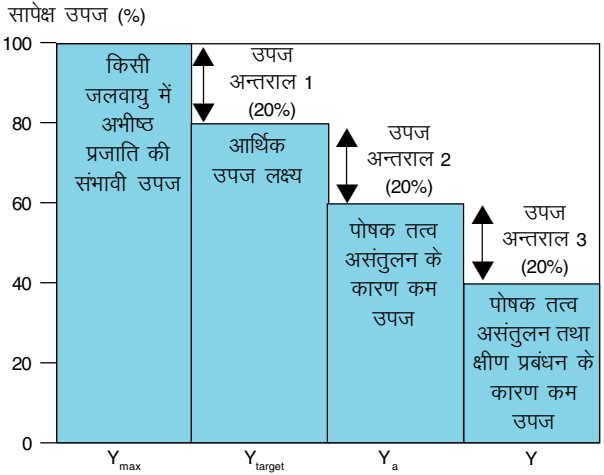
1 पोषक तत्व प्रबंधन

सी. विट,[1], आर. जे. बूरेस[2], एस. पोग[2], वी. बालासुब्रमन्यम,[2] एवं ए. डोबरमान[2]

1-1 *उपज अन्तराल की प्रासंगिकता तथा कारण*

अधिकांश धान कृषक स्थान विशेष पर जलवायु तथा अनुवांशिकी संभावी उपज का 60 प्रतिशत से कम उपज प्राप्त करते है। उपज अन्तराल को प्रभावित करने वाले कारकों के स्पष्टीकरण हेतु एक सरल प्रतिरूप (मॉडल) का उपयोग किया जा सकता है (चित्र–1)।



चित्र 1. पोषक तत्व तथा फसल प्रबंधन के संभावी उपज अथवा अधिकतम उपज (Y_{max}), उपज लक्ष्य (Y_{target}), प्राप्य उपज (Y_a), तथा वास्तविक उपज (Y) पर प्रभाव का उदाहरण।

1. आई. पी. एन. आई.–आई. पी. आई. दक्षिण पूर्व एशिया कार्यक्रम, सिंगापुर
2. अन्तर्राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान, लोस बान्योस, फिलिपिन्स

संभावी उपज अथवा अधिकतम उपज (Y_{max}) केवल जलवायु तथा धान की प्रजाति के द्वारा सीमांकित होता है, यदि अन्य कारक उपयुक्त स्तर के हों। अधिकतम उपज विभिन्न वर्षो में जलवायु में परिवर्तन के कारण धटता बढ़ता रहता है (± 10 प्रतिशत)। उष्णकटिबन्धीय दक्षिण तथा दक्षिण–पूर्व एशिया के अधिकांश धान उत्पादन पर्यावरण में उच्च उपज देने वाली धान की लोकप्रिय प्रजातियों का अधिकतम उपज लगभग 10 टन/हे0 उच्च उपज वाले मौसम में तथा 7-10 टन/हे0 कम उपज वाले मौसम में है। प्राप्य उपज (Y_a) "पोषक तत्व सीमांकित" उपज है जिसे कृषकों के वर्तमान पोषक तत्व प्रबंधन क्रियाओं द्वारा प्राप्त किया जा सकता है, जब जल, कीट तथा सामान्य फसल प्रबंधन उपयुक्त हो। सर्वश्रेष्ठ कृषकों द्वारा जो अधिकतम उपज प्राप्त होता है वह संभावी उपज का 70-80 प्रतिशत होता है अर्थात उच्च उपज मौसम में 7-8 टन/हे0 तथा न्यून उपज मौसम में 5-6 टन/हे0। इस तरह का आर्थिक उपज लक्ष्य (Y_{target}) संभावी उपज के लगभग 20-25 प्रतिशत के समतुल्य उपज अन्तराल को दर्शाता है। अधिकांश दशाओं में इस अन्तराल को पूरा करना लाभकारी नहीं होता क्योंकि इस के लिए अपेक्षित आगतों की बड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है तथा फसल के गिरने अथवा नाशीजीव प्रकोप के कारण नष्ट होने का खतरा अधिक रहता है। वास्तव में, प्राप्य उपज अधिकांश कृषकों के खेतों में कम रहती है क्योंकि नाइट्रोजन उर्वरक के अकुशल उपयोग अथवा पोषक तत्वों के असंतुलन के कारण उपज अन्तराल (उपज अन्तराल 2) अधिक रहता है।

कृषकों के खेतों में वास्तविक उपज प्रायः प्राप्य उपज से कम होती है क्योंकि जलवायु तथा पोषक तत्व आपूर्ति के अतिरिक्त अन्य प्रतिबंधी कारक जैसे बीज की गुणवत्ता, खरपतवार, कीट तथा

रोग, खनिज तत्वों की विषाक्तता तथा जलापूर्ति उपज को प्रभावित करते हैं (उपज अन्तराल 3)।

उपज अन्तराल की जानकारी महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे :

- किसानों का लाभ कम हो जाता है
- धान पर शोध एवं विकास में निवेशों पर लाभ कम हो जाता है।
- धान का उत्पादन कम हो जाता है जिससे खाद्य असुरक्षा उत्पन्न होती है तथा अधिक मात्रा में चावल का आयात करना पड़ता है।

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के द्वारा उपज अन्तराल 2 को किसानों तथा सम्पूर्ण राष्ट्र के लाभार्थ कम किया जा सकता है। उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन का सर्वाधिक लाभ उन प्रक्षेत्रों पर प्राप्त होता है जहाँ उत्तम फसल प्रबंधन हो कीट तथा नाशीजीव समस्याएँ कम हो। कृषकों को इस जानकारी की आवश्यकता है कि वे कौन से कारक हैं जिनमें परिवर्तन के द्वारा उत्पादकता बढ़ायी जा सकती है (ज्ञान–आधारित प्रबंधन) तथा यह भी जानने की आवश्यकता है कि जब कई प्रतिबंधी कारकों (जैसे कीट तथा रोग की समस्यायें एवं अनुचित पोषक तत्व प्रबंधन) का एक साथ निराकरण किया जाता है, तो उपज में उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

फसल प्रबंधन

फसल प्रबंधन की कई सामान्य क्रियाऐं उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के प्रति फसल अनुक्रिया को प्रभावित करती है। निम्नलिखित बिन्दु विचारणीय हैं:

- उपयुक्त उच्च उपज देने वाली प्रजाति के उच्च गुणवत्ता का बीज प्रयोग करें।
- नवजात पौध (10-20 दिन के) की रोपाई करें।

- खेत की मिट्टी को भलीभाँति समतल कर लें तथा संपूर्ण खेत में उपयुक्त जल स्तर बनाये रखें ताकि उत्तम फसल एकरूपता प्राप्त हो सके। इससे जल की आवश्यकता कम हो जाती है।
- खेत में कुशल पर्ण–आच्छादन स्थापित करने हेतु उपयुक्त पौध सघनता (20-40 पुंज/मी^{2} एवं 1-3 पौध/पुंज रोपित धान में तथा 80-120 किग्रा0 बीज/ हे0 छिटकवा, नम बुवाई पद्धति में) का चयन करें।
- खरपतवारों को समय से निकाल दें तांकि वे धान के पौधों के साथ स्थान, जल, प्रकाश तथा पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा न करें।

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन का पूरा लाभ उत्तम फसल प्रबंधन के द्वारा ही प्राप्त किया जा सकता है।

कीट एवं रोग

उन्नत पोषक तत्व प्रबंधन के प्रति फसल अनुक्रिया को कीट तथा रोग पत्तियों, तना तथा दानों की क्षति के माध्यम से प्रभावित करते है। सिंचित धान की फसल में सामान्य कीट एवं अन्य नाशीजीव हैंः तना छेदक, भूरा फुदका, चूहे तथा पक्षियाँ एवं सामान्य रोग, पर्णवृन्त झुलसा, जीवाणु पर्ण झुलसा, तना गलन तथा टूगरों है।

निम्नलिखित बिंन्दु विचारणीय हैंः

- ऐसी प्रजातियों का उपयोग करें जो सामान्यतः प्रकोप करने वाले कीटों तथा रोगों के प्रतिरोधी हों।
- नाइट्रोजन उर्वरकों का अत्यधिक प्रयोग न करें ताकि अत्यधिक गहरा हरा रंग, जो कीटों एवं रोगों को आकर्षित करता है, के विकास से बचाव हो सके।

- नाइट्रोजन उर्वरकों के अनुप्रयोग से पूर्व सामान्य फसल सघनता, पत्ती का रंग (पत्ती रंग पट्टिका के उपयोग द्वारा), तथा कीट एवं रोग के प्रकोप का मूल्याकंन कर लें।
- कई रोगों द्वारा क्षति (जैसे भूरा पत्ती दाग, पर्णवृन्त झुलसा, जीवाणु पर्ण झुलसा, तना गलन तथा ब्लास्ट) वहाँ अधिक होता है जहाँ अत्यधिक नाइट्रोजन उर्वरक तथा अपर्याप्त पोटैशियम उर्वरक का धान की फसल में उपयोग किया जाता है जबकि फसल पोटाश के अभाव से ग्रस्त होती है।
- समेकित नाशीजीव प्रबंधन का कियान्यवन अन्य किसानों के सहयोग से करें।

कुशल नाइट्रोजन उर्वरक उपयोग तथा संतुलित पोषण के द्वारा फसल का गिरना, कीट तथा रोगों से होने वाली क्षति के खतरे को न्यूनतम किया जा सकता है।

पोषक तत्व प्रबंधन

कोई उपज लक्ष्य तभी प्राप्त होगा जब पोषक तत्वों की सही मात्रा सही समय पर फसल की उस मौसम में पोषक आवश्यकताओं के अनुरूप आपूर्ति की जाएगी।

कुशल तथा मित्त–व्ययी पोषक तत्व प्रबंधन की रणनीति का उद्देश्य होना चाहिएः

- उत्तम फसल प्रबंधन के द्वारा उर्वरक तथा मृदा स्रोतों से पोषक तत्वों का फसल द्वारा उद्ग्रहण अधिकतम हो सके।
- फसल अवशेष तथा पशुओं से प्राप्त खादों के रूप में सुलभ पोषक तत्वों का भरपूर उपयोग करें।
- विशिष्ट पोषक तत्वों से संबंधित सीमा कारकों के निदान हेतु खनिज उर्वरकों का प्रयोग करें।

- सार्थक तथा आर्थिक उपज लक्ष्यों के चयन तथा उर्वरकों के कुशल उपयोग एवं संतुलित पोषण के द्वारा फसल के असफल होने के जोखिम को न्यूनतम करें।
- आगतों जैसे श्रमिक, जैव खाद तथा अकार्बनिक उर्वरक के लागत पर विचार करके आय को अधिकतम करने का प्रयास करें।

1.2 संतुलित नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम प्रबंधन की आधारभूत संकल्पानाएं

पोषक तत्व आगत–निर्गत

धान के खेत में पोषक तत्व का बजट (B) का अनुमान निम्नलिखित रूप में किया जा सकता है:

$$B=M+A+W+N_2-C-PS-G$$

जहाँ,

आगत: M पोषक तत्व स्रोत (अकार्बनिक तथा कार्बनिक) है, A वायुमंडलीय निक्षेपण (वर्षा, धूल) है, W सिंचाई जल, आक्रांतीजल तथा निस्पंद (विलेय तथा निस्पंदित पोषक तत्व), तथा N_2 जैविक नाइट्रोजन यौगिकीकरण है।

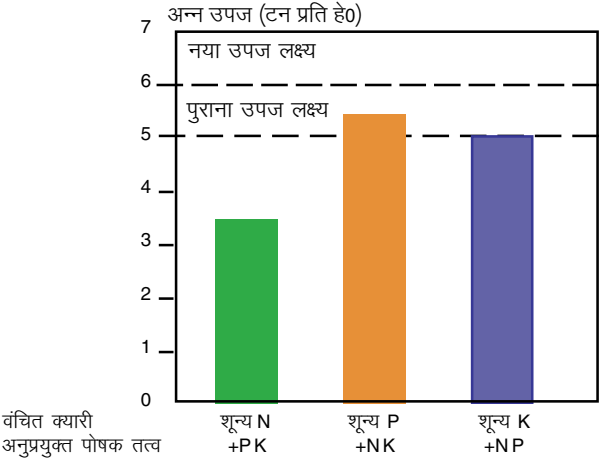
निर्गत: C दाना तथा पुआल में फसल द्वारा भुद्ध निकासी (सकल उद्ग्रहण में से पोषक तत्व की वह मात्रा घटाकर जो फसल अवशेष के रूप में वापस हो जाती है) PS प्रक्षालन तथा अंतःस्रवण के रूप में क्षति तथा G विनाइट्रीकरण तथा अमोनिया वाष्पीकरण के द्वारा गैस रूप में नाइट्रोजन की क्षति है।

मृदा से नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति एवं संतुलित पोषण

नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति किसी पोषक तत्व की सभी स्रोतों खनिज उर्वरकों को छोड़कर (जैसेः मृदा, फसल अवशेष, सिंचाई

जल) से प्राप्त वह मात्रा है जो फसल को एक मौसम में सुलभ होता है।

मृदा पोषक तत्व आपूर्ति का एक विश्वसनीय व्यवहारिक सूचक पोषक तत्व सीमित उपज होता है जिसे एक पोषक तत्व वंचित क्यारी में दाने की उपज के रूप में मापा जा सकता है, जैसे नाइट्रोजन सीमित उपज ऐसे पोषक तत्व वंचित क्यारी से जिसमें नाइट्रोजन उर्वरक बिल्कुल न दिया गया है किन्तु फास्फोरस तथा पोटैशियम दिया गया है (अनुभाग 1.8 में चरण 2 देखें)।



चित्र 2. वंचित क्यारियों में, जिनमें संबंधित पोषक तत्व का अनुप्रयोग नहीं करते, के अन्न उपज के रूप में अनुमानित मृदा की नैसर्गिक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम आपूर्ति के सीमाकारी होने का उदाहरण। पुराने उपज लक्ष्य के लिये मृदा में नाइट्रोजन आपूर्ति सीमाकारी होगी किन्तु फास्फोरस तथा पोटैशियम की आपूर्ति नहीं, जबकि नये उपज लक्ष्य के लिये मृदा पोषक तत्व आपूर्ति सभी तीनों पोषक तत्व N > P > K के क्रम में सीमाकारी होगें।

संतुलित उर्वरीकरण का अभिप्राय है फसल को उन पोषक तत्वों की सही मात्रा में आपूर्ति जिनकी नैसर्गिक स्रोतों से पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति नहीं होती (चित्र 2)।

हरित क्रान्ति के प्रांरभिक वर्षों में उपज में बढ़ोतरी केवल नाइट्रोजन उर्वरकों के उपयोग से प्राप्त हुई जोकि आधुनिक अंतःप्रजनित प्रजातियों के साथ सरकार द्वारा दिये गये छूट से संभव हुआ। फसल अनुक्रिया से प्रोत्साहित होकर किसानों ने उर्वरक नाईट्रोजन की दर बढ़ाया जो अब अत्यधिक स्तर तक पहुँच गया है, जब कि फास्फोरस तथा पोटाश की अपर्याप्त मात्रा अनुप्रयोग की जाती है। इसका परिणाम है फसल के पोषक तत्वों की असंतुलित मात्रा में आपूर्ति। इतना ही नहीं, उपज लक्ष्य बढ़ने के साथ वे पोषक तत्व जो पहले सीमाकारी नहीं थे प्रायः सीमाकारी हो गए (चित्र 2)।

अधिक उपज के लिए धान की सघन खेती तथा 2-3 फसलें प्रतिवर्ष का परिणाम होता है फास्फोरस तथा पोटाश के मृदा भंडार का ह्रास क्योंकि

- दाने में जो पोषक तत्वों का निष्कासन होता है, वे फसल अवशेष, जैव खादों तथा खनिज उर्वरकों के द्वारा प्रतिस्थापित नहीं हो पाते।
- किसान खेत से पुआल (जिसमे पोटैशियम अधिक मात्रा में होता है) का पशुओं के विछावन, ईधन अथवा औद्योगिक उपयोग हेतु उपयोग करते है।
- दाने के साथ फास्फोरस तथा पोटाश का निष्कासन बढ़ता है

स्मरणीय है कि खेत में अनुप्रयोग हेतु उर्वरक N: P: K का उपयुक्त अनुपात स्थान-विशिष्ट होता है क्योंकि यह उपज लक्ष्य तथा मृदा में नैसर्गिक स्रोतों से प्राप्त प्रत्येक पोषक तत्व की मात्रा पर निर्भर करता है।

यदि पादप–वृद्वि केवल पोषक तत्व आपूर्ति से सीमित हो तो उपयुक्त पोषकतत्व संतुलन लगभग 15 किग्रा नाइट्रोजन, 2.6 किग्रा फास्फोरस तथा 15 किग्रा पोटैशियम प्रतिटन दाने की उपज के पादप उद्ग्रहण के द्वारा प्राप्त किया जा सकता है (सारणी 1)

सारणी 1. धान की आधुनिक प्रजातियों द्वारा कटाई के समय उपयुक्त N, P, K का उद्ग्रहण

पादप अंश	N	P	K
	(कि.ग्रा. उद्ग्रहण प्रति टन दाना)		
दाना	9	1.8	2
पुआल	6	0.8	13
दाना+पुआल	15	2.6	15

1.3 उर्वरक–उपयोग कुशलता

उर्वरक का कुशल उपयोग तब होता है जबः

- अनुप्रयोग किये गये उर्वरक का अधिकॉश भाग फसल द्वारा उद्ग्रहण कर लिया जाता है (पुर्नप्राप्ति कुशलता, RE),
- अनुप्रयोग किये गये उर्वरक के प्रत्येक किग्रा द्वारा उपज में उल्लेखनीय वृद्वि हो (सस्यकुशलता, AE)

$$RE\ (\%) = \frac{\text{पादप N (N उर्वरीकृत–N अनुर्वरीकृत) कि.ग्रा./हे0 में}}{\text{उर्वरक N, कि.ग्रा./हे0 में}} \times 100$$

$$RE\ (\text{कि.ग्रा./किग्रा}) = \frac{\text{दाने की उपज (N उर्वरीकृत–N अनुर्वरीकृत) कि.ग्रा/हे0}}{\text{उर्वरक N, कि.ग्रा./हे0 में}}$$

पुर्नप्राप्ति कुशलता तथा सस्य कुशलता अधिकतम होते है जबः

- पोषक तत्वों की अनुप्रयोग की गई मात्रा मृदा द्वारा आपूर्ति की गयी मात्रा के अनुसार हो।
- फसलों को सभी अपेक्षित तत्वों की संतुलित आपूर्ति सुनिश्चित की जाए।
- उर्वरकों को मृदा में ऐसे स्थान पर अवस्थापित किया जाए जहाँ से उद्ग्रहण सर्वाधिक हो (जैसे यूरिया टेवलेट का गहरा अवस्थापन)।
- नाइट्रोजन उर्वरकों का अनुप्रयोग फसल के वृद्धि काल में पत्ती रंग पट्टिका की सहायता से निर्धारित पादप N स्तर में परिवर्तन के अनुसार किया जाए।
- अनुकूल प्रजातियों के उच्च गुणवत्ता वाले बीज का उपयोग किया जाए।
- सामान्य फसल प्रबंधन जैसे खरपतवार नियंत्रण, पौधें की दूरी, पौधशाला प्रबंधन, जल प्रबंधन इत्यादि उच्च स्तर पर किये जाए।
- कीट तथा रोगों का नियंत्रण समेकित नाशीजीव प्रबंधन तकनीक की सहायता से किया जाए।

1.4 स्थान–विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन

यहाँ वर्णित स्थान विशिष्ट पोषक तत्व प्रंबधन रणनीति का उद्देश्य उचित पोषक तत्व एवं फसल प्रबंधन के द्वारा समगतिशील, अधिक तथा लाभकारी उपज प्राप्त करना है, जिसके लिए निम्नलिखित आवश्यक हैः

- सभी सुलभ पोषक तत्व स्रोतों का कुशल उपयोग करना जिसमें जैव खादें, फसल अवशेष, तथा अकार्बनिक उर्वरक सुलभता एवं कीमत के अनुसार सम्मिलित हो।

- पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करते हुए पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन रणनीति का अनुपालन।
- पोषक तत्व वंचित क्यारी के उपयोग द्वारा मृदा की नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति (विशेषतः फास्फोरस तथा पोटैशियम) का निर्धारण।
- फसल को पोषक तत्वों (प्रमुख तथा सूक्ष्म पोषक तत्वों) की संतुलित आपूर्ति सुनिश्चित करना।
- मृदा पोषक तत्वों के भंडार का ह्रास रोकने हेतु दाना तथा पुआल में निष्कासित पोषक तत्वों (विशेषतः फास्फोरस तथा पोटैशियम) को प्रतिस्थापित करना।
- उर्वरक स्रोतों के न्यूनतम कीमत वाला संयोजन का चयन।
- उच्च गुणवत्ता वाला बीज तथा उपयुक्त पौध–सघनता का उपयोग, समेकित नाशीजीव प्रबंधन तथा उत्तम फसल प्रबंधन तांकि स्थान–विशिष्ट पोषक प्रबंधन का पूरा लाभ प्राप्त हो सके, तथा
- स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप स्थान विशिष्ट पोषक तत्व प्रबंधन का अनुकूलन (जैसे किसानों के सहभागिता के साथ उनके खेतों में उपज तथा लाभ का मूल्यांकन)।

1.5 उर्वरक कार्यक्रम विकसित करना

स्थान – विशिष्ट पोषक तत्व प्रबन्धन पर आधारित उर्वरक कार्यक्रम विकसित किया जा सकता हैः

- किसानों द्वारा प्रत्येक खेत के लिये अथवा
- प्रसार अभियान नियोजकों द्वारा समान मृदा पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता वाले क्षेत्रों (संस्तुति प्रखण्डों) के लिये तैयार किया जा सकता है (खण्ड 1.7)।

उपयुक्त उर्वरक रणनीति के विकास के लिये भोधकर्ताओं, प्रसार कार्य कर्ताओं तथा स्थानीय किसानों के सहयोग से सहभागिता का उपयोग करें। नई संस्तुतियों का वृहद् स्तर पर कियान्वयन से पहले कम से कम 1-2 फसल चक्र तक प्रक्षेत्र प्रदर्शन में मूल्यांकन करना चाहिये। उर्वरक कार्यक्रम को विकसित करने हेतु सारणी 2 में समय चक्र प्रस्तावित किया गया है।

टिप्पणीः

- उत्पादन के प्रतिबन्धों को प्राथमिकता के आधार पर क्रमबद्ध करें। कौन सी तकनीकें उत्पादन वृद्धि में अत्यधिक लाभदायक हैं? एक ही समय में कई नयी संस्तुतियों को लागू न करें। दो या तीन तकनीकों पर ही केन्द्रित करें (जैसे उच्च बीज गुणवत्ता तथा संशोधित एनपीके उर्वरक कार्यक्रम)।
- नयी संस्तुतियों के परीक्षण हेतु सीमित खेतों पर एक या दो ऋतुओं में सहभागिता प्रणाली का उपयोग करें तथा उसके पश्चात किसानों से सूचना संग्रहित करके उन संस्तुतियों को अनुकूलित करें।
- धान में नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम की कमी होना सामान्य है, किन्तु अन्य पोषक तत्वों जैसे जस्ता तथा गंधक की भी कमी हो सकती है, विशेषतः धान फसलीकरण की बढ़ती हुई सघनता के साथ।

सारणी 2. उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति के सहभागी विकास तथा परीक्षण हेतु समयबद्ध कार्यक्रम की रूपरेखा

ऋतु	कार्य
ऋतु 1 से पहले	लक्ष्य क्षेत्र का चयन। लाभार्थियों की सभा का आयोजन करें। आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण संपन्न करें। संस्तुति प्रखण्डों का चयन करें। आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के आधार पर प्रथम उन्नत उर्वरक नाइट्रोजन रणनीति विकसित करें।
ऋतु 1*	नयी विकसित उर्वरक नाइट्रोजन रणनीति का चयनित कृषकों के खेतों पर उनके सक्रिय सहयोग से परीक्षण करें। नैसर्गिक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम आपूर्ति का निर्धारण करें। चयनित संस्तुति प्रखण्ड की प्रमाणिकता की जांच करें।
ऋतु 2 के पहले	किसानो ंतथा प्रसार विशेषज्ञों के सहयोग से उर्वरक संस्तुतियां विकसित करें।
ऋतु 2 एवं 3	नयी संस्तुतियों का किसानों के खतों में स्थित प्रदर्शन में परीक्षण एवं परिष्करण करें तथा उनमें आवश्यकतानुसार सुधार करें।
	ऋतु 3 में नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम की नैसर्गिक आपूर्ति के अनुमानों का सत्यापन करें।
ऋतु 4 एवं 5	वृहद स्तर पर उर्वरक संस्तुतियों का चयनित संस्तुति प्रखण्डों में प्रसार करें।
	अनुस्रवण एवं मूल्यांकन करें।

*आदर्शतः उच्च उपज ऋतु जिसमें अनुकूल जलवायु हो तथा नाशीजीवों का प्रकोप नगण्य हो।

1.6 आवश्यकता एवं अवसर का निर्धारण

एशिया में धान की खेती में वर्तमान उत्पादन स्तर तथा उर्वरक मूल्यों पर अधिकांश लाभोपार्जन उपज बढ़ाकर अथवा अन्शतः लागत घटाकर प्राप्त किया जा सकता है। उर्वरक लागत को कम मूल्य वाले स्थानीय उर्वरक स्त्रोतों के संयोजन का चयन तथा उर्वरक के कुशल एवं संतुलित उपयोग (जैसे अधिकतम सीमाकारी पोषक तत्व पर अधिक निवेश तथा कम सीमाकारी पोषकतत्व पर बचत) के द्वारा किया जा सकता है।

प्रसार अभियान रणनीति के विकास हेतु किसानों के जैव–भौतिक एवं सामाजिक–आर्थिक उत्पादन प्रतिबन्धों की जानकारी ही महत्वपूर्ण आधार है, और इसे आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण से भली–भाँति प्राप्त किया जा सकता हैः

- प्रबन्धन क्रियाओं से सम्बन्धित प्रतिबन्धों को चिन्हित करने हेतु किसानों की वर्तमान फसल, पोषक तत्व एवं नाशीजीव प्रबन्धन प्रणाली का मूल्याकंन करें।
- सर्वेक्षण के दौरान पाये गये उत्पादन प्रतिबन्धों के विषय में कृषकों की सजगता का मूल्याकंन करें।
- किसानों की अभिरूचि (तथा किसानों के समय का "अवसर कीमत") एवं सभी लाभार्थियों (किसान, गैर सरकारी संस्थायें, प्रसार कार्यकर्ता, स्थानीय सरकारी इकाइयॉ आदि) की कार्यक्रम की क्रियान्वयन क्षमता को ध्यान में रखते हुए इस बात का मूल्यांकन करें कि क्या उत्पादकता बढ़ाने के पर्याप्त अवसर है ?

उपयुक्त लक्ष्य क्षेत्र का चयन

लक्ष्य क्षेत्र का चयन आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के परिणाम, प्रारंभिक प्रक्षेत्र भ्रमण, लाभार्थियों के साथ वार्तालाप तथा प्रशासनिक

सीमाओं के अनुसार करें। उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति के क्रियान्वयन हेतु उपयुक्त लक्ष्य क्षेत्र के एक या अधिक लक्षण निम्नलिखित हैः

अधिक उत्पादन की संभावना के होते हुए कम अथवा असंतुलित उर्वरक के प्रयोग के कारण कम उत्पादन (खण्ड 1.1)।

किसानों, उर्वरक वितरक एवं प्रसार कार्यकर्ताओं से स्थानीय उर्वरक उपयोग की जानकारी प्राप्त करें।

पोषक तत्व की कमी के लक्षण (खण्ड 2)।

पोषक तत्व के असंतुलित उपयोग अथवा नाइट्रोजन उर्वरक के अधिक उपयोग से उत्पन्न नाशीजीव समस्याएँ (जैसे–पर्णवृन्त झुलसा का प्रकोप)

अधिक सकल नाइट्रोजन दर अथवा अपर्याप्त विभाजन एवं समय के कारण नाइट्रोजन उर्वरक का अकुशल उपयोग, जैसे–यदि किसानः

- नाइट्रोजन उर्वरक का 175 किग्रा/हे0 से अधिक दर अनुप्रयोग करते हैं।
- प्रारम्भिक फसल वृद्धि के समय नाइट्रोजन उर्वरक का अधिक अनुप्रयोग (पौध रोपण/बुवाई के बाद 10 दिनों में 50 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 से अधिक अथवा बोवाई/रोपण के पश्चात् 20 दिनों में 75 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 की दर।
- खड़ी फसल में प्रत्येक बार 50 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हे0 से अधिक मात्रा का अनुप्रयोग।
- शून्य नाइट्रोजन क्यारी की उपज के ऊपर प्रति टन उपज बढ़ाने के लिए 55 किलोग्राम उर्वरक नाइट्रोजन प्रति हे0 (120 कि.ग्रा. यूरिया प्रति है0) से अधिक मात्रा अनुप्रयोग करने की आवश्यकता हो।

- फसल के गिरने की समस्या रहती हो।

- मृदा की नैसर्गिक फास्फोरस अथवा पोटैशियम की अत्यधिक दोहन के साक्ष्य हो उदाहरणार्थ, यदि किसान मध्य से उच्च उत्पादन सीमा में दो या अधिक फसलें प्रति वर्ष उगाता है, तथा पिछले पॉच वर्षो में
  - फास्फोरस का 20 किग्रा P_2O_5 प्रति हे0 प्रति फसल से कम मात्रा में अनुप्रयोग किया हो।
  - पोटाश का 10 किग्रा K_2O प्रति हे0 प्रति फसल से कम मात्रा में अनुप्रयोग किया हो तथा पुआल को खेत से निष्कासित कर दिया हो।

पोषक तत्व स्रोतों का मूल्य, सुलभता एवं गुणवत्ता

उन्नत उर्वरक विधियॉ किसानों द्वारा तभी अपनायी जायेंगी, यदि

- वे विधियॉ किसानों को अधिक अर्थलाभ प्रदान करती हैं।
- किसानों को स्थानीय रूप से उपयुक्त मात्रा में उच्च गुणवत्ता के खनिज उर्वरक उपलब्ध हों।

आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के भाग के रूप में उर्वरक मूल्यों तथा उर्वरक गुणवत्ता के सत्यापन को सम्मिलित किया जाना चाहिए।

सकल लाभ विश्लेषण

नयी संस्तुतियों का खेतों में परीक्षण करने से पूर्ण सकल लाभ विश्लेषण कर लें तांकि निम्नलिखित का निर्धारण कर सकें:

- अन्न उत्पादन के रूप में सभी आगतों की कीमत प्रदर्शित करना (जैसे "शून्य लाभ–हानि उपज")

- नयी प्रणाली के अन्तर्गत अपेक्षित अतिरिक्त आगतों की कीमत।
- नयी उर्वरक प्रणाली के कियान्वयन हेतु अपेक्षित आगतों की अतिरिक्त कीमत (जैसे– श्रमिक)
- पुरानी प्रणाली की तुलना में शुद्ध लाभ में वृद्धि।

परिवर्तन की तत्परता

उन्नत उर्वरक संस्तुतियों के विकास में किसान सर्वाधिक महत्वपूर्ण सहयोगी होते हैं तथा आवश्यकता एवं अवसर निर्धारण के प्रारम्भ में तथा नयी प्रणाली के पुष्टीकरण के समय सहभागी विधि में उनसे परामर्श करना चाहिए।

कार्यकर्ताओं को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि नई तकनीक को अपनाने के लिए भूमि, श्रम तथा पूँजी पर्याप्त मात्रा में सुलभ है। यह भी पता लगायें कि ऋण के क्या स्रोत है तथा जहॉ आगत क्रय करने के लिए किसानों को ऋण लेने की आवश्यकता हो तो ब्याज की क्या दर लागू होगी ?

किसान नयी उर्वरक रणनीति को अपनाने में अधिक रूचि लेते हैं यदिः

- उससे उत्पादन में वृद्धि कम से कम 0.5 टन प्रति हे0 होती है ("देखने से विश्वास होता है")
- प्रक्षेत्र के लाभ में सार्थक वृद्धि करता है, तथा
- किसान की वर्तमान प्रबन्धन विधियों के साथ समेकित किया जा सकता है (श्रमिकों की आवश्यकता सहित)।

1.7 संस्तुति प्रखण्ड

चिन्हित संस्तुति प्रखण्ड पर आधारित लक्ष्य क्षेत्र में उर्वरक संस्तुतियॉ विकसित करें। संस्तुति प्रखण्डों का विकास उन न्यूनतम

उपलब्ध जैव–भौतिक एवं सामाजिक–आर्थिक लक्षणों के उपयोग द्वारा किया जा सकता है जो संभावी उत्पादन की समानता, नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति एवं प्रखण्ड में उर्वरक से आपेक्षित अनुक्रिया को निर्धारित करते हैं। एक संस्तुति प्रखण्ड को एक क्षेत्र के रूप में लक्षणीकृत किया जा सकता है जिसकीः

- एक जलागम सीमा हो।
- समान फसल प्रणाली एवं फसल समय चक्र हो।
- सिंचाई जल की समान सुलभता हो।
- समान मृदा उर्वरता स्तर (मृदा उर्वरता की वर्तमान जानकारी, मृदा गठन तथा अन्य मृदा गुणों पर आधारित मानचित्र, स्थूलाकृति, किसानों एवं प्रसार कार्यकर्ताओं का स्थानीय ज्ञान) तथा
- कई प्रशासनिक इंकाइयों को समाहित करती सीमाएं।

पोषक तत्व वंचित क्यारी विधि द्वारा मृदा की नैसर्गिक पोषक तत्व आपूर्ति का निर्धारण करके संस्तुति प्रखण्ड की मृदा उर्वरता का सत्यापन कर सकते हैं (खण्ड 1.8 देखें)।

संस्तुति प्रखण्ड के परिमाण (क्षेत्रफल) भिन्न–भिन्न हो सकते हैं जो कि उपरोक्त निर्धारकों की स्थानीय परिवर्तनता पर निर्भर करता है।

संस्तुतियाँ

सहभागिता प्रणाली का उपयोग करके किसानों के साथ मिलकर संस्तुतियॉ विकसित की जाती है। पृथक संस्तुतियॉ दी जा सकती हैः

- विभिन्न उत्पादन लक्ष्यों (अथवा आगत स्तर) के लिए
- विभिन्न प्रजातियों के लिए तथा

- विभिन्न फसल अवशेष प्रबन्धन की विधियों के लिए

तांकि संस्तुति प्रखण्ड के अन्तर्गत वर्तमान विधियॉ, कृषकों की आवश्यकताओं तथा अभिरूचियों के प्रति अनुक्रिया सुनिश्चित की जा सके।

1.8 नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरकों की संस्तुतियों का विकास

यह खण्ड उत्पादन लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश की संतुलित मात्रा की गणना कैसें करें, पर प्रकाश डालता है तथा नाइट्रोजन और पोटाश उर्वरकों के अनुप्रयोग का समय और विभाजन का सुझाव देता है (सारणी 3)। यह पद्धति प्रसार अभियान नियोजकों द्वारा वृहद् क्षेत्र में संस्तुति को विकसित करने के लिए उपयोग की जा सकती है (खण्ड 1. 7) अथवा किसानों द्वारा एक खेत के लिए उर्वरक संस्तुति विकसित करने के लिए उपयोग की जाती है।

यदि किसी संस्तुति प्रखण्ड के लिए संपूर्ण उर्वरक कार्यक्रम विकसित करना है तो उर्वरक गणना के निम्नलिखित चरण हैः–

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन।

चरण 2. मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण।

चरण 3. उर्वरक (नाइट्रोजन) दर की गणना एवं पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन

चरण 4. उर्वरक फास्फोरस (P_2O_5) के दर की गणना।

चरण 5. उर्वरक पोटाश (K_2O) के दर की गणना।

इस अध्याय में दर्शायी गयी उर्वरक दर की गणना की विधियाँ निम्नलिखित सामान्य धारणाओं पर आधारित हैः

- उच्च उत्पादकता वाली धान की प्रजातियाँ जिनका उपज सूचकांक लगभग 0.5 हो, उगाई जाती है।

सारणी 3: नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरक संस्तुति विकसित करने के लिए रूपरेखा

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन करें	**इकाई**	शुष्क ऋतु	नम ऋतु
संभावी उपज	टन/हे0	————	————
कृषक खेतों पर वास्तविक उपज (माध्य)	टन/हे0	————	————
उपज लक्ष्य	टन/हे0	————	————
चरण 2. पोषक तत्व वंचित क्यारी के उपज से मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण करें			
नाइट्रोजन सीमित उपज (शून्य– N क्यारी से उपज)	टन/हे0	————	————
फास्फोरस सीमित उपज (शून्य– P क्यारी से उपज)	टन/हे0	————	————
पोटाश सीमित उपज (शून्य– K क्यारी से उपज)	टन/हे0	————	————
चरण 3. उर्वरक नाइट्रोजन दर की गणना एवं पादप आवश्यकता आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन करें			
अपेक्षित उपज वृद्धि (उपज लक्ष्य – शून्य N क्यारी की उपज)	टन/हे0	————	————
अपेक्षित उर्वरक नाइट्रोजन की अनुमानित सकल मात्रा	कि.ग्रा./हे0	————	————
प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग (रोपाई से 14 दिन बाद तक अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद तक)			
विकल्प 1 : सार्थक समय प्रणाली			
संपूर्ण ऋतु में नाइट्रोजन दर (रोपण/बोवाई के बाद ––– से ––– दिन)	कि.ग्रा./हे0	————	————

क्रान्तिक पत्ती रंग पट्टिका मान	पट्टी संख्या	————	————
पाठ्यांक अन्तराल	दिन	————	————
विकल्प 2 : निश्चित समय प्रणाली			
खड़ी फसल में उर्वरक नाइट्रोजन की पहली किस्त सक्रिय कल्ले के समय	कि.ग्रा./हे0	————	————
खड़ी फसल में उर्वरक नाइट्रोजन की दूसरी किस्त बाली सृजन के समय	कि.ग्रा./हे0	————	————
खड़ी फसल में अतिरिक्त वैकल्पिक मात्रा बालियाँ निकलते समय	कि.ग्रा./हे0	————	————
क्रान्तिक पत्ती रंग पट्टिका मान	पट्टी संख्या	————	————
चरण 4. उर्वरक फास्फोरस (P_2O_5) दर की गणना करें	कि.ग्रा./हे0	————	————
अनुरक्षण उर्वरक P_2O_5 दर	कि.ग्रा./हे0	————	————
चरण 5. उर्वरक पोटाश (K_2O)दर की गणना करें	कि.ग्रा./हे0	————	————
ऋतु के पहले पुआल की मिलाई गयी मात्रा	क./म./अ.	————	————
अनुरक्षण उर्वरक **K_2O** दर	कि.ग्रा./हे0	————	————
प्रथम अनुप्रयोग, रोपाई/बुवाई के ——— दिन बाद (—— %)	कि.ग्रा./हे0	————	————
द्वितीय अनुप्रयोग, रोपाई/बुवाई के ——— दिन बाद (—— %)	कि.ग्रा./हे0	————	————

- आर्थिक उपज लक्ष्य संभावी उपज का 75-80 प्रतिशत से अधिक न हो।
- संतुलित नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटाश उर्वरक का उपयोग किया जाता है।
- नाइट्रोजन उर्वरक की आपूर्ति पत्ती रंग पटिट्का का उपयोग करके सही समय पर उपयुक्त विभाजन में किया जाता है।
- उपयुक्त फसल प्रबन्धन विधियों का अनुपालन किया जाता है तथा अन्य प्रतिबन्धकों जैसे जलापूर्ति खरपतवार, कीट तथा रोग फसल वृद्धि को बहुत सीमित नहीं करते।

चरण 1. आर्थिक उपज लक्ष्य का चयन

- उपज लक्ष्य का चयन एक ही ऋतु में उगाए गए पिछले 3-5 फसलों के औसत उपज जो कृषकों के वर्तमान उत्तम फसल प्रबंधन क्रियाओं से प्राप्त हो जब पोषक तत्व संबंधी प्रतिबंधको का निराकरण कर दिया जाय, के आधार पर करें।
- उपज लक्ष्य पोषक तत्वों की कुल मात्रा को दर्शाता है जो फसल द्वारा उद्ग्रहण किया जायेगा। यह जलवायु, प्रजाति तथा फसल प्रबंधन पर निर्भर होते हुए स्थान तथा ऋतु विशिष्ट होता है।
- उपज लक्ष्य का चयन संस्य अनुकृति प्रतिरूप (सिमुलेशन मॉडल) से निर्धारित संभावी उपज का 75-80% से अधिक नहीं होना चाहिए। उपज लक्ष्य, जो संभावी उपज के सन्निकट होता है, को प्राप्त करने के लिए अधिक मात्रा में उर्वरक आगत की आवश्यकता होती है, तथा फसल के नष्ट होने एवं लाभांश में हानि का खतरा बढ़ जाता है।
- उच्च उपज मौसम (अनुकूल जलवायु दशा) में उच्च उपज लक्ष्य एवं न्यून उपज मौसम (कम अनुकूल जलवायु दशा एवं फसल के

गिरने या रोग एवं कीटों से नष्ट होने का अधिक खतरा) में मध्यम उपज लक्ष्य का चयन करें।

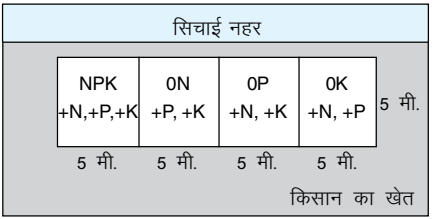
चरण 2. मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का निर्धारण

- पोषक तत्व वंचित क्यारी (अनुकूल मौसम एवं उत्तम बढ़वार की दशा) से प्राप्त अन्न की उपज को फसल मौसम में नाइट्रोजन, फास्फोरस एवं पोटाश के लिए संभावी मृदा आपूर्ति का सूचक के रूप में उपयोग करें (चित्र 3)। उत्तम गुणवत्ता के बीजों का उपयोग करें तथा जल एवं कीट नियंत्रण के साथ उचित फसल प्रबंधन का अनुसरण करें।
- संस्तुति प्रखण्ड में 10-20 प्रतिनिधि कृषकों के खेतों का चुनाव करें तथा प्रत्येक कृषक के खेत में 20×5 मीटर की क्यारी बनायें। इसको 5×5 मीटर आकार में 4 पोषक तत्व वंचित क्यारियों में विभक्त कर दें।(क्यारियों के बीच में मेडों की चौड़ाई 25 सेमी एवं उॅचाई 25 सेमी हो, जिससे एक क्यारी से दूसरी क्यारी में पोषक तत्वों का संचलन रोका जा सके)।

शून्य नाइट्रोजन (N) : नाइट्रोजन–सीमित उपज का निर्धारण नाइट्रोजन वंचित क्यारी से किया जाता है, जिसमें नाइट्रोजन,केवल फास्फोरस तथा पोटाश का अनुप्रयोग करते है, किन्तु नाइट्रोजन का बिल्कुल नहीं। जब किसान उस मौसम में नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग खेत के अन्य भाग में करता है, तो उसका संदूषण रोकने के लिए मेड़ का निर्माण करें।

शून्य फास्फोरस (P) : फास्फोरस–सीमित उपज का निर्धारण फास्फोरस वंचित क्यारी से किया जाता हैं। इसमें नाइट्रोजन एवं पोटाश उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं, लेकिन फास्फोरस उर्वरक

का अनुप्रयोग नहीं करते। उपज लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन एवं पोटाश उर्वरक की पर्याप्त मात्रा का अनुप्रयोग करें।



चित्र 3. कृषक प्रक्षेत्र में वंचित क्यारियों के समूह की आकृति। जहाँ तक संभव हो, खेत का अंतिम छोर जहाँ जुताई के समय कृषक मुड़ता हो, का उपयोग न करें।

शून्य पोटाश (K): पोटैशियम–सीमित उपज का निर्धारण पोटैशियम वंचित क्यारी से किया जाता हैं। इसमें नाइट्रोजन एवं फास्फोरस उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं, लेकिन पोटाश उर्वरक का प्रयोग नहीं करते। उपज लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन एवं फास्फोरस उर्वरक की पर्याप्त मात्रा का प्रयोग करें।

एनपीके (NPK): प्राप्य उपज उस क्यारी से प्राप्त करते है जिसमें नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम का अनुप्रयोग किया गया है। संस्तुति प्रक्षेत्र में उपज लक्ष्य प्राप्त करने हेतु पर्याप्त मात्रा में उर्वरक नाइट्रोजन, फास्फोरस तथा पोटैशियम का अनुप्रयोग करें।

शून्य फास्फोरस, शून्य पोटाश एवं एनपीके क्यारियों में फसल को गिरने से बचाने के लिए नाइट्रोजन उर्वरक का उचित विभाजन विधि अपनाएं। उचित मात्रा में जस्ता एवं अन्य सूक्ष्य पोषक तत्वों का अनुप्रयोग करें, यदि इनकी कमी सामान्यतः होती है।

फसल पकने की अवस्था पर प्रत्येक वंचित क्यारी के मध्य में 2 मीटर × 2.5 मीटर क्षेत्रफल से दाने की उपज माप लें। सर्म्पूण

बालियों को काटकर, प्लास्टिक के थैले में एकत्र कर लें तांकि उपज में कोई हानि नहीं हो। बालियों में से सावधानी पूर्वक दानों को अलग कर लें तथा खाली दानों को हटायें। दानों में नमी की मात्रा 12-16% करने के लिए दानों को तेज सूर्य के प्रकाश में पूरे दिन सुखाएँ। वर्षा ऋतु में दानों को पूर्ण रूप से सुखाने के लिए 2-3 दिन लग सकता है। अनाज की उपज को टनप्रति हेक्टेअर में अभिव्यक्त करें।

- 10-20 प्रतिनिधि कृषकों के खेतों से प्रत्येक वंचित क्यारी से प्राप्त उपज के औसत अनुमान ज्ञात करें जिससे हेतु प्राप्त होते हैं:
  - औसत नाइट्रोजन–सीमित उपज (शून्य–नाइट्रोजन क्यारी की उपज)।
  - औसत फास्फोरस–सीमित उपज (शून्य–फास्फोरस क्यारी की उपज)।
  - औसत पोटाश–सीमित उपज (शून्य–पोटाश क्यारी की उपज)।
  - प्राप्य उपज (एनपीके क्यारी की उपज)
- यदि वंचित क्यारीयों से प्राप्त परिणामों से आपके संस्तुति प्रखण्ड के अंतर्गत मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति में अधिक अन्तर इंगित होता है, तो उस संस्तुति प्रखण्ड को दो या अधिक भागों में विभाजित कर लें। साधारण नियमानुसार दो पृथक संस्तुति प्रखण्डों के औचित्य हेतु वंचित क्यारीयों से प्राप्त औसत उपज में कम से कम एक टन प्रति हेक्टेयर का अन्तर होना चाहिए।

टिप्पणी:

शून्य–फास्फोरस, शून्य–पोटाश एवं एनपीके क्यारियों में समुचित नाइट्रोजन उर्वरक प्रबंधन करना आवश्यक है, क्योंकि नाइट्रोजन

जो सर्वाधिक सीमा बनी पोषक तत्व है, के प्रबंधन का धान की फसल में फास्फोरस एवं पोटाश के उद्ग्रहण पर उल्लेखनीय प्रभाव पड़ता है। संभावी उपज का 75-80% प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन उर्वरक की दर अधिक होना चाहिए तथा अनुप्रयोग का समय एवं विभाजन उपयुक्त होना चाहिए (चरण 3)। शून्य–फास्फोरस, शून्य–पोटाश एवं एनपीके रहित क्यारियों में कृषक की वर्तमान नाइट्रोजन प्रबंधन क्रियाओं का अनुसरण नहीं करें।

- उपज एवं ऋतु के अनुसार शून्य–पोटाश क्यारी में 30–45 किग्रा प्रति हेक्टेअर फास्फोरस (P_2O_5) एवं शून्य–फास्फोरस क्यारी में 50–100 किग्रा प्रति हेक्टेअर पोटाश (K_2O) का अनुप्रयोग करें।
- उपयुक्त जलवायु दशा एवं समुचित फसल प्रबंधन की स्थिति में ही अनाज की उपज पोषक तत्वों की संभावी आपूर्ति के सूचक के रूप में मान्य है। अनाज की उपज अन्य कारकों जैसे अन्य पोषक तत्वों की आपूर्ति, जल आपूर्ति, एवं रोगों और कीटों के प्रकोप द्वारा प्रभावति नहीं होना चाहिए। ऐसे ऑकड़ों का उपयोग नहीं करना चाहिए जहॉ फसल के गिरने, चूहों, रोग एवं कीटो द्वारा हानि अधिक हो।
- अनाज की उपज के आधार पर मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का माप धान की भीगी छिटकवॉ विधि में रोपित धान की तुलना में कम होती है, क्योंकि पादप आधारित मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का आकलन फसल की प्रजाति एवं फसल अवस्थापना विधियों द्वारा प्रभावित होती हैं। इसलिए मृदा पोषक तत्वों की आपूर्ति का आकलन कृषक के खेत पर उसकी फसल अवस्थापना विधियों द्वारा करना महत्वपूर्ण होता है।

✍ यदि वर्तमान कृषक विधि में वह अकार्बनिक उर्वरक के अतिरिक्त जैव खाद जैसे कम्पोस्ट, अहाता खाद आदि का उपयोग करता है, तो उतनी मात्रा में जैव खाद का भी अनुप्रयोग प्रत्येक वंचित क्यारी में करें।

चरण 3. नाइट्रोजन उर्वरक की दर की गणना एवं पादप आवश्यकता पर आधारित

नाइट्रोजन उर्वरक के कुशल प्रबंधन हेतु कृषक के खेत पर दो से संपूरक विधियों (सार्थक समय तथा निश्चित समय) का सफलता पूर्वक उपयोग किया गया है। सारणी 3 में दोनों विधियों के मुख्य बिन्दुओं का विवरण दिया गया है। किसानों के खेतों पर उनकी सहभागिता से दोनों विधियों के एक साथ परीक्षण की संस्तुति की जाती है जिससे दोनों विधियों के परिणामों का मूल्याकंन उनके विस्तृत क्षेत्र में प्रसार से पहले हो जायँ। नाइट्रोजन उर्वरक प्रबंधन रणनीति विकसित करते समय सामाजिक–आर्थिक कारकों (श्रमिक की उपलब्धता एवं मजदूरी, धान और उर्वरक की कीमत, उर्वरक स्रोतों की उपलब्धता, वर्तमान उर्वरक अनुप्रयोग विधियॉं) पर अवश्य विचार कर लें।

विकल्प N1: सार्थक समय विधि

फसलोत्पादन मौसम में प्रायः किसान पत्तियों के रंग को धान की फसल में नाइट्रोजन स्तर के दृश्य सूचक के रूप में तथा नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग की आवश्यकता के निर्धारण हेतु उपयोग करते हैं। फसलोंत्पादन मौसम में पौधों में नाइट्रोजन स्तर के अनुस्रवण हेतु पत्ती रंग पट्टिका एक बहुत ही सरल एवं मितव्ययी निदान उपकरण है तथा खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक अनुप्रयोग के नियोजन में निर्णय–सुविधा प्रदान करता है।

यदि धान की पत्तियों का रंग पत्ती रंग पट्टिका के क्रांतिक स्तर से कम हो, तो यह फसल में नाइट्रोजन की कमी का सूचक होता है तथा ऐसी स्थिति में नाइट्रोजन उर्वरक की एक पूर्व निर्धारित मात्रा का अनुप्रयोग किया जाता है। कृषक को इससे फसल को प्रभावित करने वाले ऋतु–विशिष्ट जलवायु दशा के अनुसार नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग को समायोजित करने में सहायता मिलती है (इसे सार्थक–समय नाइट्रोजन प्रबंधन कहते हैं)। उत्तम सार्थक समय नाइट्रोजन प्रबंधन, नाइट्रोजन उर्वरक की आवश्यकता को कम करता है, नाइट्रोजन उपयोग की दक्षता को बढ़ाता है एवं धान की फसल को रोगों एवं कीटों के प्रति संवेदनशीलता को कम करता है।

सार्थक समय विधि का आधारभूत सिद्धान्त

मानक पत्ती रंग पट्टिका (मुख पृष्ट पर छाया चित्र) जो अंतराष्ट्रीय धान अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित वर्ष 2003 से आपूर्ति किया जा रहा है, में 4 हरे रंग की पट्टियॉ होती है जो पीला–हरा (संख्या 2) से गहरा हरा (संख्या 5) में विभक्त होती है। क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान, जिससे कम मान होने पर नाइट्रोजन उर्वरक अनुप्रयोग करने की संस्तुति की जाती है, प्रजाति तथा फसल अवस्थापन विधि के अनुसार 2 से 4 के बीच में होता है। सारणी 4 में क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका का मान दिया गया है, जिसको स्थानीय परिस्थितियों के अनुसार अंशाकित किया जाता है।

पत्ती रंग पट्टिका के उपयोग हेतु मार्गदर्शिका

रोपित धान में रोपाई के 14 वें दिन अथवा नम बुवाई (छिटकवाँ) के 21 वें दिन से प्रारम्भ करके प्रत्येक 7 से 10 दिन पर एक बार पत्ती रंग पट्टिका से पाठ्यांक लें। अन्तिम बार पाठ्यांक

सारणी 4. धान की प्रजाति एवं फसल अवस्थापन विधि के अनुसार पत्ती रंग पटिट्का का कांतिक मान के उदाहरण।

प्रजाति	*फसल उगाने की विधि*	*पत्ती रंग पट्टिका मान*
सुवासित एवं सुगन्धित	–	2
अर्ध बौनी इण्डिका	सीधी बुवाई	3
अर्ध बौनी इण्डिका	रोपाई	3.5
संकर	रोपाई	3.5

उस समय लें जब फूल आने भ्रुरू होते हैं (प्रथम फसल आना)। यदि किसान कम बार पाठ्यांक लेना चाहता है तो निश्चित समय विधि (विलल्प N2) जिसमें फसल की क्रांतिक वृद्धि अवस्था जैसे कल्लों निकलने की सक्रिय अवस्था, बालियों के सृजन के समय पाठ्यांक लिया जाता है संस्तुति करें (देखें A-9)।

- पत्ती रंग पट्टिका का पाठ्यांक लेते समय सबसे ऊपर की पूर्ण रूप से विकसित पत्ती (Y पत्ती) का चयन करें क्योंकि यह धान के पौधें में नाइट्रोजन के स्तर का सबसे अच्छा सूचक होती है। एक पत्ती के रंग का मापन, पत्ती के मध्य भाग के रंग को पट्टिका से तुलना करके करते हैं। यदि पत्ती के रंग का मान दो मानों के मध्य पड़ता है तो दोनों मानों का औसत ज्ञात कर लेते हैं। उदाहरणार्थ, यदि पत्ती का रंग मान 3 और 4 के बीच है तो उसका औसत मान 3.5 अंकित करते है।
- पत्तियों का रंग मापने वाले व्यक्ति की छाया पत्तियों पर पड़नी चाहिए क्योंकि पत्ती का रंग सूर्य के कोण एवं प्रकाश तीव्रता से

प्रभावित होता है। इसलिए जहाँ तक सँभव हो पूरे मौसम में एक ही व्यक्ति द्वारा पत्ती रंग पट्टिका मान का मापन प्रत्येक बार दिन के उसी समय करना चाहिए।

- एक खेत में विभिन्न स्थानों (यादृच्छिक तरीके से) से कम से कम 10 पत्तियों का पत्ती रंग पट्टिका पाठ्यांक लेना चाहिए। यदि 6 या अधिक पत्तियों का पत्ती रंग पट्टिका मान स्थापित क्रांतिक मान से कम है तो उस स्थिति नाइट्रोजन उर्वरक का तत्काल अनुप्रयोग करना चाहिए। अर्धबौनी इंडिका प्रजातियों के लिए संस्तुत नाइट्रोजन उर्वरक की दरें सारणी 5 में दी गई है।

पत्ती रंग पट्टिका के अंशांकन हेतु मार्ग दर्शिका

पत्ती रंग पट्टिका के अंशांकन हेतु भोध प्रक्षेत्र अथवा कृषक के खेत में परीक्षण स्थापित किया जा सकता है। सर्वाधिक लोकप्रिय 3-4 स्थानीय प्रजातियों का चयन करें तथा धान की फसल का तुलनात्मक अध्ययन अलग–अलग क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान (जैसेः 3, 3.5, तथा 4) पर करें। जैसा कि ऊपर वर्णित है, पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करते हुए नाइट्रोजन उर्वरक का अनुप्रयोग करें। उर्वरक उपयोग के अतिरिक्त, दानों की उपज संघटक (वैकल्पिक), रोग एवं कीटों के प्रकोप का गुणात्मक सूचकांक तथा फसल गिरने की स्थिति भी अंकित करें।

- शोध केन्द्र पर परीक्षण हेतु गुणित आकृति का चयन करें। उदाहरणार्थ, तीन प्रजातियाँ एवं तीन क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान को उपचार के रूप में लेकर चार पुनरावृति के साथ पूर्ण यादृच्छिक खण्ड आकृति।
- यदि कृषक के खेत पर अंशांकन करने का निर्णय लिया है तो कृषक के खेत को ही पुनरावृति के रूप में मान्यता दें। इसके लिए

प्रति प्रजाति कम से कम चार कृषकों के खेतों का पुनरावृति के रूप में चयन करें एवं 2-3 क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान का प्रत्येक खेत में परीक्षण करें।

- विभिन्न उपचारों में सस्य दक्षता (AE, प्रति इकाई नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग द्वारा किग्रा दाने की उपज में बढ़ोत्तरी, देखें खण्ड 1.3) ज्ञात करने हेतु बिना उर्वरक अनुप्रयोग की एक क्यारी रखें।
- क्रांतिक पत्ती रंग पट्टिका मान मुख्यतः प्रजाति एवं फसल अवस्थापन विधि पर निर्भर करता है (सारणी 4) जब कि विभाजित उपयोग में प्रत्येक बार नाइट्रोजन उर्वरक की मात्रा, मौसम–विशिष्ट है तथा जलवायु द्वारा प्रभावित आशातीत उपज वृद्धि पर निर्भर करता है (सारणी 5)।

सारणी 5. अर्ध–बौनी इण्डिका प्रजाति में नाइट्रोजन उर्वरक की प्रस्तावित मात्रा जो प्रत्येक समय पत्तियों का रंग क्रांतिक पत्ती रंग पटिट्का मान से कम होने पर अनुप्रयोग किया जाएगा।

शून्य उर्वरक क्यारी के ऊपर उपज में वृद्धि (टन प्रति है0)	रोपाई से 14 अथवा बुवाई से 21 दिन बाद से बाली सृजन तक अनुप्रयोग दर (किलोग्राम नाइट्रोजन/है0*
1–2	25
2–3	35
3–4	45

* बाली सृजन की शुरूआत से लेकर पहली फूल समाप्ती तक 25 कि.ग्र. N/है0 का उपयोग करें।

टिप्पणी:

✍ चूँकि पत्ती रंग पट्टिका विधि पादप–आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन विधि है, केवल नाइट्रोजन सीमित उपज का एक सन्निकट अनुमान ही अपेक्षित है जिससे नाइट्रोजन उर्वरक की रोपाई से 14 दिन बाद से पूर्व के समय दी जाने वाली प्रारंभिक मात्रा की आवश्यकता का निर्धारण हो सके। यदि मृदा नाइट्रोजन आपूर्ति क्षमता बहुत ही कम है तो नाइट्रोजन उर्वरक का प्रारंभिक अनुप्रयोग नहीं करने से कल्लों की संख्या कम हो सकती है। इसलिए प्रारंभिक नाइट्रोजन उर्वरक का निर्णय विकल्प N 2 (नीचे देखे) के अनुसार करें तथा पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग को समायोजित करने हेतु करें, जैसा कि इस खण्ड में वर्णित है।

✍ पत्ती रंग पट्टिका आधारित नाइट्रोजन प्रबंधन वहाँ अधिक प्रभावशाली होगा जहॉ इसे समेकित स्थान–विशिष्ठ पोषक तत्व प्रबंधन रणनीति के अंग के रूप में अपनाया जायेगा। नाइट्रोजन उर्वरक का अनुकूलतम अनुक्रिया प्राप्त करने हेतु अन्य पोषक तत्व (जैसे फास्फोरस, पोटाश, गंधक एवं जस्ता) सीमाकारी नहीं होने चाहिए। फास्फोरस एवं पोटाश का अनुप्रयोग चरण 4 और 5 में बताये गये एंव सूक्ष्म पोषक तत्वों (गंधक एवं जस्ता) का अनुप्रयोग मृदा परीक्षण अथवा स्थानीय संस्तुति के अनुसार करें।

✍ फास्फोरस की कमी (खण्ड 2.2) के कारण पत्तियों का रंग गहरा हरा हो जाता है जिससे पत्ती रंग पट्टिका मान भ्रामक होता है।

✍ सार्थक समय विधि से नाइट्रोजन प्रबंधन हेतु पत्ती रंग पट्टिका का अंशांकन स्थानीय स्तर पर करना गुणकारी है। इसके साथ एक सरल निर्देश प्रपत्र होना चाहिए जिसमें किसानों के लिए स्थानीय

भाषा में स्पष्ट दिया हो कि मौसम विशेष में धान की फसल में नाइट्रोजन उर्वरक की मात्रा तथा समय का निर्धारण कैसे करें।

विकल्प 2 : निश्चित–समय विधि

निश्चित–समय विधि से कुल नाइट्रोजन उर्वरक की आवश्यकता (किग्रा0 प्रति हेक्टेअर) ज्ञात होती है तथा फसल की वृद्धि अवस्था, प्रजाति, फसल मौसम एवं फसल अवस्थापन विधि के आधार पर, उर्वरक के विभाजन तथा अनुप्रयोग के समय को योजना प्रदान करता है। पत्ती रंग पटिट्का विधि से खड़ी फसल में नाइट्रोजन उर्वरक के प्रत्येक बार अनुप्रयोग को समायोजित किया जा सकता है।

निश्चित समय विधि के आधारभूत सिद्धान्त

अपेक्षित नाइट्रोजन उर्वरक की कुल मात्रा का आकलन करें तथा नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजित अनुप्रयोग की समय सारणी विकसित करें। क्रांतिक वृद्धि अवस्थाओं पर पूर्व निर्धारित उर्वरक N दरों को पत्ती रंग पटिट्का के उपयोग से समायोजित करें। सारणी 6 का उपयोग कुल नाइट्रोजन उर्वरक दर के आकलन हेतु निम्न आधार पर करें:

- उपज लक्ष्य तथा शून्य–नाइट्रोजन क्यारी से प्राप्त उपज के अंतर से आकलित उर्वरक नाइट्रोजन के अनुप्रयोग से संभावित उपज अनुक्रिया (चरण 1 तथा 2)।
- प्राप्य सस्य नाइट्रोजन दक्षता (पहले पृष्ठ 7-8 देखे)

साधारण नियम: अपेक्षित प्रति टन दाना की उपज में वृद्धि के लिए 40-60 कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन प्रति हेक्टेअर का अनुप्रयोग करें।

केवल अति अनुकूल जलवायु दशा सहित उच्च–उपज ऋतु में ही

सारणी 6. उपज लक्ष्य एवं शून्य नाइट्रोजन (-N) क्यारियों में नाइट्रोजन सीमित उपज के अनुसार उर्वरक नाइट्रोजन की दरें।

सस्य नाइट्रोजन दक्षता (Δ कि.ग्रा. दाना/कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन) →	16.7	20	25
उर्वरक नाइट्रोजन से उपज अनुक्रिया (टन/है0) ↓	नाइट्रोजन उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)		
1	60	50	40
2	120	100	80
3	180	150	120
4	▸	200	160
5	▸	▸	200

▸ असंभव उपज लक्ष्य इंकित करता है।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी की तुलना में 4 टन/है0 से अधिक संभावी उपज अनुक्रिया का चयन करें। उष्ण कटिबंधी एशिया में अनुभव यह इंगित करता है कि सस्य–नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 25 प्रायः उच्च उपज ऋतु में उत्तम फसल प्रबंधन से प्राप्य है, तथा 16.7 अथवा 20 दक्षता न्यन–उपज ऋतु में उत्तम फसल प्रबंधन से प्राप्य है।

ज्ञातव्य है कि सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) न्यून नाइट्रोजन दर पर उच्च नाइट्रोजन की अपेक्षा अधिक रहती है। उष्ण कटिबंध में प्रभावी, पर्यावरणीय समुचित नाइट्रोजन प्रबंधन का लक्ष्य उत्तम सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 16.7 से 25 कि.ग्रा. दाना प्रति कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन प्राप्त करते हुए उच्च आर्थिक उपज प्राप्त करना है। समशीतोष्ण जलवायु में उत्तम सस्य नाइट्रोजन दक्षता (AE_N) 25 कि.ग्रा./कि.ग्रा. से अधिक होने पर फसल अनुक्रिया

5 टन/है0 से अधिक हो सकती है, ऐसी दशा में सारणी 6 में प्रस्तावित उर्वरक नाइट्रोजन की दरो को समायोजित करने की आवश्यकता होगी।

- कुल नाइट्रोजन उर्वरक संस्तुति को 2-4 बार में विभाजित करें। लम्बी समयावधि वाली प्रजाति तथा उच्च उपज की ऋतु में अधिक विभाजन करें। जब फसल की नाइट्रोजन मांग अधिक हो, (जैसे कल्ले निकलने की मध्यावधि से फूल आने के बीच), तो अधिक नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करें। यदि मौसम की दशा बहुत ही अनुकूल हो, तभी एक बार में 45 कि.ग्रा. नाइट्रोजन प्रति हेक्टेअर की दर से अधिक मात्रा में अनुप्रयोग करें।
- नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजित अनुप्रयोग की सन्निकट दरे विकसित करने हेतु सारणी 7-9 का उपयोग करें। वृद्धि–प्रावस्थाएँ दी गई है किन्तु, अनुप्रयोग का वास्तविक दिन प्रजाति (फसल अवधि) पर निर्भर करता है। उष्ण कटिबंधीय धान में कटाई से 60 दिन पूर्व बाली सृजन होता है तथा कल्ले निकलने की सक्रिय अवस्था रोपाई से 14 दिन बाद अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद तथा बाली सृजन के प्रारम्भ तक की अवधि के लगभग मध्य में होता है।
- युवा धान की फसल में रोपाई से 14 दिन अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग की दर निर्धारण हेतु निम्नलिखित मार्गदर्शिका का उपयोग करें।
  - यदि उपज अनुक्रिया 1 टन/है0 से कम हो तो प्रारंभिक अनुप्रयोग नही करें। यदि उपज अनुक्रिया 1 तथा 3 टन/है0 के मध्य हो तो सामान्यतः 20-30 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/है0 अनुप्रयोग करें यदि उपज अनुक्रिया 3 टन/है0 से अधिक हो तो सकल नाइट्रोजन का 25-30 प्रतिशत अनुप्रयोग करें।

- जब उच्च गुणवत्ता की जैवांश पदार्थ अथवा कम्पोस्ट अनुप्रयोग किया गया हो तो प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग कम करे अथवा नही करें।
- रोपित धान में प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग भारी मात्रा (50 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/है0 से अधिक) में नहीं करे क्योंकि प्रारंभिक वृद्धि धीमी होती है तथा रोपाई के बाद 3 सप्ताह तक नाइट्रोजन उद्ग्रहण कम होता है।
- कम कल्ले वाली तथा बड़ी बाली की प्रजातियों की जब अधिक उम्र की पौध (24 दिन से अधिक) अथवा कम अवधि की प्रजातियों का उपयोग करे, जहाँ पौधों की दूरी अधिक हो (20 पुंज/मीटर^2 से कम) तो कल्लो के प्रोत्साहन हेतु, अथवा उन क्षेत्रों में जहाँ पर रोपाई अथवा बुवाई (जैसे ऊँचे स्थानों पर) के समय वायु तथा जल का तापमान कम रहता हो तो प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग की मात्रा बढ़ा दे।
- रोपाई से पूर्व प्रारंभिक नाइट्रोजन को मृदा में मिला दें अथवा रोपाई से 14 दिन तक अथवा बुवाई से 21 दिन तक प्रारंभिक नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करें। प्रारंभिक नाइट्रोजन के स्रोत रूप में अमोनिमयुक्त नाइट्रोजन उर्वरक उपयोग करे, नाइट्रोजन युक्त नहीं। प्रारंभिक नाइट्रोजन अनुप्रयोग के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करने की आवश्यकता नहीं है।
- रोपाई से 14 दिन अथवा सीधी बुवाई से 21 दिन बाद पत्तियों में नाइट्रोजन स्तर तथा फसल की नाइट्रोजन आवश्यकता के अनुमान हेतु पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करे। जब पत्तियाँ पीली–हरी हो तो उर्वरक नाइट्रोजन की दर ऊपर की ओर तथा जब पत्तियाँ हरी हो तो नीचे की ओर समायोजित करें।

- पत्तियों का हरापन बनाए रखने तथा दानो के भराव को प्रोत्साहित करने हेतु नाइट्रोजन की एक बार देर से अनुप्रयोग करे। जैसे बाली निकलते समय, किन्तु ऐसा केवल स्वस्थ फसल में ही करे जिसकी संभावित उपज अधिक हो। उच्च उपज ऋतु में संकर धान तथा बड़ी बाली की प्रजातियाँ में प्रायः बाली निकलते समय नाइट्रोजन अनुप्रयोग की आवश्यकता होती है। फसल गिरने तथा नाशीजीवों के खतरे को कम करने हेतु बाली सृजन तथा फूल आने के मध्य में विशेषतः न्यून–उपज ऋतु में नाइट्रोजन उर्वरक की अत्याधिक मात्रा का अनुप्रयोग नही करें।
- अधिकांश धान की प्रजातियों में मानक इरी पत्ती रंग पट्टिका के लिए सारणी 7-9 में वर्णित पत्ती रंगों के समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका का मान निम्नलिखित हैः
  - पीला–हरा : पत्ती रंग पट्टिका मान 3.0
  - मध्यवती : पत्ती रंग पट्टिका मान 3.5 (3.0 तथा 4.0 के मध्य) एवं
  - हरा : पत्ती रंग पट्टिका मान 4.0
- सारणी 7-9 में दर्शाई गई उर्वरक दरे अपेक्षाकृत उच्च नाइट्रोजन उपयोग दक्षता (सस्य नाइट्रोजन दक्षता अथवा AE_N) 16.7-20 कि. ग्रा. दाना बढ़ोत्तरी प्रति कि.ग्रा. उर्वरक नाइट्रोजन ऐसी ऋतु में जब संभावी अनुक्रिया 1-2 टन/है0 हो तथा 25 कि.ग्रा. दाना बढ़ोत्तरी ऐसी ऋतु में जब संभावी उर्वरक अनुक्रिया 3-4 टन/है0 हो, के लिए है (सारणी 6 देखें)।
- फसल की माँग एवं मृदा नाइट्रोजन आपूर्ति के अनुसार विभाजित अनुप्रयोग की मात्रा के अनुकूलन हेतु पादप–नाइट्रोजन स्तर के पर्यवेक्षण करने के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करे।

सारणी 7-9 में विभिन्न पत्ती रंगों (पत्ती रंग पट्टिका मानों) के लिए नाइट्रोजन की दरे दर्शाने का उद्देश्य उन दशाओं में पर्याप्त परिवर्तनीयता का समायोजन करना है जहाँ किसी ऋतु तथा स्थान में उर्वरक की फसल अनुक्रिया उर्वरक नाइट्रोजन से संभावी फसल उपज अनुक्रिया से उल्लेखनीय भिन्न हो।

सारणी 7-9 में दर्शाई गई नाइट्रोजन की दरों का स्थान विशिष्ट फसलोत्पादन दशाओं तथा धान की प्रजाति के अनुरूप समायोजित तथा सूक्ष्म–परिशोधित की जा सकती है।

1. रोपित धान (अन्तःप्रजनित प्रजाति) (सारणी 7 देखें)

20-40 पुंज प्रति वर्ग मीटर, उच्च उपज वाली पारम्परिक प्रजाति, एवं लगातार जल मग्नता अथवा समयान्तराल पर सिंचाई। रोपित धान की पर्ण क्षेत्रफल में वृद्धि, भुाष्क पदार्थ का संग्रहण एवं प्रारंभिक वृद्धि के दौरान नाइट्रोजन उद्ग्रहण की दर कम होती है। लेकिन कल्ले निकलने की मध्यावधि से लेकर दानों के भरने के दौरान वृद्धि एवं नाइट्रोजन उद्ग्रहण की दर अधिक होता है।

2. नम–बुवाई धान (सारणी 7 देखें)

प्रति हेक्टेअर 80 से 150 कि.ग्रा. बीज, छिटकवॉ विधि द्वारा बुवाई, उच्च उपज वाली पारम्परिक प्रजाति, फसल उगने के बाद लगातार जलमग्नता। छिटकवॉ विधि द्वारा बोए गये धान में पर्ण क्षेत्रफल का विकास, शुष्क पदार्थ का संग्रहण तथा फसल वृद्धि के प्रारंभ में नाइट्रोजन उद्ग्रहण तीव्रगति से होता है, जबकि बालियों सृजन के बाद, वृद्धि दर एवं नाइट्रोजन उद्ग्रहण मंद गति से होता है, विशेषतः दानों के भरने के समय रोपित धान की तुलना में नम–बुवाई धान में पत्तियों के हरापन भीघ्र समाप्त होने तथा फसल गिरने की समस्याएं अधिक गंभीर होती है सीधी बुवाई के धान में

सारणी 7. उच्च नाइट्रोजन दक्षता वाले रोपित तथा नम बुवाई अन्तःप्रजनित धान के लिए नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजन का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		–	20	30	45
कल्ले निकलना	पीला–हरा	35	45	45	60
	मध्यवर्ती	25	35	35	45
	हरा	–	–	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	35	45	60	60
	मध्यवर्ती	25	35	45	45
	हरा	–	25	25	25

*समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।

देर से नाइट्रोजन अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है।

3. रोपित धान (संकर) (सारणी 8 देखें)

20–30 पुंज प्रति वर्ग मीटर, उच्च संभावी उपज का संकर धान, लगातार जलमग्नता या समयान्तराल पर सिंचाई। अनुकूल जलवायु दशा एवं उच्च संभावी उपज।रोपित संकर धान में देर से नाइट्रोजन अनुप्रयोग करने पर प्रायः उत्तम अनुक्रिया प्राप्त होता है।

4. रोपित धान (बड़ी बाली प्रकार) (सारणी 9 देखें)

उच्च उपज वाला धान जिसकी बहुत बड़ी बालियाँ हो (बाली भार प्रकार), अपेक्षाकृत कम कल्ले तथा गिरने के प्रति उत्तम प्रतिरोधन। इसमें सम्मिलित है धान के कुछ नए पादप प्रकार तथा कुछ संकर धान जैसे चीन का ''सुपर'' संकर धान।

सारणी 8. रोपित संकर धान के लिए नाइट्रोजन उर्वरक के विभाजन का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		—	20	30	45
कल्ले निकलना	पीला–हरा	35	45	45	60
	मध्यवर्ती	25	35	35	45
	हरा	—	—	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	35	45	60	60
	मध्यवर्ती	25	35	45	45
	हरा	—	25	25	35
फूल आने का प्रारंभ	पीला हरा	—	—	20	20

*समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।

टिप्पणी :

यदि भारी वर्षा की सँभावना हो तो खड़ी फसल में नाइट्रोजन का अनुप्रयोग नहीं करें।

चरण 4. फास्फोरस उर्वरक दर की गणना

फास्फोरस प्रबंधन का मुख्य उददेश्य फास्फोरस की कमी को रोकना है, न कि फास्फोरस की कमी के लक्षणों का उपचार करना। यदि मृदा से कम फास्फोरस की आपूर्ति ही उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होने का कारण है, तो फस्फोरस प्रबंधन में मृदा में पर्याप्त फास्फोरस स्तर के निर्माण तथा अनुरक्षण पर ध्यान केन्द्रित करें,, तांकि फास्फोरस आपूर्ति के कारण फसल वृद्धि एवं नाइट्रोजन उपयोग दक्षता सीमित नहीं हो।

सारणी 9. बड़ी बाली प्रकार (बाली भार प्रकार का धान) के लिए विभाजित नाइट्रोजन उर्वरक का सुझाव।

शून्य नाइट्रोजन क्यारी के ऊपर संभावी उपज वृद्धि →		1 टन/है0	2 टन/है0	3 टन/है0	4 टन/है0
वृद्धि प्रावस्था	पत्ती का रंग*	कुल उर्वरक दर (कि.ग्रा. प्रति है0)			
रोपाई से 14 दिन बुवाई से 21 दिन बाद तक		25	30	40	50
कल्ले निकलना	पीला–हरा	–	35	45	–
	मध्यवर्ती	–	25	35	35
	हरा	–	–	25	25
बालियों का सृजन	पीला–हरा	45	45	45	60
	मध्यवर्ती	35	35	35	45
	हरा	25	25	25	35
फूल आने का प्रारंभ		–	–	25**	25**

*समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान हेतु परिशिष्ट में पृष्ठ A-6 पर आलेख देखें।
**समतुल्य पत्ती रंग पट्टिका मान चाहे जो भी हो, नाईट्रोजन डालें।

तंत्र से फास्फोरस आसानी से नष्ट नहीं होता है लेकिन सिंचाई जल एवं पुआल जैसे सामान्य स्रोतों से आगत कम होता है। फास्फोरस उर्वरक के अनुप्रयोग का अवशिष्ट प्रभाव रहता है जो कि कई वर्षो में समाप्त होता है। मृदा फास्फोरस की आपूर्ति के अनुरक्षण हेतु सभी स्रोतों से फास्फोरस की आगत पर विचार करते हुए स्थान–विशिष्ट दशा के अनुकूल दीर्घ–कालीन रणनीति तैयार की जाती है।

समगतिशील फास्फोरस प्रबंधन के लिए मृदा फास्फोरस के भण्डार का पुनर्नवीकरण अपेक्षित है, विशेषतः दो अथवा तीन फसली उच्च उपज वाली धान की फसल पद्धति में, जहॉ फास्फोरस अनुप्रयोग से उपज में वृद्धि की संभावना नहीं है।

साधारण नियमः जहॉ मृदा फास्फोरस की आपूर्ति कम है प्रति टन अनाज उपज लक्ष्य की वृद्धि (लक्ष्य उपज तथा शून्य P क्यारी की उपज में अंतर) हेतु 20 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) अनुप्रयोग करें। उर्वरक फास्फोरस की अनुरक्षण दर सारणी 10 में दी गई है जो दाने तथा पुआल द्वारा निष्कासित फास्फोरस के पुनर्नवीकरण हेतु तैयार की गई है, इस संकल्पना के साथ कि फसल अवशेष की वापसी कम अथवा मध्यम है। निम्न आधार पर फास्फोरस उर्वरक दरों को देखें।

1. उपज लक्ष्य (चरण 1) तथा
2. मृदा फास्फोरस की आपूर्ति का निर्धारण शून्य फास्फोरस वंचित क्यारी से प्राप्त उपज द्वारा किया जाता है (चरण 2)।

सिद्धान्ततः यदि उपज में वृद्धि की आशा न हो (अर्थात उपज लक्ष्य=पोषक तत्व वंचित क्यारी में उपज)। फास्फोरस उर्वरक अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है। इस शून्य–फास्फोरस उर्वरक की रणनीति से मृदा से फास्फोरस भंडार का खनन होता है जिससे मध्यम से लम्बे समयान्तराल में उपज प्रभावित होती है, विशेषतः यदि अन्य पोषक स्रोत जैसे पुआल अथवा खाद का उपयोग नहीं किया जाता हो।

टिप्पणी :

✍ सारणी 10 में कम उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) का चयन करें यदि शून्य फास्फोरस क्यारी से प्राप्त उपज की तुलना में 3 टन प्रति/हेक्टेअर से अधिक उपज में वृद्धि अपेक्षित हों। इतना अधिक उपज में वृद्धि का लक्ष्य प्राप्त करने के लिए सर्वप्रथम कई मौसम में मृदा उर्वरता का निर्माण करना होगा।

✍ मृदा फास्फोरस भंडार के खनन को रोकने के लिए निम्न साधारण नियमों का पालन कर सकते हैं।

सारणी 10. उपज लक्ष्य तथा शून्य P क्यारी में फास्फोरस सीमित उपज के अनुसार अनुरक्षण उर्वरक P_2O_5 दरें।

उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) →	4	5	6	7	8
शून्य–P क्यारी में उपज (टन प्रति हेक्टेअर) ↓	उर्वरक P_2O_5 की दर (कि.ग्रा. प्रति हेक्टेअर)				
3	20	40	60	▸	▸
4	15	25	40	60	▸
5	0	20	30	40	60
6	0	0	25	35	5
7	0	0	0	30	40
8	0	0	0	0	35

▸ अवास्तविक उपज लक्ष्य को इंगित करता है।

- यदि पुआल की अधिकांश मात्रा खेत में ही रहती हो (जैसे मशीन द्वारा कटाई अथवा केवल बालियों की कटाई) तथा खाद के अनुप्रयोग से कम मात्रा में पोषक तत्व प्राप्त हो तो एक टन अनाज के लिए कम से कम 4 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) प्रति हेक्टेअर अनुप्रयोग करें (जैसे 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 20 किग्रा फोस्फोरस) तांकि दानों द्वारा निष्कासित फास्फोरस का पुनर्नवीकरण हो सके।
- यदि खेत से अधिकांश पुआल हटा दिया जाता है और अन्य स्रोत (खाद, पानी, तलछट) द्वारा पोषक तत्व की आपूर्ति कम है, तो प्रति टन दानों के उपज के लिए कम से कम 6 किग्रा फास्फोरस (P_2O_5) प्रति हेक्टेअर (उदाहरणार्थ 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 30 किग्रा P_2O_5) की मात्रा अनुप्रयोग करें तांकि दानों एवं पुआल के द्वारा निष्कासित फास्फोरस का पुनर्नवीकरण हो सके।

- फास्फोरस उर्वरक के अनुरक्षण दर (सारणी 10) को कम किया जा सकता है, यदि

  - मृदा में जैव–सुधारकों जैसे अहाता खाद (सारणी 13 देखें) का अनुप्रयोग किया जाता हो। जैवांश मृदा फास्फोरस भंडार के निर्माण एवं अनुरक्षण में उल्लेखनीय योगदान देते हैं, जो उसमें पोषक तत्वों की सांद्रता एवं अनुप्रयोग की मात्रा पर निर्भर करता है। पोषक तत्व वंचित क्यारियों में जैव सुधारकों का अनुप्रयोग करें ताकि मृदा तथा अनुप्रयोग किए गये जैवांश की सामूहिक पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता का आकलन किया जा सके।

  - मृदा के समय–समय पर जलमग्न होने से तलछट द्वारा उल्लेखनीय मात्रा में पोषक तत्व प्राप्त होता हो (उदाहरणार्थ, वियतनाम में मेंकांग डेल्टा)।

- धान अथवा गेंहूँ में अनुप्रयोग किये गये फास्फोरस का अवशिष्ट प्रभाव अगली फसल पर पड़ता है, लेकिन प्रत्येक फसल में सीधे अनुप्रयोग करने की दक्षता अधिक होती है। फास्फोरस उर्वरक को बुवाई या रोपाई से पहले मृदा में अच्छी तरह से मिलाना चाहिए।

- यदि शून्य फास्फोरस क्यारी से उचित फसल प्रबंधन, अन्य पोषक तत्वों के पर्याप्त मात्रा में आपूर्ति एवं अनुकूल दशा में प्राप्त उपज, उपज लक्ष्य से अधिक है तो ऐसी दशा में फास्फोरस उर्वरक के अनुप्रयोग की संस्तुति नहीं की जाती है।

- यह आवश्यक है कि 8-10 फसल चक्र के बाद, मृदा में फास्फोरस की आपूर्ति का पुनः निर्धारण किया जाये।

चरण 5. पोटाश उर्वरक दर की गणना

पोटाश प्रबंधन की सामान्य रणनीति के अन्तर्गत वही सिद्धान्त अपनाया जाता है जो फास्फोरस के लिए (चरण 4), लेकिन धान की फसल में फास्फोरस की तुलना में पोटाश उद्ग्रहण की मात्रा बहूत अधिक होती है (सारणी 1)। धान के द्वारा उद्ग्रहण की गई कुल पोटाश की मात्रा का कटाई के बाद 80% से अधिक पुआल में होता है। इसलिए पोटाश उर्वरक की आवश्यकता की गणना (सारणी 11) करते समय पुआल को एक महत्वपूर्ण आगत स्रोत के रूप में मान्यता दिया जाता है।

साधारण नियमः जहॉ मृदा पोटाश की आपूर्ति कम है वहॉ दाने की उपज लक्ष्य में प्रति टन वृद्धि (उपज लक्ष्य तथा शून्य K क्यारी में प्राप्त उपज का अन्तर) के लिए 30 किग्रा K_2O उर्वरक का अनुप्रयोग करें।

सारणी 12 में दी गई पोटाश उर्वरक की अनुरक्षण दरें तथा दाने के द्वारा उद्ग्रहण किये गये पोटाश की मात्रा का पुनर्नवीकरण तथा पिछली फसल के पुआल द्वारा खेत में वापस की गई मात्रा के आधार पर निर्धारित की गई है।

सारणी 12 में पोटाश K_2O उर्वरक दर की अपेक्षित मात्रा को निम्न आधार पर देखें

- उपज लक्ष्य (चरण 1),
- मृदा पोटाश की आपूर्ति का आकलन जो पोटाश वंचित (शून्य पोटाश) क्यारी से प्राप्त उपज के आधार पर किया गया है (चरण 2) तथा
- पिछले मौसम में पुआल की उपज से प्राप्त पोटाश के पुनःचक्रण की मात्रा एवं पुआल प्रबंधन स्तर (सारणी 11)।

सारणी 11. पिछले मौसम में उपज एवं पुआल प्रबन्धन विधि के अनुसार पुनःचक्रित पुआल के साथ पोटाश की आगत ।

पुआल प्रबन्धन	**पिछला मौसम**	
	न्यून उपज का मौसम 4-5 टन प्रति हेक्टेअर	उच्च उपज का मौसम 6-8 टन प्रति हेक्टेअर
भू–पृष्ठ से कटाई एवं पूर्ण रूप से पुआल को हटाना, ठूँठ के रूप में 10: से कम पुआल बचता है: भारत, नेपाल, बांग्लादेश, उत्तरी वियतनाम	पुआल से पोटाश की आगतः न्यून (0-1 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः न्यून 0-1 टन पुनः चक्रित पुआल)
नीची कटाई पूरे खेत में छोटे ठूँठ (25-30 सेमी), : जलाते नहीं फिलिपिन्स	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम (2-3 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम से उच्च (3-5 टन पुनः चक्रित पुआल)
ऊँची कटाई पूरे खेत में ऊँचे ठूँठ (30 सेमी से अधिक), जलाते नही : फिलिपिन्स, इण्डोनेशिया	पुआल से पोटाश की आगतः मध्यम से उच्च (3-4 टन पुनः चक्रित पुआल)	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (5-7 टन पुनः चक्रित पुआल)
मशीन द्वारा ऊँची कटाई खेत में बडे ठूँठ एवं कतार में मड़ाई से प्राप्त पुआलः थाईलैण्ड, दक्षिणी वियतनाम, उत्तरी भारतकिन्तु जलाने से	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (4-5 टन पुनः चक्रित पुआल, किन्तु जलाने से (P) से 20-25% P एवं K की क्षति (P) तथा K का निक्षालन	पुआल से पोटाश की आगतः उच्च (6-8 टन पुनः चक्रित पुआल, किन्तु जलाने से से 20-25% P एवं K की क्षति तथा K का निक्षालन

मृदा पोटाश भंडार के उल्लेखनीय खनन, मध्यम से दीर्घकाल में उपज को प्रभावित कर सकता है, विशेषतः यदि अधिकांश पुआल निष्कासित कर दिया जाता है। कम से कम, दाने एवं पुआल द्वारा निष्कासित पोटाश की मात्रा के पुनर्नवीकरण हेतु पर्याप्त मात्रा में पोटाश का अनुप्रयोग करना चाहिए।

टिप्पणी:

✍ सारणी 12 में दी गई अनुरक्षण पोटाश उर्वरक दरें कम कर सकते हैं, यदिः

- मृदा में जैव–सुधारकों जैसे अहाता खाद (सारणी 13 में जैव पदार्थो में पोटाश की सामान्य मात्रा देखें) का अनुप्रयोग होता हो। मृदा पोटाश भंडार के निर्माण एवं अनुरक्षण में जैवांश पदार्थ का सार्थक योगदान उसकी मात्रा एवं उसमें पोषक तत्वों की सांद्रता पर निर्भर करता है। पोषक तत्व वंचित क्यारियों में जैवांश पदार्थो का अनुप्रयोग करें जिससे मृदा तथा जैवांश पदार्थो की संयुक्त पोषक तत्व आपूर्ति क्षमता का आकलन किया जा सकें अथवा
- मृदा का समय–समय पर जलमग्न होने से तलछट के द्वारा पोषक तत्व की उल्लेखनीय मात्रा प्राप्त होती हो (उदाहरणार्थ, वियतनाम में मेकांग डेल्टा)।

✍ सारणी 12 में कम उपज लक्ष्य (टन प्रति हेक्टेअर) का चयन करें, जहॉ पोटाश वंचित (शून्य K) क्यारी के ऊपर 3 टन प्रति हेक्टेअर से अधिक उपज में वृद्धि वांछित हो। इससे अधिक उपज में वृद्धि के लक्ष्य हेतु दीर्घ समयावधि में मृदा उर्वरता के निर्माण की आवश्यकता होती है।

सारणी 12. उपज लक्ष्य तथा शून्य– पोटैशियम क्यारी में पोटाश सीमित उपज के अनुसार अनुरक्षण उर्वरक K_2O की दरें।

उपज लक्ष्य (टन प्रति हे0) ⟶		4	5	6	7	8
धान के पुआल की आगत	शून्य–पोटाश क्यारी में उपज (टन प्रति हे0) ↓	उर्वरक K_2O की दर (किग्रा प्रति हे0)				
न्यून	3	45	75	105	▸	▸
(< 1 टन प्रति हे0)	4	30	60	90	120	▸
	5	45	75	105	135	
	6		60	90	120	
	7			75	105	
	8				90	
मध्यम	3	30	60	90	▸	▸
(2-3 टन प्रति हे0)	4	0	35	65	95	▸
	5		20	50	80	110
	6			35	65	95
	7				50	80
	8					65
उच्च	3	30	60	90	▸	▸
(4-5 टन प्रति हे0)	4	0	30	60	90	▸
	5		0	30	60	90
	6			10	35	70
	7				25	55
	8					40

▸ *अवास्तविक उपज लक्ष्य को इंगित करता है।*

✍ वैकल्पिक रूप में निम्नलिखित साधारण नियमों पर विचार करें

- ▸▸ यदि पुआल की अधिकांश मात्रा खेत में ही छोड़ दें (जैसे मशीन द्वारा कटाई) तथा खाद के द्वारा कम मात्रा में पोषक तत्वों की आपूर्ति हो तो दानों द्वारा निष्कासित पोटाश के पुनर्नवीकरण हेतु कम से कम 3.5 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर प्रति टन दाने की उपज की दर से अनुप्रयोग करें (उदाहरणार्थ 17.5 किग्रा K_2O, प्रति हेक्टेअर 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए)।
- ▸▸ यदि अधिकांश पुआल को खेत से निष्कासित कर दिया जाता है तथा अन्य स्रोत (खाद, जल, तलछट) से पोषक तत्व आगत कम मात्रा में होता है, तो पुआल और दानों द्वारा निष्कासित पोटाश की मात्रा के पुनर्नवीकरण हेतु कम से कम 12 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर प्रति टन दाने की उपज की दर से अनुप्रयोग करें (उदाहरणार्थ, 5 टन प्रति हेक्टेअर उपज के लिए 60 किग्रा K_2O)।

✍ सिद्धान्तः कम समयावधि में, पोटाश उर्वरक के अनुप्रयोग करने की आवश्यकता नहीं होती है, यदि चयनित उपज लक्ष्य की प्राप्ति हेतु उपज अनुक्रिया (उपज लक्ष्य–पोटाश रहित क्यारी में उपज) की आशा न हो। यह रणनीति मृदा पोटाश भंडार का खनन करती है तथा मध्यम तथा दीर्घ अवधि में उपज को प्रभावित कर सकती है, विशेषतः यदि अन्य पोषक स्रोत जैसे पुआल तथा खाद का अनुप्रयोग नहीं किया जाता है।

✍ रोपाई से 14 दिन अथवा बुवाई से 21 दिन बाद तक कम मात्रा में पोटाश उर्वरक का प्रारंभिक अनुप्रयोग कर सकते है। इससे अधिक मात्रा (40–120 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर) का अनुप्रयोग दो

बार में (50% प्रारंभिक अनुप्रयोग तथा 50% बालियों के सृजन के समय) करना चाहिए। अधिक मात्रा (120 किग्रा K_2O प्रति हेक्टेअर से अधिक) का तीन बार में (1/3 प्रारंभिक, 1/3 बालियों के सृजन के समय तथा 1/3 बालियॉ निकलने से प्रथम फूल आने तक) अनुप्रयोग करना चाहिए।

1.9 जैव खाद, पुआल तथा हरी खाद का प्रबंधन

जहॉ तक सॅभव हो, धान की फसल के पोषक तत्वों की आवश्यकता अंशतः पूरी करने के लिए तथा दीर्घकाल तक मृदा की गुणवत्ता को बनाये रखने के लिए पोषक स्रोतों जैसेः अहाता खाद, पुआल तथा हरी खाद का उपयोग खनिज उर्वरकों के साथ करना चाहिए। पुआल ही एक मुख्य जैवांश पदार्थ है जो अधिकांशतः धान उगाने वाले कृषकों को उपलब्ध होता है। धान की फसल द्वारा उद्ग्रहण की गई मात्रा का लगभग 40% नाइट्रोजन, 30-35% फास्फोरस, 80-85% पोटाश तथा 40-50% गंधक फसल के पकने पर पुआल एवं ठूँठ में पाया जाता है। कई क्षेत्रों में निष्कासित पोषक तत्वों को संतुलित करने के लिए पर्याप्त मात्रा में जैव खाद उपलब्ध नहीं होता है, तथा खनिज उर्वरकों की तुलना में उनसे प्राप्त पोषक तत्वों के समतुल्य मात्रा जैव खाद से प्रदान करना महंगा होता है।

विभिन्न धान–फसल पद्धतियों में जैव आगतों के विघटन प्रतिरूप में आधारभूत अंतर तथा जैवांश के महत्व की जानकारी महत्वपूर्ण हैः

- *धान एवं अन्य फसल पद्धति (जैसे धान–गेहूँ फसल चक्र) में अथवा वर्षा आधारित निचली भूमि या उँची भूमि के धान की फसल*

पद्धति में : लम्बी वायवीय समयावधि के कारण जैवांश का सम्पूर्ण विघटन तीव्र गति से होता है, जिसके परिणाम स्वरूप, मृदा में जैवांश की मात्रा कम हो जाती है एवं ऊपरी भूमि दशा में मृदा की भौतिक गुणवत्ता पर इसका ऋणात्मक प्रभाव पड़ता है (जैसे जल धारण क्षमता, मृदा संरचना, जलनिकास, जैव सक्रियता एवं फास्फोरस उपलब्धता का कम होना)।

- *सघन धान– धान (–धान) पद्धति में:* अवशेष पदार्थो का विघटन अधिकांशतः अवायवीय जलमग्न दशा में होता है जिससे स्थाई एवं भली–भॉति संरक्षित जैवांश निर्मित होता है। मृदा की भौतिक गुणवत्ता का अनुरक्षण कठिन नहीं होता है क्योंकि भूमि की तैयारी करते समय जानबूझकर मृदा संरचना को कदेड (लेव) द्वारा नष्ट किया जाता है। जैवांश का योगदान पोषक तत्वों की आपूर्ति में प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष प्रभाव तक सीमित हो जाता है। कभी–कभी जैवांश का फसल की वृद्धि पर ऋणात्मक प्रभाव, खनिज तत्वों की कमी (जैसे जस्ता) या खनिज तत्वों की विषाक्तता (जैसे लोहा, सल्फाइड) तथा जड़ों के क्षीण स्वास्थ्य के प्रोत्साहन के रूप में होता है।

पुआल का प्रबन्धन तथा जुताई

- पुआल एवं ठूँठ को मृदा में मिलाने पर फसल द्वारा उद्ग्रहण किये गये अधिकांश पोषक तत्व मृदा में वापस आ जाते है (सारणी 14 देखें) तथा दीर्घ समयावधि में मृदा पोषक तत्व भंडार को संरक्षित करने में सहायता करते है। इनका कम समय में उपज पर प्रभाव प्रायः कम होता है (पुआल को निष्कासित करने अथवा जलाने की तुलना में), लेकिन दीर्घकालीन लाभ उल्लेखनीय होता है। जहॉ खनिज उर्वरकों का अनुप्रयोग किया जाता है तथा पुआल को मृदा

में मिलाया जाता है, मृदा में नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाश एवं सिलिका के भंडार अनुरक्षित रहते हैं अथवा उसमें वृद्वि होती है। जब पुआल एवं ठूँठ को जुताई के समय मिलाया जाता है तो अस्थाई तौर पर नाइट्रोजन स्थिरीकरण हो जाता है। इसलिए पुआल मिलाने के 2-3 सप्ताह बाद धान की रोपाई करना चाहिए। विकल्प के रूप में पुआल के साथ यूरिया नाइट्रोजन का अनुप्रयोग करना चाहिए।

- फसल के अवशेष को जलाने से लगभग संपूर्ण नाइट्रोजन 25 प्रतिशत फास्फोरस, अप्रत्यक्ष रूप से अंतः स्रवण द्वारा 20 प्रतिशत पोटाश तथा 5-60 प्रतिशत गंधक की क्षति होती है। जहॉ गंधक रहित उर्वरक का अनुप्रयोग करते हैं वहॉ पुआल गंधक का एक महत्वपूर्ण स्रोत होता है। अतः पुआल को जलाना उचित नहीं है। इसके विपरीत पुआल को जलाने से यह प्रभावी रूप से खनिज पोटाश पोषक तत्व स्रोत में परिवर्तित हो जाता है और इस प्रकिया में बहुत कम मात्रा में पोटाश की क्षति होती है। ''पोषक तत्व उष्मा स्थल'' उत्पन्न होने से बचाव के लिए खेत में पुआल को समान रूप में फैला देना चाहिए।
- पुआल के निष्कासन का दीर्घकालीन मृदा उर्वरता पर प्रभाव फास्फोरस की तुलना में पोटाश पर अधिक होता है (सारणी 1)। पुआल को फैलाना और मृदा में मिलाने का कार्य श्रम साध्य है, इसलिए कृषक जलाने की प्रक्रिया को अधिक सरल मानते है। पुआल सूक्ष्म पोषक तत्वों (जस्ता) का भी एक महत्वपूर्ण स्रोत है तथा धान में संचयी सिलिका संतुलन पर इसका अधिक महत्वपूर्ण प्रभाव होता है (खण्ड 2.6)।
- फसल अवशेष को मिलाने के लिए तथा परती समय में मृदा वातायन को बढ़ाने हेतु पहले भाुष्क एवं छिछली (5-10 सेमी0

गहराई) जुताई करने से अगली धान की फसल के भाकीय वृद्वि काल में नाइट्रोजन सुलभता बढ़ जाती है। भुष्क मृदा की छिछली जुताई के लिए चार पहियॉ ट्रैक्टर की आवश्यकता होती है तथा इसे फसल की कटाई के 2-3 सप्ताह बाद तक करना चाहिए जहॉ फसल पद्वति में दो फसलों के बीच शुष्क–नम परती अवधि कम से कम 30 दिन हो। हालॉकि, आर्थिक विश्लेषण में अतिरिक्त ईधन एंव मजदूरी की लागत पर विचार करना चाहिए।

- स्थायी जलमग्न मृदा में सामयिक जल निकास एवं भुष्क अवस्था से नैसर्गिक नाइट्रोजन आपूर्ति की क्षमता में वृद्वि हाती हैं। इसका एक उदाहरण फसल मौसम के मध्य में कल्ले निकलने के अन्तिम समय (रोपाई के लगभग 35 दिन बाद) 5-7 दिन का जल निकास करना है।

अन्य जैवांश पदार्थों का प्रबन्धन

- जैव खादों के संघटन में तथा उनके मृदा उर्वरता एवं पोषक तत्वों की आपूर्ति पर प्रभाव में विभिन्नता होती है (सारणी 13)। जहॉ ये उपलब्ध हो, 2-10 टन प्रति हैक्टेअर (अथवा अधिक) की दर से अहाता खाद अथवा अन्य उपलब्ध जैवांश पदार्थ (फसल अवशेष, कम्पोस्ट) का अनुप्रयोग उन मृदाओं में करें जिनमें जैवाशं कम मात्रा में हो, विशेषतः वर्षा आधारित धान की निचली भूमि और सघन सिंचित धान पद्वति में, जहॉ धान का चकण अन्य ऊँची भूमि वाली फसलों जैसे गेहूँ या मक्का के साथ किया जाता है। फसल की बुवाई अथवा रोपाई से ठीक पहले अधिक मात्रा में जैवांश पदार्थ का अनुप्रयोग नहीं करना चाहिए।
- कई हरी खाद वाली दलहनें जैसे तीव्र वृद्वि एवं कम अवधि वाली तने में गॉठ बनाने वाली ढ़ैंचा (सेस्बेनिया रोस्ट्रेटा) भीघ्रता से

सारणी 13. जैवांश पदार्थो में पोषक तत्वों की सामान्य मात्रा।

जैवांश पदार्थ*	जल %	C	N (ताजा पदार्थ का %)	P	K	Ca
मानव मल			1.0	0.2	0.3	
पशु मल			0.3	0.1	0.1	
सूअर मल			0.5	0.2	0.4	
पशुओं से प्राप्त ताजी खाद	60	8-10	0.4-0.6	0.1-0.2	0.4-0.6	0.2-0.4
कम्पोस्ट पशु खाद	35	30-35	1-5	1-2	2-1	2-0
सुअर की खाद	80	5-10	0-7-1-0	0-2-0-3	0-5-0-7	1-2
मुर्गीखाने की खाद	55	15	1-4-1-6	0-5-0-8	0-7-0-8	2-3
कूड़ा–करकट से प्राप्त कम्पोस्ट	40	16	0-6	0-2	0-3	1-1
वाहित मलमूत्र	50	17	1-6	0-8	0-2	1-6
गन्ने का प्रेसमड	75-80	8	0-3	0-2	0-1	0-5
अरंडी की खली	10	45	4-5	0-7	1-1	1-8

* कि.ग्रा. पोषक तत्व प्रति टन ताजी खाद = % पोषक तत्व की मात्रा × 10

नाइट्रोजन एकत्र कर सकता है (45-60 दिन की वृद्वि में 80-100 किग्रा नाइट्रोजन प्रति हैक्टेअर)। नाइट्रोजन का अधिकांश भाग (लगभग 80 प्रतिशत) जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण से प्राप्त होता है। हरी खाद को जब मृदा में मिलाते हैं तो उसका विघटन तीव्र गति से होता है और नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग का एक विकल्प प्रस्तुत करता है। विशेषतः भााकीय वृद्वि के समय अतिरिक्त नाइट्रोजन उर्वरक के अनुप्रयोग की आवश्यकता निर्धारित करने के लिए पत्ती रंग पट्टिका का उपयोग करें। हरी खाद मृदा के

भौतिक गुणों में सुधार कर सकता है, लेकिन कालान्तर में मृदा के जैवांश में वृद्वि के लिए यह कम प्रभावी होता है। क्षारीय एवं लवणीय मृदाओं के सुधार में भीघ्रता लाने के लिए हरी खाद प्रभावी होता है।

- यदि मृदा नमी तथा प्रक्षेत्र की आर्थिक स्थिति अनुमति दे तो धान–अन्य फसल के पद्धति में परती के समय में समयापयोगी फसल (दलहन, अन्य हरी खाद, प्रबन्धित खरपतवार) उगाएँ जिससे नाइट्रोजन का संरक्षण हो सके, अतिरिक्त जैवांश का उत्पादन हो तथा अतिरिक्त आय (दलहन) प्राप्त हो।

1.10 व्यापक प्रसार हेतु रणनीतियों का मूल्यांकन

प्रत्येक नई विकसित पोषक तत्व प्रबन्धन रणनीति को कृषक के खेतों में स्थापित 500-1000 वर्ग मीटर की क्यारियों में मूल्याकंन करें। यदि उपज में प्रत्येक कारक के योगदान को प्रदर्शित करने (जैसे एक प्रदर्शन क्यारी में, उन्नत बीज गुणवत्ता के प्रभाव को प्रदर्शित करने के लिए एवं दूसरी क्यारी में उन्नत बीज गुणवत्ता एवं उन्नत पोषक तत्व प्रबन्धन के लिए) एक से अधिक कारक का परिवर्तन किया गया हो, तो दो प्रदर्शन क्यारियों पर विचार करें।

- अनाज की उपज का आकलन एवं उर्वरक उपयोग का अनुश्रवण करें।
- व्यापक स्तर पर प्रसार से पहले कृषक सहभागिता से प्रक्षेत्र मूल्यांकन एवं सकल सीमांत विश्लेषण से प्राप्त परिणामों के आधार पर संस्तुतियों को परिष्कृत करें। क्रियान्वयन के समय पोषक तत्वों के अतिरिक्त अन्य प्रतिबंधों का भी पहचान कर लें।

- किसानों एवं प्रसार कर्मियों के लिए प्रसार सामग्री जैसे पोस्टर अथवा एक पृष्ठ आलेख विकसित करें जिसमें मौसम विशेष में पोषक तत्वों एवं फसल प्रबन्धन (जैसे प्रजाति, रोपाई के लिए पौधों की अवस्था, पौध घनत्व, भूमि समतल करना, नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाश उर्वरकों की संस्तुति, पत्ती रंग पटिट्का का उपयोग इत्यादि) के "स्वर्णिम नियम" दिये हो।

यदि उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होता है तो क्या करें ?

- यदि उपज लक्ष्य प्राप्त नहीं होता है (वास्तविक उपज लक्ष्य के 80% से कम हो) तो अन्य प्रतिबंधों के निवारण का प्रयास करें। स्थान–विशिष्ठ पोषक तत्व प्रबन्धन द्वारा उपज में वृद्वि उन प्रक्षेत्रों पर भी सिद्ध हुई है जहॉ सामान्य फसल प्रबन्धन समस्या (जल, खरपतवार इत्यादि) के कारण पोषक तत्व उपयोग दक्षता बहुत कम हो। उन दशाओं में उपज लक्ष्य को कम करके एवं पोषक तत्व दक्षता बढ़ाने हेतु आगतों को कम करने से वास्तविक उपज एवं लाभ में और कमी हो सकती है। उपज एवं लाभ में वृद्वि के लिए अन्य प्रतिबंध को सर्वप्रथम पहचानना एवं उनका निराकरण करना चाहिए।
- उपज लक्ष्य को कम करने (एवं लागत को कम करने) की संस्तुति की जाती है, यदि पोषक तत्वों (अधिकांशतः नाइट्रोजन) आगतों की वर्तमान उच्च स्तर के कारण नाशी जीव प्रकोप अथवा गिरने से फसल के नष्ट होने की संभावना अधिक है।

1.11 महत्वपूर्ण संख्यायें

इस खण्ड में अनाज एवं पुआल द्वारा एवं निष्कासित औसत पोषक तत्वों की गणना हेतु महत्वपूर्ण संख्यायें दी गई हैं (सारणी 14)। पोषक तत्वों के लिए परिवर्तन गुणांक भी दिये गये हैं (सारणी 15)।

सारणी 14. आधुनिक सिंचित धान की प्रजातियों द्वारा पोषक तत्वों का औसत निष्कासन तथा दाने एवं पुआल में खनिज तत्वों की सांद्रता।

नाइट्रोजन	फास्फोरस	पोटैशियम	जस्ता	गंधक	सिलिकान
दाना पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा प्रति टन अनाज की उपज)					
17.5	3.0	17.0	0.05	1.8	80
दाना के द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व अनाज में प्रति टन अनाज की उपज)					
10.5	2.0	2.5	0.02	1.0	15
पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन किग्रा पोषक तत्व पुआल में प्रति टन अनाज की उपज)					
7.0	1.0	14.5	0.03	0.8	65
अनाज में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
1.10	0.20	0.29	0.002	0.100	2.0
पुआल में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.65	0.10	1.40	0.003	0.075	5.5

मैग्नीशियम	कैल्शियम	लोहा	मैंगनीज	तॉबा	बोरान
अनाज, पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा प्रति टन अनाज की उपज)					
3.5	4.0	0.50	0.50	0.012	0.015
अनाज द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व अनाज में प्रति टन अनाज की उपज)					
1.5	0.5	0.20	0.05	0.009	0.005
पुआल द्वारा कुल पोषक तत्वों का निष्कासन (किग्रा पोषक तत्व पुआल में प्रति टन अनाज की उपज)					
2.0	3.5	0.30	0.45	0.003	0.010
अनाज में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.15	0.05	0.025	0.005	0.0010	0.005
पुआल में खनिज की मात्रा (प्रतिशत)					
0.20	0.30	0.035	0.045	0.0003	0.0010

सारणी 15. पोषक तत्वों के लिए परिवर्तन गुणांक।

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु/से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
नाइट्रेट	0.226	नाइट्रोजन (N)	4.426	नाइट्रेट
अमोनिया	0.823	नाइट्रोजन (N)	1.216	अमोनिया
अमोनियम	0.777	नाइट्रोजन (N)	1.288	अमोनियम
यूरिया	0.467	नाइट्रोजन (N)	2.143	यूरिया
अमोनियम सल्फेट	0.212	नाइट्रोजन (N)	4.716	अमोनियम सल्फेट
अमोनियम नाइट्रेट	0.350	नाइट्रोजन (N)	2.857	अमोनियम नाइट्रेट
फास्फोरस पेंटाआक्साइड	0.436	फास्फोरस (N)	2.292	फास्फोरस पेंटाआक्साइड
ट्राईकैल्शियम फास्फेट	0.458	फास्फोरस पेटा आक्साइड (P_2O_5)	2.185	ट्राईकैल्शियम फास्फेट
पोटैशियम आक्साइड	0.830	पोटैशियम (K)	1.205	पोटैशियम आक्साइड
पोटैशियम क्लोराईड	0.632	पोटैशियम आक्साइड (K_2O)	1.583	पोटैशियम क्लोराईड
पोटैशियम क्लोराईड	0.524	पोटैशियम (K)	1.907	पोटैशियम क्लोराईड
जिंक सल्फेटः एक जल अणु	0.364	जिंक (Zn)	2.745	जिंक सल्फेट एक जल अणु
जिंक सल्फेटः सात जल अणु	0.227	जिंक (Zn)	4.398	जिंक सल्फेट सात जल अणु
सल्फर डाई आक्साइड	0.500	सल्फर (S)	1.998	सल्फर डाई आक्साइड
सल्फेट	0.334	सल्फर (S)	2.996	सल्फेट
मैग्नीशियम सल्फेट एक जल अणु	0.232	सल्फर (S)	2.996	मैग्नीशियम सल्फेटः एक जल अणु

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु/से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
मैग्नीशियम सल्फेट सात जल अणु	0.130	सल्फर (S)	7.688	मैग्नीशियम सल्फेटः सात जल अणु
मैग्नीशियम सल्फेट	0.266	सल्फर (S)	3.754	मैग्नीशियम सल्फेट
अमोनियम सल्फेट	0.243	सल्फर (S)	4.121	अमोनियम सल्फेट
सिलिका आक्साइड	0.468	सिलिकान (Si)	2.139	सिलिका आक्साइड
कैल्शियम सिलिकेट	0.242	सिलिकान (Si)	4.135	कैल्शियम सिलिकेट
मैग्नीशियम सिलिकेट	0.280	सिलिकान (Si)	3.574	मैग्नीशियम सिलिकेट
मैग्नीशियम आक्साइड	0.603	मैग्नीशियम (Mg)	1.658	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	2.987	मैग्नीशियम सल्फेट ($Mg SO_4$)	0.355	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	3.434	मैग्नीशियम सल्फेटः एक जल अणु ($Mg SO_4. H_2O$)	0.291	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	6.116	मैग्नीशियम सल्फेटः सात जल अणु ($Mg SO_4.7 H_2O$)	0.164	मैग्नीशियम आक्साइड
मैग्नीशियम आक्साइड	2.092	मैग्नीशियम कार्बोनेट ($Mg CO_3$)	0.478	मैग्नीशियम आक्साइड
कैल्शियम आक्साइड	0.715	कैल्शियम (Ca)	1.399	कैल्शियम आक्साइड
कैल्शियम कार्बोनेट	0.560	कैल्शियम आक्साइड (CaO)	1.785	कैल्शियम कार्बोनेट
कैल्शियम क्लोराइड	0.358	कैल्शियम (Ca)	2.794	कैल्शियम क्लोराइड
कैल्शियम सल्फेट	0.294	कैल्शियम (Ca)	3.397	कैल्शियम सल्फेट
ट्राई कैल्शियम फास्फेट	0.388	कैल्शियम (Ca)	2.580	ट्राई कैल्शियम फास्फेट

से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु/से	गुणांक	प्राप्त करने हेतु
फेरस सल्फेट	0.368	फेरस (Fe)	2.720	फेरस सल्फेट
मैंगनीज सल्फेट	0.364	मैंगनीज (Mn)	2.748	मैंगनीज सल्फेट
मैंगनीज क्लोराइड	0.437	मैंगनीज (Mn)	2.090	मैंगनीज क्लोराइड
मैंगनीज कार्बोनेट	0.478	मैंगनीज (Mn)	2.092	मैंगनीज कार्बोनेट
मैंगनीज डाईआक्साइड	0.632	मैंगनीज (Mn)	1.582	मैंगनीज डाईआक्साइड
कापर सल्फेटः एक जल अणु	0.358	कापर (Cu)	2.795	कापर सल्फेटः एक जल अणु
कापर सल्फेटः पॉच जल अणु	0.255	कापर (Cu)	3.939	कापर सल्फेटः पॉच जल अणु
सोडियम टेट्राबोरेट पॉच जल अणु	0.138	बोरान (B)	7.246	सोडियम टेट्राबोरेट पॉच जल अणु
सोडियम टेट्राबोरेट सात जल अणु	0.123	बोरान (B)	8.130	सोडियम टेट्राबोरेटा सात जल अणु