

फसल उत्पादन एवं मृदा स्वास्थ्य में समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) की भूमिका



**अनूप कुमार मौर्या¹, सुमित²,
सुमित गौर³,
देवराज सिंह दोहरे⁴,
चंदन कुमार⁵**

रानी लक्ष्मी बाई केन्द्रीय कृषि
विश्वविद्यालय झांसी, उत्तर प्रदेश,
भारत

*अनुरूपी लेखक

अनूप कुमार मौर्या*

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) फसल उत्पादन के लिए जैविक खाद, हरी खाद, द्वि-उर्वरक और अन्य जैविक अपघटित सामग्री जैसे जैविक संसाधन सामग्री के साथ रासायनिक उर्वरकों का संयुक्त अनुप्रयोग है। इच्छित फसल उत्पादन को संरक्षित करने के लिए इष्टतम स्तर पर मिट्टी की उर्वरता और पौधों की पोषक तत्वों की आपूर्ति को बनाए रखने की तकनीक को समेकित पोषक प्रबंधन के रूप में जाना जाता है। समेकित पोषक प्रबंधन का मुख्य लक्ष्य फसल उत्पादकता बढ़ाना तथा परायवर्ड संरक्षित करना साथ ही भविष्य की पीढ़ियों के लिए मिट्टी की उत्पादकता को भी संरक्षित करना है। परिणामस्वरूप, समेकित पोषक प्रबंधन फसल उत्पादकता बढ़ाने के लिए रासायनिक और जैविक खादों दोनों के अनुप्रयोग को संदर्भित करता है। एक ही फसल पर पोषण प्रबंधन पर ध्यान केंद्रित करने के बजाय, समेकित पोषक प्रबंधन फसल प्रणालियों या फसल चक्र का उपयोग में लाना चाहिए। समेकित पोषक प्रबंधन कई कारकों पर निर्भर है, जिसमें उचित पोषक तत्व अनुप्रयोग और संरक्षण, साथ ही किसानों, संरक्षण जुताई, इंटरक्रॉपिंग और फसल चक्र पौधों के पोषक तत्वों को बढ़ाने के सभी तरीके हैं। यह सामाजिक, पर्यावरणीय और आर्थिक रूप से यह लाभदायक है

महत्व: विशेष रूप से भारत में दीर्घकालिक अध्ययनों ने रासायनिक उर्वरकों को जैविक खाद और जैव उर्वरकों के साथ एकीकृत करने के लाभों को रेखांकित किया है। यह दृष्टिकोण न केवल उत्पादकता को बढ़ाता है बल्कि फसल उत्पादन को स्थिरता भी प्रदान करता है। इसके अलावा, समेकित पोषक प्रबंधन से मिट्टी में कार्बनिक कार्बन और उपलब्ध नाइट्रोजन के स्रोत के रूप में कार्य करके मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार करता है। लाभकारी मिट्टी के सूक्ष्मजीवों के विकास को बढ़ावा देता है। यह, बदले में, मिट्टी की गुणवत्ता को समृद्ध करता है और

मिट्टी के भीतर एक मजबूत पारिस्थितिकी तंत्र को बढ़ावा देता है। यह कृषि अपशिष्ट के पुनर्चक्रण, प्रदूषण को कम करने, ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने और संसाधनों के संरक्षण को प्रोत्साहित करता है इस प्रकार समग्र मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार होता है।

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) क्यों ज़रूरी है ?

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) इसलिए आवश्यक है क्योंकि यह मिट्टी, पौधे और पर्यावरण को संतुलन बनाए रखता है। लगातार केवल रासायनिक

उर्वरकों पर निर्भर रहने से कई गंभीर समस्याएँ पैदा होती हैं:

- 1. मिट्टी की गुणवत्ता लगातार घटना :** रासायनिक उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से मिट्टी की संरचना बिगड़ती है, pH असंतुलित होता है और मिट्टी की जीवंतता कम होती जाती है।
- 2. सूक्ष्म पोषक तत्वों की बढ़ती कमी :** जिंक, बोरॉन, आयरन जैसे सूक्ष्म पोषक मिट्टी से तेजी से खत्म होते हैं, जिससे पौधों में छिपी भूख (पोटाश) बढ़ती है और उत्पादन घटता है।
- 3. उत्पादन लागत बढ़ना:** रासायनिक उर्वरकों की बढ़ती कीमतें और उनकी घटती दक्षता

किसान की लागत बढ़ाती हैं, जबकि समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) में जैविक स्रोत लागत कम करते हैं।

4. मिट्टी की जैविक कार्बन कम होना: केवल रासायनिक उर्वरक को खेत में लगातार प्रयोग करने से मिट्टी में जैविक पदार्थ की मात्रा घटती है, जो मिट्टी की उर्वरता का मूल आधार है।

5. जल धारण क्षमता में कमी: मिट्टी में जैविक पदार्थ की मात्रा कम होने की वजह से मिट्टी की जल-धारण में कमी होती है, जिससे लंबे समय तक सूखे की स्थिति में उपज में गिरावट देखने को मिलती है।

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) परेशानियाँ

- गाँवों में गोबर से अधिकतर उपले बनाये जाते हैं जिससे गोबर अल्प मात्रा में ही कम्पोस्ट बनाने हेतु मिल पाता है।
- भूसा तथा फसल अवशेषों का उपयोग मवेशियों के चारे के रूप में हो जाने से ये पदार्थ कम्पोस्ट बनाने या सीधे खेतों में डालने के लिये उपलब्ध नहीं हो पाते।
- हरी खाद तैयार करने के लिये अतिरिक्त व्यय और समय भी देना पड़ता है।
- हरी खाद तथा फसल अवशेषों के प्रयोग के पश्चात् खेत को जोतने एवं तैयार करने में कठिनाई का सामना करना पड़ता है।

- जैविक खादों की अत्यधिक मात्रा में आवश्यकता होती है जिससे इनकी दुवाई आदि की समस्या रहती है।
- जैव उर्वरकों से इनकी गुणवत्ता में अन्तर के कारण सदैव एक सा लाभ नहीं हो पाता।
- अतः इनके प्रचार एवं प्रसार में कठिनाई होती है।

किसान समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) कैसे अपनाएँ?

- **फसल चक्र:** दलहनी फसलों को चक्र में शामिल करने से मिट्टी में प्राकृतिक नाइट्रोजन बढ़ता है, कीट रोग चक्र टूटता है और मिट्टी की उर्वरता लंबे समय तक बनी रहती है।
- **मिट्टी परीक्षण कराएँ:** हर 2-3 साल में मिट्टी परीक्षण करावाएँ ताकि यह पता चले कि मिट्टी में कौन कौन से पोषक तत्व कम या अधिक मात्रा में हैं। इससे उर्वरकों की सही मात्रा तय होती है और अनावश्यक खर्च बचता है।
- **जैविक खाद का प्रयोग:** गोबर खाद, कम्पोस्ट या वर्मी कम्पोस्ट को खेत में 5-10 टन / हेक्टेर में डालें। इससे मिट्टी में जैविक कार्बन, ह्यूमस और सूक्ष्मजीव गतिविधि बढ़ती है, जिससे मिट्टी की संरचना और जलधारण क्षमता सुधरती है।
- **हरी खाद का चयन:** धैचा, सनई, मूंग जैसी हरी खाद फसलें 45 दिनों में पर्याप्त जैविक पदार्थ और नाइट्रोजन तैयार कर लेती हैं। इन्हें मिट्टी

में पलटने से मिट्टी की उर्वरता और सूक्ष्मजीव सक्रियता में वृद्धि होती है।

- **जैव उर्वरक का उपयोग:** राइजोबियम, ऐज़ोटोबैक्टर, PSB, माइकोराइज़ा जैसे जैव उर्वरक बीज उपचार या बुवाई के समय खेत में मिलाने से नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, और सूक्ष्म पोषक तत्वों की उपलब्धता में वृद्धि होती है।
- **फसल अवशेष प्रबंधन:** फसल अवशेषों को खेत में जलाने से पोषक तत्व, सूक्ष्म जीव की जनसंख्या में कमी और वायुमंडल में प्रदूषण बढ़ता है। अवशेषों को खेत में मिलाने से जैविक कार्बन, मिट्टी की संरचना और नमी संरक्षण में सुधार होता है।

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) के मुख्य घटक:

- 1. गोबर की सड़ी खाद:** गोबर खाद, जिसे आमतौर पर देसी खाद या ऑर्गेनिक मैन्योर कहा जाता है, भारतीय किसानों के बीच सदियों से प्रचलित एक पारंपरिक जैविक खाद है। यह मुख्य रूप से पशुओं के गोबर (गाय, भैंस आदि) और अन्य बायोडीग्रेडेबल पदार्थों जैसे फसल अवशेष, पत्तियाँ, रसोई का कचरा आदि से तैयार की जाती है। खासकर ग्रामीण भारत में, गोबर खाद खेती के लिए एक स्वर्णिम विकल्प मानी जाती है क्योंकि इससे मिट्टी की उर्वरता बढ़ती है और उत्पादन भी अच्छा मिलता है।
- 2. कम्पोस्ट:** कम्पोस्ट को 'कूड़ा खाद' कहते हैं। पौधों के अवशेष

पदार्थ, घर का कूड़ा कचरा, मनुष्य का मल, पशुओं का गोबर आदि का जीवाणु द्वारा विशेष परिस्थिति

में विच्छेदन होने से यह खाद बनती है। अच्छा कम्पोस्ट खाद गन्द रहित भूरे या भूरे काले रंग का भुरभुरा

पदार्थ होता है। इसके 0.5 से 1.0 प्रतिशत पोटैश एवं अन्य गौण पोषक तत्व होते हैं।



चित्र: कम्पोस्ट बनाने की प्रक्रिया

3. केंचुआ की खाद: केंचुआ खाद एक प्राकृतिक जैविक खाद है, जिसे केंचुओं की सहायता से जैविक कचरे जैसे गोबर, सूखी पत्तियाँ, सब्जियों के छिलके, कृषि अवशेष आदि को सड़ाकर तैयार किया जाता है। केंचुए इन पदार्थों को खाकर छोटे कणों में तोड़ते हैं और उनके मल से दानेदार, गहरे भूरे रंग की अत्यंत उर्वर खाद बनती है। यही खाद वर्मी कम्पोस्ट कहलाती है।

4. हरी खाद: हरी खाद के रूप में सनई व दलहनी फसले जैसे मूंग, लोबिया को 40 - 45 की अवस्था में खेत में ही पलट देते हैं। जिससे मिट्टी की भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों में सुधार होता है और इस तरह मिट्टी की कार्बनिक कार्बन में वृद्धि होती है। उर्वरकों और कीटनाशकों को कम करने, मिट्टी और पानी के

कटाव को नियंत्रित करने और सतह और भूजल में नाइट्रेट और अन्य रासायनिक आदानों के रिसाव को रोककर पर्यावरणीय स्थिरता के लिए हरी खाद बहुत आवश्यक है। सूक्ष्मजीव हरी खाद वाली मिट्टी से भरपूर होते हैं और इस प्रकार मिट्टी में पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ जाती है।

5. फसल अवशेष प्रबंधन: फसल अवशेषों को मिट्टी में मिलाने से जैविक कार्बन, पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण और सूक्ष्मजीव गतिविधि बढ़ती है, जिससे मिट्टी के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुण बेहतर होते हैं। मल्लिंग, ज़ीरो-टिल खेती और अवशेषों का पुनर्चक्रण न केवल ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन कम करते हैं, बल्कि पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाकर उर्वरक उपयोग दक्षता में भी सुधार करते

हैं। तथा मिट्टी और पर्यावरण की गुणवत्ता में सुधार होता है।

6. रासायनिक उर्वरक : रासायनिक उर्वरक औद्योगिक रूप से निर्मित पदार्थ होते हैं जिनमें प्रमुख तथा सूक्ष्म पोषक तत्व उपस्थित होते हैं जो पौधों की वृद्धि और विकास के लिए आवश्यक होते हैं। जैविक उर्वरकों के विपरीत, जो अपघटन के माध्यम से धीरे-धीरे पोषक तत्वों को मिट्टी में छोड़ते हैं, जो पौधों को तत्काल पोषक तत्व प्रदान करते हैं। जब पौधों को उनकी सबसे अधिक आवश्यकता होती है। तब रासायनिक उर्वरकों का प्रयोग करते हैं। उदाहरण जब कोई किसान अपनी मक्के की फसल में नाइट्रोजन की कमी को नोटिस करता है, तो वे यूरिया का प्रयोग करते हैं।

7. जैव उर्वरक : एक जैव उर्वरक एक पदार्थ है जिसमें जीवित सूक्ष्म जीव होते हैं, जो पौधों की जड़ों में रहकर वायुमंडल की नाइट्रोजन को स्थिरीकरण करके मिट्टी में पोषक तत्वों की उपस्थिति को बढ़ाने में मदद करता है कुछ सूक्ष्म जीव फास्फोरस को घुलनशील बनाने में सहायता करते हैं, जैव उर्वरकों के उपयोग के माध्यम से, मिट्टी की स्थिरता और स्वास्थ्य को बढ़ाते हुए पौधों को उगाया जा सकता है। जैव उर्वरकों से सिंथेटिक उर्वरकों और कीटनाशकों के उपयोग को कमी की जा सकती है, उपयोग में लाए जाने वाले जैव उर्वरक जैसे:

• **राइजोबियम:** राइजोबियम एक लाभकारी ग्राम-नकारात्मक मिट्टी जीवाणु है, जो दलहनी फसलों की जड़ों में गांठें बनाकर वायुमंडलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करता है। इसका प्रयोग मुख्यतः बीज उपचार द्वारा किया जाता है, जिसमें 200 ग्राम राइजोबियम कल्चर को 10 किलोग्राम बीज के लिए गुड़ के घोल की सहायता से मिलाकर छाया में सुखाया जाता है और इसका उपयोग बुवाई के समय किया जाता है।

• **एजोटोबैक्टर:** एक मुक्तजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाला जीवाणु है, जो मुख्यतः गैर-दलहनी फसलों में जैसे धान, गेहूँ और गन्ना आदि फसलों में उपयोग होता है। इसमें 2-3 किलोग्राम कल्चर को 40-50 किलोग्राम सड़ी गोबर में मिलाकर बुवाई के समय पूरे खेत में बिखराव है।

• **फास्फोरस घोलक जीवाणु :** फास्फोरस घोलक जीवाणु एक उपयोगी बैक्टीरिया का समूह है ऐसे लाभकारी बैक्टीरिया हैं जो मिट्टी में अवस्थित अघुलनशील फॉस्फेट को घुलनशील रूप में बदलकर फसलों के लिए उपलब्ध कराते हैं, जिससे फसल की वृद्धि और उपज बढ़ती है। बीज उपचार के लिए 200 ग्राम PSB कल्चर को 10 किलोग्राम बीज में गुड़ के घोल के साथ मिलाकर बुवाई से पहले छाया में सुखाया जाता है।

• **माइकोराइज़ा** एक माइकोराइजा एक हरे पौधे और एक कवक के बीच एक सहजीवी संबंध है। जो प्रमुख रूप से पौधा को फास्फोरस तथा सूक्ष्म पोषक तत्व की मिट्टी में उपस्थिति को बढ़ाता है।

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) का मृदा स्वास्थ्य तथा किसानों पर आर्थिक प्रभाव:

1) पैदावार में वृद्धि: समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) में पौधों को पोषक तत्व कई स्रोतों जैविक खाद, रासायनिक उर्वरक, जैव उर्वरक और फसल अवशेष— मिलने से पोषक तत्वों की उपलब्धता निरंतर और संतुलित रहती है, जिससे पौधों की जड़ें अधिक विकसित होती हैं, प्रकाश संश्लेषण की दर बढ़ती है और दाना भराव बेहतर होता है। इन सभी प्रक्रियाओं के परिणामस्वरूप फसल की कुल उत्पादकता सामान्यतः 15-25% तक बढ़ जाती है।

2) उर्वरक लागत में बचत: समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) में जैविक खाद, हरी खाद, फसल अवशेष और जैव उर्वरक मिट्टी में पोषक तत्वों का प्राकृतिक भंडार बनाते हैं। जिससे रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता कम हो जाती है। जिससे लागत में सीधी बचत होती है। जैव उर्वरक रासायनिक नाइट्रोजन और फॉस्फोरस की आवश्यकता को 20-40% तक कम कर सकते हैं, जिससे कुल उर्वरक लागत में 20-30% तक कमी आती है।

3) मिट्टी की उर्वरता और संरचना में सुधार: समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) मिट्टी में जैविक कार्बन बढ़ाता है, जो मिट्टी की उर्वरता का मूल आधार है। जिससे मिट्टी दानेदार और भुरभुरी बनती है। इससे हवा, पानी और जड़ों का संचरण बेहतर होता है। हैं। सूक्ष्मजीव गतिविधि बढ़ने से पोषक तत्वों का जैव रासायनिक चक्रण तेज होता है, और पोषक तत्वों की मात्रा में वृद्धि होती है, जिससे मिट्टी की उर्वरता दीर्घकाल में स्थिर और मजबूत बनी रहती है।

4) जल धारण क्षमता में वृद्धि: जैविक पदार्थ मिट्टी में स्पंज की तरह कार्य करते हैं और पानी को मृदा में अवशोषित रखते हैं। मिट्टी में 1% जैविक कार्बन बढ़ने से जलधारण क्षमता हजारों लीटर प्रति हेक्टेयर तक बढ़ सकती है। जिससे सिंचाई की आवश्यकता कम होती है, पौधे सूखे की स्थिति

में अधिक समय तक टिकते हैं और जल उपयोग दक्षता बढ़ती है।

5) फसल की गुणवत्ता में सुधार: समेकित पोषक प्रबंधन पौधों को मैक्रो और माइक्रो दोनों प्रकार के पोषक तत्व संतुलित रूप से उपलब्ध कराता है। इससे पौधों में एंजाइम गतिविधि, प्रोटीन संश्लेषण, दाना भराव और चयापचय क्रियाएँ बेहतर होती हैं। जिससे अनाज में प्रोटीन की मात्रा बढ़ती है और तिलहनों में तेल की मात्रा अधिक होती है।

6) दीर्घकाल में खेती टिकाऊ बनती है: समेकित पोषक प्रबंधन मिट्टी की उर्वरता को स्थिर रखता है, रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम करता है और पर्यावरणीय प्रदूषण घटाता है। जैविक कार्बन बढ़ने से मिट्टी जलवायु परिवर्तन के प्रभावों जैसे सूखा, तापमान वृद्धि को सहने में

अधिक सक्षम होती है। फसल अवशेष प्रबंधन और जैव उर्वरक उपयोग से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन कम होता है।

7) वातावरण पर प्रभाव: रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक प्रयोग वातावरण और जल स्रोतों को प्रदूषित करता है। समेकित पोषक प्रबंधन से रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता कम होती है, जिससे नाइट्रेट और फॉस्फेट का रिसाव जल स्रोतों में घटता है। जैविक खाद और हरी खाद के प्रयोग से ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन कम होता है।

8) आर्थिक लाभ में वृद्धि: जैविक खाद और कम्पोस्ट स्थानीय स्तर पर आसानी से उपलब्ध होते हैं, जिससे किसानों की लागत घटती है। रासायनिक उर्वरकों पर निर्भरता कम होने से उत्पादन लागत घटती है और लाभ बढ़ता

है। जिससे किसानों की आय में वृद्धि होती है।

निष्कर्ष

समेकित पोषक तत्व प्रबंधन (INM) आधुनिक कृषि की एक ऐसी टिकाऊ खेती है जो रासायनिक खाद, जैविक खाद और फसल अवशेषों का संतुलित उपयोग करके कम लागत में अधिक उत्पादन प्राप्त कर सकते हैं, साथ ही मिट्टी की उर्वरता और सेहत को लंबे समय तक बनाए रख सकते हैं यह पर्यावरण संरक्षण में इसका महत्वपूर्ण योगदान है, और मिट्टी में लंबे समय तक पोषक तत्वों को संरक्षित रखती है जिससे आने वाली पीढ़ियों के लिए सुरक्षित बनाए रखते हैं, इसलिए हर किसान को इसे अपनाना चाहिए ताकि कृषि लाभकारी, टिकाऊ और पर्यावरण-अनुकूल बन सके।