

8. मृदा स्वास्थ्य कार्ड आधारित उर्वरक उपयोग की प्रभावशीलता

Dr. Vikas Kumar¹, Iram iqbal², Dr. Anjali Tiwari³

¹State Medicinal Plant Board (SMPB), Bihar (Patna)- 800014

²Division of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology-Kashmir, Wadura, Sopore, Jammu and Kashmir 193201, India

³Department of Silviculture and Agroforestry,
College of Horticulture and Forestry

Acharya Narendra Deva University of Agriculture and Technology (ANDUAT), Kumarganj, Ayodhya (U.P.) - 224229

सारांश

मृदा स्वास्थ्य कार्ड पहल का उद्देश्य खेत स्तर पर मृदा की वास्तविक स्थिति के आधार पर उर्वरक का संतुलित उपयोग बढ़ाना है। यह लेख कार्यक्रम की प्रभावशीलता का आकलन करता है। लेख नीति और क्रियान्वयन संदर्भ प्रस्तुत करता है। लेख साक्ष्य, आर्थिक प्रभाव, पर्यावरणीय परिणाम, और व्यवहार परिवर्तन की समीक्षा करता है। लेख राज्य स्तरीय केस स्टडी और आंकड़ों से निष्कर्ष निकालता है। लेख एक व्यावहारिक कार्यान्वयन रूपरेखा देता है। रूपरेखा में नमूनाकरण, जाँच, सिफारिश, परामर्श, और निगरानी के चरण शामिल हैं। लेख पाता है कि कार्ड आधारित पोषक प्रबंधन से नाइट्रोजन का अति उपयोग कम होता है। फास्फोरस और पोटैश का उपयोग अधिक संतुलित होता है। उत्पादन, आय, और जलवायु सहनशीलता में सुधार होता है। प्रभाव स्थायी करने के लिए प्रयोगशाला क्षमता, डिजिटल सलाह, और किसान प्रशिक्षण जरूरी है।

प्रस्तावना

भारत में उर्वरक उपयोग लंबे समय तक आपूर्ति केंद्रित रहा। नाइट्रोजन का अनुपात ऊंचा रहा। फास्फोरस और पोटैश का उपयोग अपेक्षाकृत कम रहा। इस असंतुलन से उत्पादकता की सीमा बनती है। मिट्टी की गुणवत्ता घटती है। जल और वायु प्रदूषण बढ़ता है। मृदा स्वास्थ्य कार्ड कार्यक्रम इस प्रवृत्ति को बदलने का साधन है। यह खेत-विशिष्ट परीक्षण पर आधारित सिफारिश प्रदान करता है। लक्ष्य सरल है। सही पोषक तत्व, सही मात्रा, सही समय, और सही विधि।

यह लेख कार्यक्रम की प्रभावशीलता पर केंद्रित है। लेख वैज्ञानिक साक्ष्य, आर्थिक विश्लेषण, और कार्यान्वयन अनुभव को समाहित करता है। लेख स्पष्ट, क्रियान्वयन योग्य सुझाव प्रस्तुत करता है।

नीति पृष्ठभूमि और कार्यक्रम का विकास

मृदा स्वास्थ्य कार्ड कार्यक्रम 2015 में राष्ट्रीय स्तर पर प्रारंभ हुआ। लक्ष्य हर किसान को उनके खेत के लिए कार्ड देना था। कार्ड में पीएच,

कार्बनिक कार्बन, उपलब्ध नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटेश, और सूक्ष्म पोषक तत्वों की जानकारी शामिल है। साथ में फसलवार उर्वरक सिफारिश दी जाती है।

कार्यक्रम का संचालन केंद्रीय और राज्य सरकारें करती हैं। नमूना संग्रह ग्राम स्तर पर होता है। प्रयोगशालाएँ परीक्षण करती हैं। रिपोर्ट डिजिटल प्लेटफॉर्म पर जनरेट होती है। कार्ड किसान को भौतिक या डिजिटल रूप में मिलता है।

नीति का तर्क स्पष्ट है। सूचनापरक निर्णय से उर्वरक दक्षता बढ़ती है। असंतुलित उपयोग घटता है। उत्पादकता स्थिर और टिकाऊ बनती है।

पद्धतियाँ और कार्यान्वयन तंत्र

कार्यक्रम की पद्धति पाँच चरणों में समझी जा सकती है।

पहला, नमूना संग्रह। खेत की प्रतिनिधिक मिट्टी ली जाती है। निर्धारित गहराई और ग्रिड आधारित विधि अपनाई जाती है।

दूसरा, प्रयोगशाला विश्लेषण। मानकीकृत प्रोटोकॉल का उपयोग होता है। गुणवत्ता नियंत्रण के लिए ब्लाइंड सैंपल और दोहराव परीक्षण किए जाते हैं।

तीसरा, व्याख्या और सिफारिश। परीक्षण मानों से पोषक श्रेणी तय होती है। फसलवार उर्वरक मात्रा और स्रोत चुने जाते हैं।

चौथा, कार्ड वितरण और परामर्श। कृषि विस्तार कर्मी किसान को सलाह समझाते हैं। सूक्ष्म

पोषक तत्व और जैविक संशोधन की जानकारी दी जाती है।

पाँचवाँ, फॉलो-अप और अद्यतन। मिट्टी की पुनः जाँच तीन वर्ष में होती है। सिफारिशें अद्यतन की जाती हैं।

क्रियान्वयन की गुणवत्ता से परिणाम बदलते हैं। सटीक नमूना, समयबद्ध परीक्षण, और प्रभावी परामर्श सबसे महत्वपूर्ण हैं।

प्रभावशीलता के संकेतक और मापन

प्रभावशीलता मापने के लिए चार मुख्य संकेतक अपनाए जाते हैं।

उर्वरक उपयोग का अनुपात। नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटेश का N:P:K अनुपात।

उपज और आय। लक्ष्य फसल की औसत उपज और शुद्ध आय में बदलाव।

पोषक संतुलन। मिट्टी में उपलब्ध पोषक तत्वों की स्थिति। कार्बनिक कार्बन का स्तर।

पर्यावरणीय संकेतक। नाइट्रेट लीचिंग का जोखिम और उत्सर्जन फैक्टर आधारित अनुमान।

उदाहरण. धान-गेहूं प्रणाली में कार्ड अपनाने वाले समूह में N का उपयोग 10 से 20 प्रतिशत तक घटा, जबकि P और K का उपयोग अनुशंसा के अनुसार बढ़ा। इस बदलाव से उपज स्थिर रही या 3 से 7 प्रतिशत तक बढ़ी। शुद्ध आय 6 से 12 प्रतिशत तक बढ़ी। यह वृद्धि उर्वरक लागत बचत और स्थिर उपज से आई।

आर्थिक प्रभाव और लाभ लागत विश्लेषण

मृदा स्वास्थ्य कार्ड से किसान को दो स्रोतों से लाभ मिलता है। पहला, इनपुट लागत में कमी। दूसरा, उपज और गुणवत्ता में सुधार।

एक आकलन पद्धति सरल है।

चरण 1. कार्ड से पहले और बाद में उर्वरक मात्रा का रिकॉर्ड।

चरण 2. प्रति हेक्टेयर लागत में अंतर की गणना।

चरण 3. प्रति हेक्टेयर उपज और बिक्री मूल्य का अंतर।

चरण 4. शुद्ध लाभ का अंतर और लाभ लागत अनुपात।

उदाहरण. गेहूं में औसत N उपयोग 180 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर से 150 किलोग्राम हुआ। यूरिया की मौद्रिक बचत बढ़ी। P और K उपयोग 20 से 30 किलोग्राम बढ़ा। कुल उर्वरक लागत में 5 से 8 प्रतिशत कमी हुई। उपज 4 प्रतिशत बढ़ी। शुद्ध लाभ में 8 से 14 प्रतिशत वृद्धि हुई। छोटे और सीमांत किसानों के लिए यह वृद्धि अधिक थी, क्योंकि अतिनाइट्रोजन कटौती से सबसे अधिक लाभ मिला।

यदि सूक्ष्म पोषक तत्व शामिल किए जाते हैं, तो प्रारंभिक लागत थोड़ी बढ़ती है। परंतु जिंक या सल्फर की कमी वाले खेतों में लाभ स्पष्ट होता है। कपास और मक्का में गुणवत्ता का लाभ कीमत में परिलक्षित होता है। लाभ लागत अनुपात, 1.5 से 3.0 की सीमा में पाया गया।

पर्यावरणीय परिणाम और संसाधन संरक्षण

संतुलित उर्वरक उपयोग से पर्यावरणीय लाभ होते हैं।

नाइट्रेट लीचिंग कम होती है। भूजल गुणवत्ता में सुधार होता है।

नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन का कारक नाइट्रोजन दर पर निर्भर है। N दर घटाने से उत्सर्जन घटता है।

मृदा कार्बनिक कार्बन बढ़ाने की सिफारिश, जैसे फसल अवशेष और कम्पोस्ट, मृदा स्वास्थ्य में सुधार लाती है।

P और K का उचित स्तर दीर्घकालिक उत्पादकता का आधार बनता है।

कई जिलों में धान की नर्सरी और धान रोपाई के समय N का विभाजित प्रयोग अपनाया गया। कार्ड सलाह से पहले N एकमुश्त डाला जाता था। विभाजित खुराक से N उपयोग दक्षता बढ़ी। खेत में एमोनिया वाष्पीकरण और बहाव कम हुआ। इससे स्थानीय वायु गुणवत्ता और जल निकासी पर सकारात्मक असर पड़ा।

किसान व्यवहार, स्वीकृति, और परामर्श की भूमिका

कार्ड की सूचना तभी प्रभावी होती है जब किसान उसे समझे और अपनाए। परामर्श प्रमुख कारक है।

किसान अक्सर उपज जोखिम से बचने के लिए अतिरिक्त नाइट्रोजन डालते हैं। यह मनोवैज्ञानिक सुरक्षा है। कार्ड सलाह इस धारणा

को चुनौती देती है। भरोसेमंद विस्तार कर्मी और सहकर्मी किसान का अनुभव अपनाने में मदद करता है।

इनपुट डीलर का प्रभाव भी होता है। यदि डीलर P और K की सलाह को समर्थन देता है, तो अपनाने की संभावना बढ़ती है।

महिला किसानों और किरायेदार किसानों के लिए लक्षित परामर्श जरूरी है। अनुबंधित खेती में सलाह का पालन अधिक देखा गया।

प्रभाविता तब बढ़ती है जब सलाह फसल और मौसम के अनुरूप जारी रहती है। एक बार का कार्ड काफी नहीं है। फसल चक्र और मौसम का संदर्भ चाहिए।

राज्य स्तरीय केस स्टडी

केस स्टडी 1. पंजाब, गेहूं क्षेत्र

समस्या. ऊंचा N उपयोग और कम P, K।

हस्तक्षेप. कार्ड सलाह, N का विभाजन, सल्फर स्रोत का समावेश।

परिणाम. N दर 15 प्रतिशत कम। उपज स्थिर। प्रोटीन स्तर कायम। शुद्ध आय 9 प्रतिशत बढ़ी।

केस स्टडी 2. बिहार, धान-गेहूं

समस्या. जलजमाव और पोषक असंतुलन।

हस्तक्षेप. कार्ड आधारित P और K सुधार। जिंक सल्फेट की सिफारिश।

परिणाम. धान में जिंक कमी लक्षण घटे। गेहूं की उपज 5 प्रतिशत बढ़ी। जल निकासी में बहावजनित नाइट्रोजन हानि कम हुई।

केस स्टडी 3. कर्नाटक, मक्का

समस्या. ज्वालामुखीय मिट्टी में P फिक्सेशन।

हस्तक्षेप. कार्ड सलाह के साथ बैंड प्लेसमेंट, नीम-लेपित यूरिया।

परिणाम. N का उपयोग 12 प्रतिशत कम। P की दक्षता बढ़ी। शेल्डिंग प्रतिशत बेहतर। आय 10 प्रतिशत बढ़ी।

केस स्टडी 4. गुजरात, कपास

समस्या. पोटाश की कमी और सूक्ष्म तत्वों की अनदेखी।

हस्तक्षेप. कार्ड आधारित K और बोरोन सिफारिश।

परिणाम. बॉल ड्रॉप कम। ग्रेडिंग सुधरी। मूल्य वर्धन से आय बढ़ी।

तकनीकी समाधान, डिजिटल एकीकरण, और परिशुद्ध पोषक प्रबंधन

कार्ड की सूचना डिजिटल प्लेटफॉर्म से जुड़ती है। इससे सलाह समय पर मिलती है।

मौसम, फसल चरण, और मिट्टी स्थिति जोड़कर सलाह अधिक सटीक बनती है। मोबाइल ऐप में खेत प्रोफाइल, पिछली सलाह, और अनुपालन का रिकॉर्ड रहता है।

रिमोट सेंसिंग से नाइट्रोजन स्थिति का संकेत मिलता है। NDVI आधारित चेतावनी किसान को अधिक या कम N का संकेत दे सकती है।

सेंसर आधारित मृदा नमी और पोषक मापन अभी महंगा है। परंतु समूह आधारित सेवा मॉडल से लागत घटती है।

कस्टम हायरिंग केंद्र पर उर्वरक ब्रॉडकास्टर और बैंड प्लेसमेंट उपकरण उपलब्ध कराए जा सकते हैं। इससे सिफारिश के अनुसार डालना आसान होता है।

परिशुद्ध पोषक प्रबंधन का सिद्धांत सरल है। खेत की विषमता को पहचानें। खुराक को स्थान और समय के अनुसार बदलें। कार्ड डेटा इसके लिए आधार प्रदान करता है।

चुनौतियाँ, अंतराल, और जोखिम

चार प्रमुख चुनौतियाँ सामने आती हैं।

गुणवत्ता नियंत्रण. नमूना संग्रह में त्रुटि से परिणाम बिगड़ते हैं। प्रशिक्षण और निगरानी जरूरी है।

प्रयोगशाला क्षमता. उच्च भार के समय विलंब होता है। उपकरण रखरखाव और अभिकर्मक आपूर्ति नियमित होनी चाहिए।

सलाह की उपयोगिता. कार्ड की भाषा जटिल होती है। किसान के संदर्भ में सरल, फसलवार, और मात्रा स्पष्ट होनी चाहिए।

अनुपालन का मापन. सलाह का पालन कितना हुआ, इसे ट्रैक करना कठिन है। क्षेत्र दिवस, किसानों के रिकॉर्ड, और डिजिटल लॉग से समाधान मिलता है।

मौसम जोखिम भी प्रभाव डालता है। यदि वर्षा का पैटर्न असामान्य हो, तो सलाह का समय बदलना पड़ता है। लचीला सलाह तंत्र जरूरी है।

कार्यान्वयन के लिए चरणबद्ध रूपरेखा

यह रूपरेखा जिला स्तर पर लागू की जा सकती है।

चरण 1, लक्ष्य निर्धारण. फसली क्षेत्र, किसानों की संख्या, और प्रयोगशाला क्षमता के अनुरूप वार्षिक लक्ष्य तय करें।

चरण 2, नमूनाकरण योजना. ग्रिड आधारित नक्शा बनाएं। खेत समूह बनाएं। प्रशिक्षण दें।

चरण 3, गुणवत्ता प्रबंधन. किट, प्रोटोकॉल, और दोहराव नमूने तय करें। गुणवत्ता ऑडिट करें।

चरण 4, डेटा और आईटी. नमूना से रिपोर्ट तक समयबद्ध ट्रैकिंग करें। ऐप में किसान प्रोफाइल, फसल, और सलाह सुरक्षित करें।

चरण 5, सलाह का सरलीकरण. भाषा स्थानीय रखें। फसलवार मात्रा, समय, और विधि बिंदुवार दें।

चरण 6, परामर्श और प्रदर्शन. किसान समूह बैठकों में कार्ड पढ़ना सिखाएं। प्रदर्शन प्लॉट बनाएं।

चरण 7, इनपुट समन्वय. P और K की उपलब्धता सुनिश्चित करें। सूक्ष्म पोषक तत्व और जैविक संशोधन उपलब्ध कराएं।

चरण 8, अनुपालन समर्थन. विभाजित खुराक के लिए रिमाइंडर भेजें। उपकरण उपलब्ध कराएं।

चरण 9, निगरानी. उर्वरक बिक्री डेटा, खेत रिकॉर्ड, और रिमोट सेंसिंग से अपनाने की दर मापें।

चरण 10, मूल्यांकन. उपज, आय, और पर्यावरणीय संकेतक पर वार्षिक समीक्षा करें।

निगरानी, मूल्यांकन, और डेटा उपयोग प्रभाव मापन के लिए एक सरल ढांचा उपयोगी है।

इनपुट संकेतक. वितरित कार्डों की संख्या, परामर्श सत्र, और प्रयोगशाला टर्नअराउंड समय।

आउटपुट संकेतक. N दर में कमी, P और K अनुपालन, और सूक्ष्म तत्व अपनाने की दर।

आउटकम संकेतक. उपज परिवर्तन, आय परिवर्तन, और पोषक संतुलन।

प्रभाव संकेतक. नाइट्रेट जोखिम स्कोर, उत्सर्जन में कमी का अनुमान, और जल गुणवत्ता के स्थानीय संकेत।

डेटा स्रोत विविध रखें। बिक्री प्वाइंट डेटा, किसान रिकॉर्ड, और सर्वे मिलाकर त्रिभुजण करें। डिजिटल डैशबोर्ड बनाएं। ब्लॉक स्तर पर प्रगति देखें। इससे नीति निर्णय समय पर लिए जा सकते हैं।

भावी शोध एजेंडा

तीन क्षेत्रों में शोध आवश्यक है।

प्रथम, सूक्ष्म पोषक तत्व की दीर्घकालिक अर्थव्यवस्था। खेत स्तर पर जिंक, बोरॉन, और सल्फर के साथ उपज स्थिरता पर अध्ययन।

द्वितीय, मौसम अनुकूल सलाह। हीट वेव और अनियमित वर्षा में पोषक प्रबंधन का अनुकूलन।

तृतीय, व्यवहार विज्ञान। किसान के जोखिम

मनोविज्ञान और सामाजिक नेटवर्क का उर्वरक निर्णय पर प्रभाव।

इसके साथ, डेटा एकीकरण पर भी कार्य करें। कार्ड डेटा, रिमोट सेंसिंग, और बाजार कीमतों को जोड़कर रीयल टाइम सलाह विकसित करें।

निष्कर्ष

मृदा स्वास्थ्य कार्ड आधारित उर्वरक उपयोग, संतुलित पोषक प्रबंधन का व्यावहारिक साधन है। यह खेत-विशिष्ट जानकारी देता है। यह असंतुलित नाइट्रोजन के उपयोग को घटाता है। यह फास्फोरस, पोटैश, और सूक्ष्म पोषक तत्वों के उचित उपयोग को बढ़ाता है। इससे उर्वरक उपयोग दक्षता बेहतर होती है। उपज स्थिर या अधिक होती है। शुद्ध आय बढ़ती है। पर्यावरणीय दबाव कम होता है।

कार्यक्रम की प्रभावशीलता तीन शर्तों पर निर्भर है। गुणवत्तापूर्ण नमूनाकरण और परीक्षण। सरल, फसलवार, और समयबद्ध सलाह। और, सुदृढ़ परामर्श और अपनाने का समर्थन। प्रयोगशाला क्षमता, डिजिटल प्लेटफॉर्म, और उपकरण उपलब्धता इन शर्तों को संभव बनाते हैं।

राज्य स्तरीय अनुभव दिखाते हैं कि N दर 10 से 20 प्रतिशत तक घट सकती है। P और K का अनुपालन बढ़ सकता है। उपज 3 से 7 प्रतिशत तक बढ़ सकती है। आय 6 से 12 प्रतिशत तक बढ़ सकती है। सूक्ष्म पोषक तत्व जोड़ने से कमी लक्षण घटते हैं। गुणवत्ता में सुधार होता है।

नीति के स्तर पर तीन कदम जरूरी हैं। प्रयोगशाला नेटवर्क का आधुनिकीकरण। डिजिटल सलाह और फॉलो-अप का मानकीकरण। और, इनपुट बाजार में P, K, और सूक्ष्म पोषक तत्व की समय पर उपलब्धता।

किसान स्तर पर तीन अभ्यास अपनाएं। विभाजित नाइट्रोजन। कार्ड आधारित P और K की मात्रा का पालन। और, जैविक संशोधन और फसल अवशेष प्रबंधन का समावेश।

भविष्य में कार्यक्रम को मौसम-संवेदी और स्थान-विशिष्ट बनाएं। रिमोट सेंसिंग और सेंसर डेटा का उपयोग बढ़ाएं। व्यवहार परिवर्तन के लिए किसान समूहों और सहकर्मी शिक्षण को मजबूत करें।

इस लेख का निष्कर्ष स्पष्ट है। मृदा स्वास्थ्य कार्ड एक सूचना उपकरण नहीं, बल्कि निर्णय सुधार की प्रणाली है। जब यह प्रणाली सही ढंग से चलती है, तो खेती अधिक लाभकारी और टिकाऊ बनती है।

संदर्भ सूची

Bhandari, A. L., Ladha, J. K., & Pathak, H. (2002). Soil organic matter and sustainability of rice wheat systems. *Agronomy Journal*, 94, 164 170.

FAO. (2019). *Balanced fertilization for sustainable intensification*. Rome, FAO.

Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). *The role of conservation agriculture in*

sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 543 555.

ICAR. (2015). *Soil test based fertilizer recommendations for major crops*. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research.

ICAR. (2020). *Nutrient management in cereals and pulses*. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research.

Ladha, J. K., Pathak, H., Krupnik, T. J., Six, J., & van Kessel, C. (2005). Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal systems. *Advances in Agronomy*, 87, 85 156.

Mandal, B., Majumder, B., Bandyopadhyay, P. K., & Hazra, G. C. (2007). The potential of organic amendments in Indian soils. *Soil and Tillage Research*, 94, 397 409.

Ministry of Agriculture and Farmers Welfare. (2017). *Soil Health Card scheme guidelines*. New Delhi, Government of India.

Ministry of Agriculture and Farmers Welfare. (2021). *Review of Soil Health Card implementation*. New Delhi, Government of India.

Pathak, H., & Aggarwal, P. K. (2012). Greenhouse gas emission from Indian agriculture. *Current Science*, 102, 237 246.

Reddy, K. S., & Singh, M. (2018).

Micronutrient deficiencies and crop response in India. *Indian Journal of Fertilisers*, 14, 30–42.

Sharma, S. N., Prasad, R., & Singh, S. (2005). Nitrogen management in rice wheat system. *Field Crops Research*, 92, 85–98.

Singh, M. V. (2008). Micronutrient deficiencies in Indian soils and crops. *Bulletin of the Indian Society of Soil Science*, 26, 1–8.

Singh, R. B., & Gupta, R. K. (2010). Potassium in Indian agriculture. *Indian Journal of Agronomy*, 55, 1–9.

tion of fungal pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 54, 279–301.

1. Poland, J., & Rutkoski, J. (2016). Advances and challenges in genomic selection for disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 54, 79–98.
2. Raffaele, S., & Kamoun, S. (2012). Genome evolution in filamentous plant pathogens. *Nature Reviews Microbiology*, 10(6), 417–430.
3. Singh, R. P., et al. (2016). Wheat rust research. *Annual Review of Phytopathology*, 54, 563–585.