को समय के साथ क्रमिक परतों में वर्मीरिएक्टर में रखा गया था। केंचुओं की जनसंख्या घनत्व और बायोमास को समय-समय पर मापा गया, और तैयार अंगूर के बैगास और वर्मीकम्पोस्ट के नमूने समय-समय पर एकत्र किए गए और उनके रासायनिक और जैविक गुणों का पता लगाने के लिए उनका परीक्षण किया गया। अंगूर के गूदे की वर्मीकम्पोस्टिंग से जैविक खाद और अंगूर के बीज प्राप्त होते हैं, जो जैव-सक्रिय यौगिकों का स्रोत हैं। यह प्रक्रिया अपशिष्ट की मात्रा को आधे से अधिक कम कर देती है और अंगूर के

गूदे को उच्च गुणवत्ता वाली, पोषक तत्वों और पॉलीफेनॉल से मुक्त, सूक्ष्मजीवों से भरपूर जैविक खाद में परिवर्तित कर देती है।

वर्मीकम्पोस्ट के नुकसान

- इस प्रक्रिया में फाइटोमास को वर्मीकास्ट में बदलने में 2 महीने या उससे अधिक समय लगता है।
- इसके लिए बड़ी मात्रा में पत्तों का कचरा और उतनी ही बड़ी मात्रा में पशु खाद की आवश्यकता होती है। लेकिन इतनी मात्रा में खाद प्राप्त करना आसान नहीं है, क्योंकि पहले से ही अनगिनत प्रतिस्पर्धी उपयोग मौजूद हैं।
- पत्तों के कचरे के विपरीत, पशु खाद मुफ्त में उपलब्ध नहीं होती है। इसलिए, पशु खाद पर निर्भरता इस प्रक्रिया को आर्थिक रूप से बेहद प्रतिकूल बना देती है।
- वर्मीकम्पोस्ट का बाजार सामान्य कम्पोस्ट की तुलना में कम विकसित है। वर्मीकम्पोस्ट बनाने के लिए बार-बार वायु संचार और एक विषम अंतिम उत्पाद की आवश्यकता होती है।

निष्कर्ष और आगे की राह

वर्मीकम्पोस्ट और अकार्बनिक उर्वरकों का एकीकरण कृषि में एक प्रगतिशील और टिकाऊ दृष्टिकोण का प्रतीक है। यह रणनीति न केवल रासायनिक उर्वरकों के पर्यावरणीय प्रभाव को कम करती है, बल्कि कृषि उत्पादकता और पारिस्थितिक कल्याण के बीच संतुलन स्थापित करते हुए मृदा स्वास्थ्य को भी बढ़ावा देती है। वर्मीकम्पोस्ट, जो इस दृष्टिकोण का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है, मृदा को कार्बनिक पदार्थों और आवश्यक पोषक तत्वों से समृद्ध करता है, जिससे मृदा की उर्वरता और संरचना में सुधार होता है। अकार्बनिक उर्वरक, विवेकपूर्ण उपयोग किए जाने पर, पोषक तत्वों के असंतुलन को दूर करने और फसल की पैदावार बढ़ाने में सहायक होते हैं। हालांकि, प्रतिकूल पर्यावरणीय परिणामों से बचने के लिए पोषक तत्वों का जिम्मेदार प्रबंधन अत्यंत महत्वपूर्ण है।