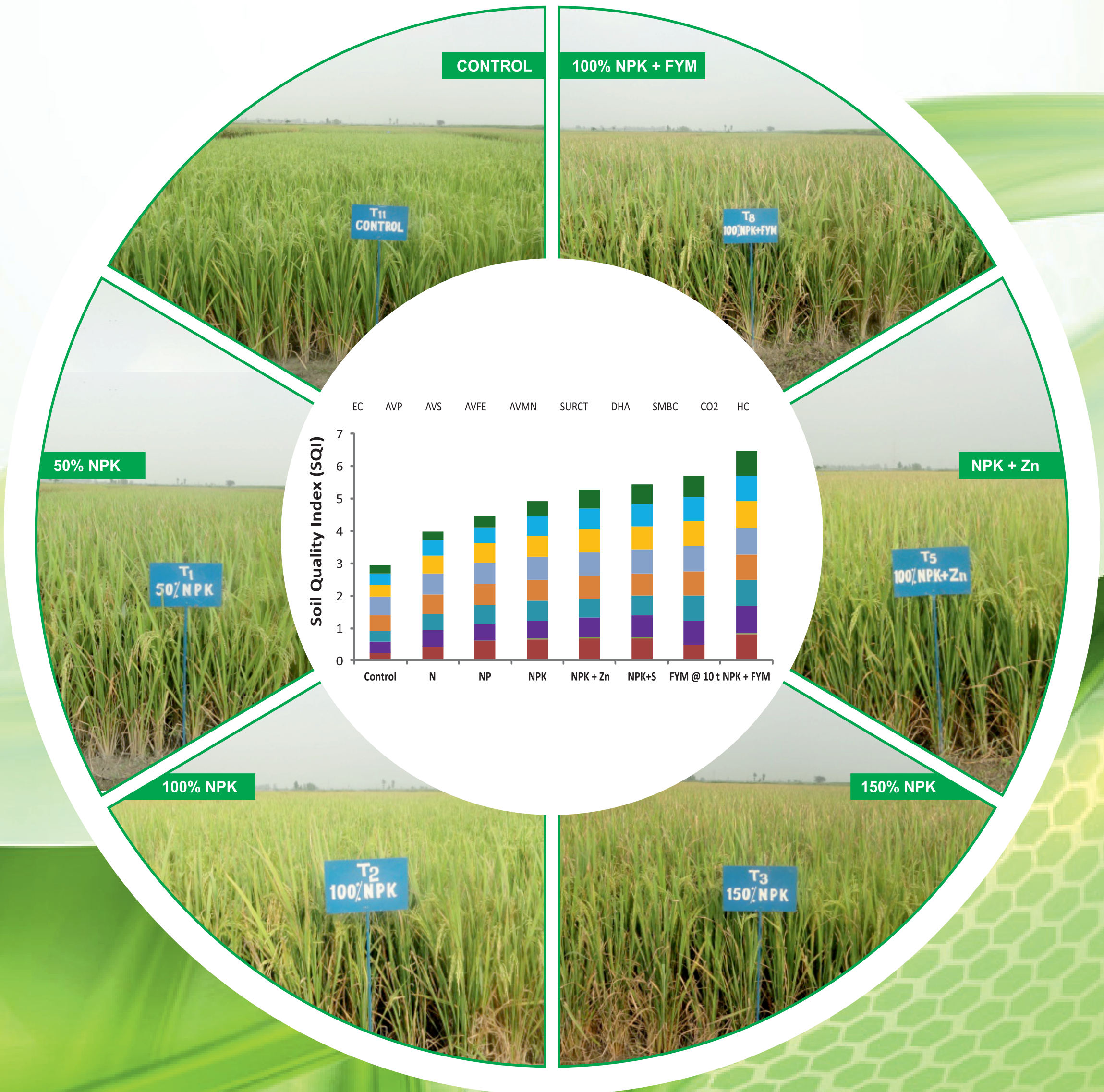
उर्वरकों का संतुलित उपयोग :

दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के अन्तर्गत फसल उत्पादकता और मिट्टी की गुणवत्ता पर प्रभाव



संपादक: अशोक के पात्र, रवि वंजारी, धीरज कुमार, राहुल मिश्रा, मुनेश्वर सिंह और अनिल नागवंशी

दीर्घकालिन उर्वरक परिक्षण पर
अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (AICRP LTFE)

समन्वय प्रकोष्ठ

भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान

नबीबाग, बैरसिया रोड, भोपाल-462 038 (मध्य प्रदेश)

सरदार पटेल उत्कृष्ट आईसीएआर संस्थान
एफएओ राजा भूमिबोल विश्व मृदा दिवस पुरस्कार विजेता

उर्वरकों का संतुलित उपयोग : दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के अन्तर्गत फसल उत्पादकता और मिट्टी की गुणवत्ता पर प्रभाव

मृदा पारिस्थितिकी तंत्र के प्रमुख घटकों में से एक है, इसकी गुणवत्ता मिट्टी के अधिकांश गुणों के एकीकृत प्रबंधन का परिणाम है जो फसल उत्पादकता और स्थिरता को निर्धारित करती है। उर्वरकों के अपर्याप्त और निरंतर असंतुलित उपयोग से मृदा जैव कार्बन में गिरावट हुई है और इस प्रकार मिट्टी की गुणवत्ता में गिरावट आयी है। गहन उत्पादन प्रणाली में जैविक पदार्थों को बनाए रखने के साथ - साथ पर्यावरण को न्यूनतम नुकसान तथा टिकाऊ उत्पादन प्रणाली के लिए संतुलित और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन की आवश्यकता है। मिट्टी की बेहतर गुणवत्ता, उत्पादकता और स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए मिट्टी के कार्बनिक पदार्थ को बनाए रखना और वृद्धि करना अतिआवश्यक है क्योंकि यह मिट्टी के सभी भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों को प्रभावित करता है। रोथमस्टेड प्रयोग मॉडल के आधार पर, मिट्टी, फसल की गुणवत्ता और पर्यावरण पर खाद और उर्वरक के महत्व पर विचार करते हुए, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) ने दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोग पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (एआईसीआरपी) की शुरूआत सितंबर 1970 में हुई। इस एआईसीआरपी का लक्ष्य 'विविध फसल प्रणालियों के तहत विभिन्न मिट्टी में फसल उत्पादन और मिट्टी की गुणवत्ता बढ़ाने तथा बनाए रखने के लिए एकीकृत पोषक तत्व आपूर्ति के माध्यम से मृदा उर्वरता प्रबंधन करना है। विभिन्न कृषि जलवायु क्षेत्रों का प्रतिनिधित्व करने वाले सभी सिंचित और सघन फसल वाले क्षेत्रों में उनकी पहचान की गई तथा प्रत्येक प्रयोगो में 10 या 12 उपचार हैं। जो की निम्नलिखित है: T_1 50% नत्रजन, स्फुर और पोटाश (एन पी के) ; T_2 100% एन पी के ; T_3 150% एन पी के ; T_4 100% एन पी के + हाथ से निराई; T_5 100% एन पी के + जस्ता या चूना; T_6 100% नत्रजन व स्फुर ; T_7 100% नत्रजन T_8 100% एन पी के + गोबर खाद ; T_9 100% एन पी के (गंधक मुक्त/ गंधक स्रोत); T_{10} बिना खाद् (नियंत्रण)। वर्तमान में, पुरे भारत वर्ष में, अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के तहत 17 केंद्र हैं जिनमें 9 प्रमुख फसलें (चावल, गेहूं, सोयाबीन, मक्का, बाजरा, ज्वार, मूंगफली, कुसुम और जूट), 9 प्रमुख फसल प्रणालियां, 11 कृषि पारिस्थिकीय तंत्र (ऐ ई आर) और 14 उप कृषि पारिस्थिकीय तंत्र शामिल हैं। यह परियोजना भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन प्रभाग (एन आर एम) के अंतर्गत है और विभिन्न राज्य कृषि विश्वविद्यालयों में इसके 15 केंद्र हैं, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद संस्थानों के दो केंद्र हैं, जिस में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद - भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान, भोपाल में समन्वय कक्ष है। फसल की उत्पादकता और मिट्टी की गुणवत्ता कई कारकों पर निर्भर करती है जैसे मृदा जैव कार्बन, संतुलित पोषक तत्व आपूर्ति, पोषक तत्व उपयोग दक्षता और मृदा जैविक स्वास्थ्य आदि।

मृदा जैव कार्बन

मृदा जैव कार्बन मिट्टी की गुणवत्ता का प्रमुख संकेतक है और मिट्टी के अधिकांश गुणों को प्रभावित करता है। इस प्रकार, बेहतर प्रबंधन अभ्यास अर्थात संतुलित और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के माध्यम से इसे बनाए रखने और बढ़ाने की अत्यधिक आवश्यकता है। देश में विभिन्न प्रकार की मिट्टी और प्रमुख फसल प्रणालियों में किए गए दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के परिणामों ने स्पष्ट रूप से प्रदर्शित किया है कि असंतुलित पोषक तत्व प्रयोग की तुलना में संतुलित (100% एनपीके) और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (100% एनपीके + गोबर खाद) प्रथाओं के प्रयोग पर मृदा जैव कार्बन में वृद्धि दर्ज की गई है।

मिट्टी के प्रकार	केंद्र	प्रारंभिक	उर्वरक रहित	100% एन	100% एन पी	100% एनपीके	100% एनपीके	100% एनपीके + जस्ता	100% एनपीके + चूना	100% एनपीके + गोबर खाद
अल्फिसोल्स	बैंगलोर	4.6	4.2	3.7	4.3	4.8	5.1	-	4.6	5.6
	पालमपुर	7.9	8.0	8.1	9.7	10.1	9.7	9.2	11.1	13.3
	रांची	4.5	4.1	4.7	4.6	4.7	4.6	-	3.8	5.5
इंसेप्टिसोल्स	बैरकपुर	7.1	5.6	6.6	7.1	7.2	7.3	7.0	-	8.9
	लुधियाना	2.2	2.9	3.8	3.8	4.2	4.1	4.1	-	5.3
	नई दिल्ली	4.4	3.0	4.4	4.3	4.4	5.2	4.7	-	5.3
वर्टिसोल्स	जबलपुर	5.7	4.2	5.2	6.7	7.6	8.7	7.6	-	8.9
मोलिसोल्स	पंतनगर	14.8	6.1	9.0	9.9	9.8	8.8	10.0	-	15.6

एन –नत्रजन, पी- स्फुर, के-पोटाश

फसल उत्पादकता

उर्वरक के संतुलित उपयोग के साथ-साथ एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन से दीर्घकालिन उर्वरक परिक्षण परियोजना (एल टी एफ ई) के स्थानों पर फसल उत्पादकता में सुधार हुआ है। संतुलित उर्वरक उपयोग यानी 100% एन पी के के साथ चूने और जस्ता को शामिल करने से पिछले कुछ वर्षों में असंतुलित पोषक तत्वों की तुलना में उपज में वृद्धि हुई है। यूरिया के रूप में केवल 100% नत्रजन के प्रयोग से उपज में भारी कमी आई और मिट्टी की गुणवत्ता और समग्र मृदा स्वास्थ्य पर हानिकारक प्रभाव पड़ा है। पालमपुर और बैंगलोर की अम्लीय मिट्टी (अल्फिसोल) की उत्पादकता कम हो गई है और मक्का तथा गेहूं की उपज लगभग शून्य तक पहुंच गई है जो हाल के वर्षों के दौरान उस उपचार से भी कम हुयी है जहा कोई भी उर्वरक नहीं डाला गया है ।

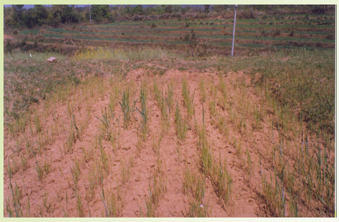
उपचार	पंतनगर		रांची		अकोला		रायपुर		पालमपुर	
	धान	गेहूँ	सोयाबीन	गेहूँ	ज्वार	गेहूँ	धान	गेहूँ	मक्का	गेहूँ
उर्वरक रहित	1274	1184	552	715	427	390	1993	1132	600	400
100% एन	3296	3182	438	855	1702	721	3308	1713	0	0
100% एनपी	4103	3447	673	3419	2652	1951	4473	2846	1456	863
100% एनपीके	3674	3363	1426	3259	3229	2391	4617	2860	3175	1904
150% एनपीके	3520	3306	1653	3403	3937	3060	5173	3179	2732	1542
100% एनपीके+ जस्ता / चूना	4432	4071	2081	4218	3420	2560	4517	2873	2903	1658
100% एनपीके + गोबर खाद	5131	4748	2053	4302	4260	3186	5050	3103	4559	2879

एन – नत्रजन, पी - स्फुर, के - पोटाश

पालमपुर के अल्फिसोल में फसल वृद्धि और उत्पादकता पर एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश + गोबर खाद) की तुलना में केवल नाइट्रोजन युक्त उर्वरकों (100% नत्रजन) के प्रयोग का प्रभाव निम्न छायाचित्र में दर्शाया गया है ।

मक्का (100% नत्रजन)

मक्का (100% नत्रजन स्फुर पोटाश + गोबर खाद)



गेहूँ (100% नत्रजन)

गेहूँ (100% नत्रजन स्फुर पोटाश + गोबर खाद)

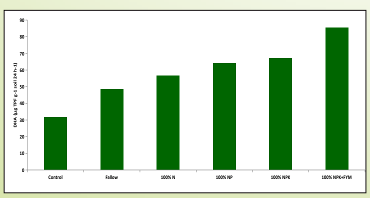
उपज स्थिरता

टिकाऊ उपज सूचकांक स्थिरता का एक मात्रात्मक माप है और इसका तात्पर्य न्यूनतम गारंटीकृत उपज से है जो अधिकतम उपज के सापेक्ष प्राप्त की जा सकती है। असंतुलित या जहाँ पर कोई भी उर्वरक नहीं डाला गया है उसकी तुलना में संतुलित और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के साथ मृदा गुणवत्ता सूचकांक में सुधार तथा वृद्धि दर्ज हुई। बैंगलोर के अल्फिसोल में मृदा गुणवत्ता सूचकांक के नकारात्मक स्तर रागी और मक्का फसल प्रणाली में देखा गया है। इसी तरह, पालमपुर में दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों में उगाए गए मक्का और गेहूं तथा रांची में सोयाबीन और गेहूं में मृदा गुणवत्ता सूचकांक स्तर शून्य की ओर बढ़ रहे हैं। इस प्रकार, असंतुलित पोषक अनुप्रयोग (उर्वरक रहित, 100% नत्रजन, 100% नत्रजन व स्फुर, 50% नत्रजन, स्फुर, पोटाश) के परिणामस्वरूप दर्ज टिकाऊ उपज सूचकांक नकारात्मक था, यह दर्शाता है कि ऐसे पोषक तत्व विकल्प अब और टिकाऊ नहीं हैं। तथा अल्फिसोल (Alfisols) में यह एक गंभीर समस्या है। यद्यपि, यह पोषक तत्व प्रबंधन रणनीतियों को विकसित करने के लिए ये उपचार महत्वपूर्ण हैं। इसके विपरीत जब फसल को संतुलित पोषण या एकीकृत तरीके से आपूर्ति की गई तो टिकाऊ उपज सूचकांक स्तर उत्साहजनक पाए गए। विभिन्न कृषि-जलवायु क्षेत्रों में एलटीएफई में वर्षों से उगाई जाने वाली खरीफ और रबी फसलों के लिए प्राप्त टिकाऊ उपज सूचकांक का नीचे उल्लेख किया गया है।

मिट्टी का प्रकार	एलटीएफई प्रयोग स्थल	फसल	उर्वरक रहित	100% एन	100% एन पी	100% एनपीके	150% एनपीके	100% एनपीके + गोबर खाद	100% एनपीके + चूना
अल्फिसोल्स	बैंगलोर	रागी	-0.26	-0.23	-0.19	0.45	0.61	0.56	0.43
		मक्का	-0.20	-0.18	-0.11	0.49	0.60	0.63	0.52
	पालमपुर	मक्का	0.01	0.07	0.15	0.35	0.36	0.53	0.47
		गेहूँ	0.04	0.05	0.15	0.28	0.28	0.42	0.40
	रांची	सोयाबीन	0.10	0.03	0.21	0.49	0.47	0.62	0.60
		गेहूँ	0.02	0.03	0.40	0.47	0.51	0.61	0.56
इंसेप्टिसोल्स	बैरकपुर	धान	0.15	0.29	0.34	0.35	0.41	0.40	-
		गेहूँ	0.11	0.30	0.36	0.38	0.47	0.41	-
	कोयंबटूर	रागी	0.08	0.12	0.36	0.37	0.41	0.46	-
		मक्का	0.06	0.09	0.36	0.39	0.43	0.47	-
	लुधियाना	मक्का	0.11	0.33	0.35	0.37	0.40	0.45	-
		गेहूँ	0.15	0.43	0.63	0.70	0.76	0.77	-
	नई दिल्ली	मक्का	0.25	0.34	0.38	0.44	0.50	0.51	-
		गेहूँ	0.38	0.58	0.67	0.74	0.81	0.82	-
वर्टिसोल्स	अकोला	जवार	-0.01	0.22	0.25	0.34	0.40	0.47	-
		गेहूँ	0.02	0.32	0.33	0.50	0.55	0.59	-
	जबलपुर	सोयाबीन	0.13	0.15	0.26	0.31	0.33	0.35	-
		गेहूँ	0.14	0.15	0.5	0.54	0.57	0.59	-
मोलिसोल्स	पंतनगर	धान	0.13	0.39	0.43	0.41	0.38	0.50	-
		गेहूँ	0.15	0.46	0.51	0.51	0.50	0.62	-

एन –नत्रजन, पी- स्फुर, के-पोटाश

मृदा जैविक स्वास्थ्य



मृदा जैविक स्वास्थ्य मिट्टी में सूक्ष्मजीवो की गतिविधि को दर्शाता है। डिहाइड्रोजिनेज एंजाइम मिट्टी की श्वसन गतिविधि के सबसे महत्वपूर्ण संकेतकों में से एक है क्योंकि यह मिट्टी में कार्बनिक पदार्थों के अपघटन को प्रभावित करता है। अध्ययन में यह पाया गया कि असंतुलित उर्वरक के अनुप्रयोग से डिहाइड्रोजिनेज गतिविधियां (डीएचए) प्रतिकूल रूप से प्रभावित हुयी हैं। इस प्रकार, संतुलित और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन मिट्टी के जैविक स्वास्थ्य को पुनर्जीवित करने का एक अच्छा विकल्प है। यह बहुत अच्छी तरह से चित्रित किया गया है कि 100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश और 100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश + गोबर खाद ने बैरकपुर के इंसेप्टिसोल में चावल-गेहूं-जूट गहन फसल में डिहाइड्रोजनेज एंजाइम में काफी सुधार किया है।

पोषक तत्व की उपयोग दक्षता

अधिकांश फसलों में संतुलित नत्रजन स्फुर और पोटाश का उपयोग करने से पोषक तत्व उपयोग दक्षता में धीरे-धीरे सुधार हुआ। दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोग स्थान पर, आईएआरआई, नई दिल्ली में पोषक तत्त्व अनुप्रयोग में यह पाया गया की पोषक तत्त्व प्रबंध के प्रयोग से मक्का और गेहू की फसलों में पोषक तत्त्व उपयोग *दक्षता* में सुधार हुआ है।

फसल	100% एन	100% एन पी	100% एनपीके	150% एनपीके	100% एनपीके + गोबर खाद
नत्रजन उपयोग दक्षता (%)					
मक्का	39.4	50.5	62.2	77.7	61.4
गेहूँ	39.2	46.7	51.7	59.2	50.0
स्फुर उपयोग दक्षता (%)					
मक्का	-	13.7	17.9	30.8	27.5
गेहूँ	-	9.5	12.6	24.0	27.5
पोटाश उपयोग दक्षता (%)					
मक्का	-	-	62.1	91.2	110.1
गेहूँ	-	-	73.2	72.8	91.2

एन –नत्रजन, पी- स्फुर, के-पोटाश

दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों में पोषक तत्वों की कमी

वर्षों से असंतुलित पोषक तत्वों के उपयोग के परिणाम स्वरूप कुछ फसलों और मिट्टी में पोषक तत्वों की धीरे धीरे कमी आती जा रही है। बंगलौर, रांची और पालमपुर के अल्फिसोल्स में पोटेशियम की कमी के कारण फसलों कि उत्पादकता में भी कमी पाई गई है। इसी प्रकार, बैंगलोर में मक्के में नत्रजन और गंधक की कमी पाई गई। पंतनगर (उत्तराखंड) के मोलिओल्स में जस्ता कि मात्रा मिटटी में कम पायी गई जिससे धान कि फसल में खैरा रोग लगने लगा । हालांकि, एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन यानी 100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश + गोबर खाद ने सभी (एल टी एफ ई) में अधिकांश स्थूल पोषक तत्व और सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी को पूरा करने में मदद की।

रागी में नत्रजन की कमी (बैंगलोर)

रागी में पोटाश की कमी (बैंगलोर)

मक्के में गंधक की कमी (बैंगलोर)

सोयाबीन में पोटाश की कमी (रांची)

उर्वरक रहित

100% एनपीके - जस्ता

100% एनपीके + जस्ता

100% एनपीके +गोबर खाद

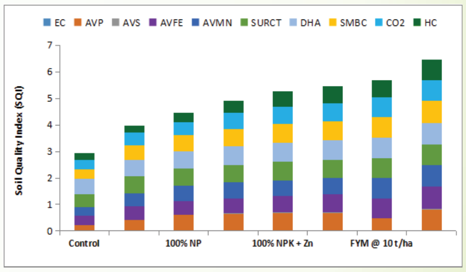
पंतनगर (उत्तराखंड) के मोलिसोल्स में एलटीएफई के अन्तर्गत उर्वरकों का संतुलित उपयोग और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन धान की फसल वृद्धि और उत्पादकता को बढ़ावा देता है।

अध्यारोपण के माध्यम से फसल उत्पादकता और मिट्टी की गुणवत्ता का पुनरुद्धार

दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के अध्ययनों के आधार पर यह पाया गया की विशेष रूप से अल्फिसोल्स में मृदा सुधारक और जैविक खाद का प्रभाव फसल उत्पादकता को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। रांची में सोयाबीन तथा गेहूं में चूना तथा गोबर की खाद से उपज में कई गुना अधिक वृद्धि हुई है। यह स्पष्ट रूप से पाया गया है कि असंतुलित उर्वरकों के उपचार तुलना में, रांची के अल्फिसोल्स में 100% एनपीके के साथ चूना या गोबर की खाद का प्रयोग महत्वपूर्ण है।

उपचार	सोयाबीन की उपज (कि.ग्रा. प्रति हेक्टेयर)		गेहूँ की उपज (कि.ग्रा. प्रति हेक्टेयर)	
	औसत (2002-2018)	मूल से अधिक वृद्धि (%)	औसत (2002-2018)	मूल से अधिक वृद्धि (%)
100% नत्रजन (मूल)	274	-	405	-
100% नत्रजन + चूना	735	168.4	690	70.5
100% नत्रजन + गोबर खाद	1534	459.9	1853	358.0
100% नत्रजन स्फुर (मूल)	623	-	3004	-
100% नत्रजन स्फुर + चूना	1096	75.8	3638	21.1
100% नत्रजन स्फुर पोटाश + गोबर खाद	1706	173.6	3905	30.0

दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों में मिट्टी की गुणवत्ता



मृदा गुणवत्ता सूचकांक (एसक्यूआई) किसी दिए गए स्थान की मिट्टी की गुणवत्ता का आकलन करने का एक मानक है ताकि प्रबंधन प्रथाओं के बीच तुलना की जा सके। मृदा गुणवत्ता सूचकांक की गणना मिट्टी गुणवत्ता मानकों के एक समूह का चयन करके की जाती है जिसे संकेतक के रूप में संदर्भित किया जाता है। दीर्घकालिन उर्वरक प्रयोगों के परिणाम बहुत स्पष्ट रूप से बताते है की असंतुलित उर्वरक की तुलना में एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन और संतुलित उर्वरक (100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश) को शामिल करने पर मिट्टी की गुणवत्ता के मानकों में बढ़ोत्तरी को दर्शाते है ।

निष्कर्ष

दीर्घकालीन उर्वरक प्रयोगों (एलटीएफई) के परिणाम स्पष्ट रूप से सामने आए कि उर्वरकों के माध्यम से संतुलित पोषक तत्वों के प्रयोग से फसल उत्पादकता में वृद्धि हुई है। इसके परिणामस्वरूप मिट्टी में कार्बन और सूक्ष्मजीवों की संख्या में वृद्धि हुई और इस तरह इस धारणा को खारिज कर दिया कि रासायनिक उर्वरक मिट्टी के कार्बन को कम करते हैं और मिट्टी के सूक्ष्मजीवों के विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। हालांकि, अल्फिसोल्स में गोबर की खाद के प्रयोग से चूना की तुलना में मिट्टी की उत्पादकता बेहतर पाया गया। इस प्रकार, अल्फीसोल में असंतुलित उर्वरक उपयोग से खराब हुई मिट्टी को जैविक खाद या चूना के साथ पुनर्जीवित किया जा सकता है। संतुलित और एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन (100% नत्रजन, स्फुर, पोटाश + गोबर खाद) में मृदा गुणवत्ता सूचकांक अधिक पाया गया है।

प्रकाशक
डॉ अशोक के पात्र, रवि वंजारी, धीरज कुमार, राहुल मिश्रा, मुनेश्वर सिंह और अनिल नागवंशी
भाकृअनुप-भारतीय मृदा विज्ञान संस्थान
नबीबाग, बैरसिया रोड, भोपाल 462 038 (मध्य प्रदेश), भारत (जून 2022)