

बदलते परिदृश्य में बेहतर पर्यावरण के लिए धान (*ओराइज़ा सैटाइवा*) की खेती में सिंचाई एवं उर्वरकों का न्यायोचित प्रयोग

वीरेन्द्र कुमार एवं वाई एस शिवे

सस्य विज्ञान संभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली - 110 012

सारांश : आज अनेक विकसित देश धान की खेती को एशिया में वैश्विक ताप वृद्धि का एक बड़ा कारण मानते हैं। विश्व स्तर पर ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन में कृषि का योगदान 13.5% है। विश्व में धान की खेती का अधिक क्षेत्रफल भारत में है। हमारे देश में धान की खेती लगभग 44.0 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल में की जाती है। भारत की आधी से अधिक आबादी के लिए धान न केवल जीवन का पोषक है बल्कि पौष्टिकता का मुख्य आधार भी है। खाद्यान्न फसलों में धान का महत्वपूर्ण स्थान है। देश के अधिकांश प्रान्तों में धान की खेती मुख्य फसल के रूप में की जाती है। भारत अन्तर्राष्ट्रीय बाजार में सुगन्धित धान का मुख्य उत्पादक और अग्रणी निर्यातक है। आज किसानों को ऊर्जा संकट, कृषि मदों की बढ़ती कीमतें और वैश्विक जलवायु परिवर्तन जैसी गम्भीर समस्याओं का सामना करना पड़ रहा है। ये समस्याएं स्वतः ही विभिन्न समस्याओं को जन्म देती हैं। धान की खेती में दोषपूर्ण सिंचाई प्रणाली एवं रासायनिक उर्वरकों के अनुचित प्रयोग के कारण अनेक समस्याएं आ रही हैं। धान की खेती में परम्परागत सिंचाई पद्धति एवं अन्धाधुन्ध उर्वरकों का प्रयोग पर्यावरण के लिए एक बड़ी समस्या बन गयी है जिसके परिणामस्वरूप धान की खेती से निकलने वाली ग्रीन हाऊस गैसों जैसे मीथेन व नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन वातावरण में बढ़ जाता है जिसके दुष्परिणाम आज हम जलवायु परिवर्तन के रूप में देख रहे हैं, जो अन्ततः मनुष्यों सहित सभी जीवधारियों के स्वास्थ्य को प्रभावित कर रही हैं। देश के कृषि वैज्ञानिक, विषय वस्तु विशेषज्ञ और किसान इन दोषपूर्ण विधियों का विकल्प चाहते हैं जिससे धान के खेतों से निकलने वाली ग्रीन हाऊस गैसों से पर्यावरण को कम से कम नुकसान हो, साथ ही साथ धान की खेती के लिए उत्पादन लागत में भी कमी आये। इससे भावी पीढ़ी को पर्याप्त व शुद्ध खाद्यान्न के साथ सुरक्षित पर्यावरण भी प्राप्त हो सकेगा। जलवायु परिवर्तन की समस्या के समाधान के लिए प्रदूषण को उसके स्रोत पर ही रोकना सबसे अच्छा उपाय होगा। इसके साथ ही कृषि प्रौद्योगिकियों में ऐसे सुधार करने होंगे जो हमारे पर्यावरण को न केवल स्वस्थ बनाये रखें बल्कि उसमें उत्तरोत्तर वृद्धि भी करें। हमें धान की खेती में सिंचाई और रासायनिक उर्वरकों का विवेकपूर्ण उपयोग करना होगा। इस सम्बंध में धान उत्पादन की सिस्टम ऑफ राइस इंटेन्सिफिकेशन (एस.आर.आई.) तकनीक, धान उगाने की ऐरोबिक विधि, मूल्य संवर्धित नाइट्रोजन उर्वरकों व जैविक उर्वरकों के प्रयोग की महत्वपूर्ण भूमिका हो सकती है। अतः इन तकनीकों को किसानों में और अधिक लोकप्रिय बनाने की जरूरत है, ताकि संरक्षणपूर्ण प्रौद्योगिकियों के प्रयोग से बेहतर पर्यावरण एवं धान की खेती अधिक लाभप्रद हो सके।

Judicious use of irrigation and fertilizer in cultivation of rice (*Oryza sativa*) for better environment in changing scenario

Virendra Kumar & Y. S. Shivay

Division of Agronomy

Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110 012

Abstract

In the present era, many developed countries blame to the Asian countries for increase in the global temperature due to rice cultivation. Agriculture contributes approximately 13.5% green house gasses emission at the global level. The maximum area of rice cultivation is in India at global level. In our country rice is being cultivated on an area of 44.0 million hectares (FAI, 2007-08). Rice is not only a food for more than half of the population of India but it is a base for nutritious food. Rice has an important place among the cereal crops. Rice is being cultivated in almost all the states of India, as a main crop. India is one of the main producers and exporter of aromatic rice in the international market. Presently, farmers are facing serious problems pertaining to shortage of energy, increase in agricultural input prices and global climate change. These problems automatically create many other problems. Many problems are arising due to faulty irrigation system and indiscriminate use of chemical fertilizer in the cultivation of rice. Traditional flooding irrigation system and more than required fertilizer uses for the cultivation of rice has become a serious challenge for the environment degradation. Consequently, by the cultivation of rice, the green house gasses emission like methane

(CH₄) and nitrous oxide (NO₂) concentrations increase in environment, resulting such ill-effects leading to climate change. The change in the climate is affecting not only the human beings but also other mammals and living beings health adversely. Agricultural scientists, subject matter specialist and farmers of our country need the alternatives for these illfull methods. Therefore, it will lead to lesser green house gasses emission from the rice fields and have lesser harm to the environmental health / degradation and the same time lesser cost of production for rice cultivation so that the future generation will not get only sufficient and quality food along with safe environment to solve the climate change problems. It is better to control pollution at its source, which is a better option. We need to develop improved agricultural technologies, which not only maintain the clean environment but also will continuously improve it. We need to manage irrigation and chemical fertilizer judiciously for the cultivation of rice. In this regard System of Rice Intensification (SRI) technique, aerobic rice cultivation, value added nitrogenous fertilizer and bio-fertilizers can play a crucial role. Therefore, we need to make these technologies popular among the farmers. So that use of these conserved technologies will lead to the better environment and rice cultivation may be more profitable crop.

प्रस्तावना

वैश्विक जलवायु परिवर्तन विश्व की गम्भीरतम समस्याओं में से एक है। जलवायु परिवर्तन के कारण कहीं भारी वर्षा, तो कहीं सूखा, कहीं अत्यधिक गर्मी तो कहीं ठण्ड, कहीं बर्फीले ग्लेशियर पिघल रहे हैं। इससे भारतीय प्रायद्वीप को खतरा बढ़ सकता है। जलवायु परिवर्तन से फसल-चक्र भी अनियमित हो जायेगा। इससे न केवल कृषि उत्पादन और उत्पादकता प्रभावित होगी बल्कि मानव स्वास्थ्य सम्बन्धी समस्यायें भी सामने आ रही हैं। अनेक अन्तर्राष्ट्रीय, राष्ट्रीय और क्षेत्रीय पर्यावरणीय सम्बन्धी सम्मेलनों के बाद भी मानव का रूख इस संबंध में नकारात्मक संदेश देता है।

आज विकसित राष्ट्र अपने-अपने भौतिक सुख साधनों की प्राप्ति के लिए अनेक कल-कारखाने लगाकर जलवायु परिवर्तन को बढ़ावा दे रहे हैं। जिसके कारण वाष्पन और पौधों में वाष्पोत्सर्जन में वृद्धि होती है। अन्ततः भूमि में नमी की कमी होने से फसल उत्पादन प्रभावित होता है। आज किसान पृथ्वी पर घटते जल स्तर से परेशान हैं। विश्व के अधिकांश लोग भोजन के लिए पेड़-पौधों पर ही आश्रित हैं। जलवायु परिवर्तन के कारण गरीब देशों का सबसे अधिक नुकसान होगा। साथ ही ग्रीन हाऊस गैसों की बढ़ती सान्द्रता के कारण फसलों की पौष्टिकता भी कम होगी जिसका विकासशील देशों के ऊपर बुरा प्रभाव पड़ेगा।

जब वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा अधिक रहती है तब गेहूँ, धान, बाजरा और आलू में प्रोटीन की मात्रा कम हो जाती है। इसका कारण यह है कि जब पौधों को कार्बन की अधिक मात्रा मिलती है तो ऐसी परिस्थितियों में पौधे प्रोटीन की जगह अधिक कार्बोहाइड्रेट बनाने लगते हैं। फसलों में प्रोटीन की मात्रा घटने का ज्यादा प्रभाव गरीब देशों के लोगों के पोषण पर पड़ेगा। विकसित राष्ट्रों के लोग तो मांस-मछली को प्रोटीन के स्रोत के रूप में उपभोग करते हैं। परन्तु यहाँ यह भी उल्लेखनीय होगा कि पौधों में प्रोटीन के स्तर को अच्छे कृषि प्रबन्धन द्वारा बढ़ाया जा सकता है। जैसे कि मृदा में नाइट्रोजन का स्तर बढ़ाने से पौधों में प्रोटीन की मात्रा पर प्रत्यक्ष प्रभाव पड़ेगा।

जलवायु परिवर्तन के कारण किसानों के सामने अनावृष्टि, बाढ़ व सूखे जैसी प्राकृतिक आपदाओं से जूझने के साथ-साथ प्रतिकूल

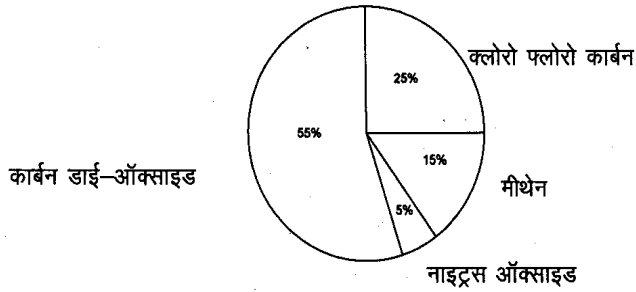
परिस्थितियों में अधिक उपज देने वाली फसलों को उगाने की भी चुनौती से निपटना होगा। इसके लिए किसानों को फसलोत्पादन में व्यापक बदलाव लाने, कृषि प्रणाली में लगातार परिवर्तन करने और विषम परिस्थितियों में अधिक पैदावार देने वाली प्रजातियों को उगाने की चुनौती होगी।

विवेचना

धान के खेतों से उत्सर्जित होने वाली ग्रीन हाऊस गैसों

धान के खेतों से उत्सर्जित होने वाली ग्रीन हाऊस गैसों में नाइट्रस ऑक्साइड (N₂O) और मीथेन (CH₄) मुख्य हैं। बढ़ते वैश्विक तापमान को कम करने के लिए वातावरण में इनके उत्सर्जन को कम करना नितान्त आवश्यक है। ग्लोबल वार्मिंग को बढ़ावा देने में मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड गैसों का क्रमशः 15% और 5% योगदान है¹। इन गैसों का प्रमुख स्रोत दक्षिण एशिया में होने वाली धान की खेती मानी जाती है। जो मुख्यतः चीन, भारत, पाकिस्तान, बंगलादेश, फिलिपाइन्स, वियतनाम, थाईलैंड, इंडोनेशिया और कम्बोडिया में केन्द्रित हैं। इसके साथ ही एशिया में लगभग 26 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत आता है¹⁰। वर्तमान में मीथेन गैस का वातावरण में सान्द्रण 3% प्रतिवर्ष की दर से बढ़ रहा है जबकि नाइट्रस आक्साइड का वातावरण में सान्द्रण 0.22% प्रतिवर्ष की दर से बढ़ रहा है^{12,13}। कृषि का वातावरणीय मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड की मात्रा बढ़ाने में महत्वपूर्ण योगदान है। धान की खेती में मृदा और पानी दोनों ही बहुत महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन हैं।

ग्रीन हाऊस गैसों में मीथेन का वार्मिंग पोटेंशियल कार्बन डाइऑक्साइड की तुलना में 21-25 गुना अधिक पाया गया। भारत में कुल मीथेन उत्सर्जन में 78% योगदान कृषि का है। धान के खेतों से मीथेन उत्सर्जन 23% होता है जबकि हमारे देश में कुल नाइट्रस ऑक्साइड के उत्सर्जन में 84% योगदान कृषि का है⁶। वर्ष 1880 के पूर्व N₂O की मात्रा 270 पी.पी.बी. थी, जो 2007 में बढ़कर 319 पी.पी.बी. हो गई है।



चित्र 1— वैश्विक तापमान वृद्धि में ग्रीन हाऊस गैसों का योगदान

धान की खेती में ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारक

• प्राकृतिक संसाधनों का अत्यधिक दोहन

मृदा और पानी दोनों अति महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन हैं। लगातार तेजी से बढ़ती हुई आबादी ने अपनी आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु प्राकृतिक संसाधनों का आवश्यकता से अधिक दोहन किया है। जिसका नतीजा आज हम भूमि की उत्पादकता में ह्रास, घटते जल स्रोतों, सिकुड़ती जैव-विविधता और जलवायु परिवर्तन के रूप में देख रहे हैं। धान-गेहूँ फसल प्रणाली में मृदा और पानी बहुत महत्वपूर्ण घटक हैं। दक्षिण एशिया के इंडो-गैजेटिक प्लेन्स में यह फसल प्रणाली 13.5 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में प्रचलित है (वर्ष 2007)। परम्परागत रूप से धान की खेती जलमग्न मृदाओं में की जाती है, जहाँ पर मृदा अवायुवीय दशा में होती है, जबकि गेहूँ की खेती प्रायः भुरभुरी मृदाओं में की जाती है, जहाँ मृदा वायुवीय दशाओं में आ जाती है। इस प्रकार मृदा में अवायुवीय और वायुवीय दशाओं का चक्र चलता रहता है, जो ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन को अत्यधिक प्रभावित करता है।

• नाइट्रोजन उर्वरकों का अनुचित व असंतुलित प्रयोग

धान की फसल में नाइट्रोजन उर्वरकों का अधिक मात्रा में प्रयोग किया जाता है जो मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड के उत्सर्जन को प्रभावित करते हैं। साथ ही नाइट्रोजन उर्वरकों के अनुचित व असंतुलित प्रयोग का भूमि के उपजाऊपन पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। धान के खेतों से नाइट्रीकरण और विनाइट्रीकरण प्रक्रियाओं के दौरान नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन होता है। धान की फसल में अवायुवीय मृदाओं में नाइट्रेट का विनाइट्रीकरण नाइट्रस ऑक्साइड गैस के निर्माण के लिए उत्तरदायी है। दूसरी तरफ जब धान के खेतों में वायुवीय दशाओं में अमोनियम उर्वरकों या यूरिया का प्रयोग किया जाता है तो नाइट्रीकरण की क्रिया द्वारा अमोनियम का नाइट्रेट में रूपान्तरण हो जाता है। इस प्रक्रिया में नाइट्रस आक्साइड उप-उत्पाद के रूप में निर्मित होती है।

रासायनिक उर्वरकों का इतना अधिक असंतुलित प्रयोग हो रहा है कि अब दुष्परिणाम स्पष्ट रूप से दिख रहे हैं। धान के खेतों में लगातार एक ही तरह के उर्वरकों मुख्यतः यूरिया का प्रयोग भी ग्रीन हाऊस के उत्सर्जन को बढ़ावा देता है।

• दोषपूर्ण सिंचाई प्रणाली

धान के खेतों से ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन के लिए सिंचाई की दोषपूर्ण प्रणाली प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से जिम्मेदार है। धान की अधिक उपज देने वाली बौनी, अर्द्ध बौनी व संकर किस्मों को पानी की अधिक आवश्यकता होती है। साथ ही सघन कृषि प्रणाली के कारण सिंचाई जल की आवश्यकता साल दर साल बढ़ती ही जा रही है। आज सिंचाई जल का प्रयोग बिना सूझ-बूझ के किया जा रहा है जिसके परिणामस्वरूप कृषि में उत्पादन लागत बढ़ने के साथ-साथ मौसम की विषमताएं तथा उत्पादकता में कमी जैसी समस्याएं सामने आ रही हैं। धान की फसल के लिए पानी एक महत्वपूर्ण आदान है। परम्परागत रूप से धान की खेती जल प्लावन या जनमग्न मृदा में की जाती है। जलमग्न मृदाओं में नाइट्रीकरण की प्रक्रिया अवरूढ़ हो जाती है। संतृप्त मृदाओं में विनाइट्रीकरण की क्रिया के साथ-साथ निक्षालन द्वारा भी नाइट्रोजन का ह्रास होता है। धान उगाने वाले क्षेत्रों में अनियन्त्रित व अत्यधिक सिंचाई के कारण फसल में दिये गये नाइट्रोजन उर्वरकों का अधिकांश भाग नाइट्रेट के रूप में रिसकर भूमिगत जल को प्रदूषित करता है। धान के खेतों का कभी जलमग्न होना तो कभी सूखना (वायुवीय दशा) भी नाइट्रोजन के ह्रास व ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन को बढ़ावा देता है।

• अत्यधिक जुताई

अनुसंधानों द्वारा ज्ञात हुआ कि खेत की बार-बार जुताई करने से कोई विशेष लाभ नहीं होता है और न ही फसल की पैदावार में कोई अतिरिक्त वृद्धि होती है। बल्कि बार-बार जुताई करने से उत्पादन लागत बढ़ती है। साथ ही अत्यधिक जुताई करने से मृदा में उपस्थित कार्बनिक कार्बन का वायु के सम्पर्क में आने पर ऑक्सीकरण हो जाता है। परिणामस्वरूप पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। साथ ही मृदा में उपस्थित लाभदायक सूक्ष्मजीवों की सक्रियता पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है क्योंकि कार्बन सूक्ष्मजीवों के भोजन संश्लेषण में मुख्य अवयव है। मृदा में उपस्थित अनेक सूक्ष्मजीव वास्तव में प्रकृति की ओर से दिया गया निःशुल्क खजाना है। ये सूक्ष्मजीव मृदा में होने वाली विभिन्न अपघटन तथा विघटन इत्यादि क्रियाओं में सक्रिय रूप से भाग लेते हैं, जिससे पोषक तत्व तथा खनिज लवण पौधों को उपलब्ध अवस्था में मिलते रहते हैं। अन्ततः मृदा में सूक्ष्मजीवों के अभाव में अपघटन व विघटन की प्रक्रियाओं पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

धान के खेतों से ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन को कम करने के उपाय निम्नलिखित उपायों को अपनाकर धान के खेत से ग्रीन हाऊस

गैसों के उत्सर्जन को कम किया जा सकता है।

• एस.आर.आई. तकनीक का प्रयोग

धान की खेती में सिस्टम ऑफ राइस इन्टेन्सिफिकेशन (एस.आर.आई.) तकनीक को अपनाने से प्रति इकाई क्षेत्र से अधिक उत्पादन के साथ मृदा, समय, श्रम और अन्य साधनों का अधिक दक्षतापूर्ण उपयोग होना पाया गया है। इस विधि में पौधों की रोपाई के बाद मिट्टी को केवल नम रखा जाता है। खेत में पानी खड़ा हुआ नहीं रखते हैं। जल निकास की उचित व्यवस्था की जाती है जिससे पौधों की वृद्धि और विकास के समय मृदा केवल नम बनी रहे। इस प्रकार धान के खेतों में मृदा वायुवीय दशाओं में रहती है, और मृदा में विनाइट्रीकरण की क्रिया द्वारा दिये गये नाइट्रोजन उर्वरकों का कम से कम ह्रास होता है। साथ ही धान के खेतों से नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन भी नगण्य होता है⁵। यह विधि कृषि पारिस्थितिकी की दृष्टि से भी बहुत महत्वपूर्ण है। एस.आर.आई. विधि से धान की खेती करने पर लगभग 30-50% सिंचाई जल की बचत भी होती है। इस विधि का महत्वपूर्ण पहलू पर्यावरण सुधार है। प्राकृतिक संसाधनों का बेहतर प्रयोग और अन्य आदानों जैसे उर्वरक व कीटनाशकों का कम प्रयोग होने से यह विधि पर्यावरण हितैषी भी है, क्योंकि इस विधि में खेतों में पानी खड़ा नहीं होता जिससे उनमें मीथेन व नाइट्रस ऑक्साइड गैसों का निर्माण नहीं होता है तथा भूमि जैव-विविधता भी बढ़ती है। साथ ही उपयोग किये गये नाइट्रोजन उर्वरकों का लीचिंग द्वारा नाइट्रेट के रूप में कम से कम ह्रास होता है। अतः इस विधि को किसानों में लोकप्रिय बनाने के लिए अत्यधिक प्रचार-प्रसार की जरूरत है।

• नाइट्रीकरण व यूरियेज अवरोधकों का प्रयोग

धान की खेती में नाइट्रीकरण व यूरियेज अवरोधकों का प्रयोग करने से प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष रूप से नाइट्रीकरण व विनाइट्रीकरण की प्रक्रिया प्रभावित होती है⁷। धान की खेती में नीम केक, थायोसल्फेट, कैल्सियम कार्बाइड लेपित यूरिया, नीम तेल लेपित यूरिया और डाईसयान-डाईअमाइड इत्यादि हैं। इसके अतिरिक्त जलमग्न दशाओं में नाइट्रस आक्साइड और मीथेन गैसों के उत्सर्जन को कम करने में हाइड्रोक्वीनोन एक प्रमुख यूरियेज अवरोधक है। धान की खेती में उपयुक्त नाइट्रोजन अवरोधकों का प्रयोग करने पर ग्लोबल वार्मिंग पोटेन्शियल यूरिया उर्वरक की अपेक्षा कम पाया गया⁸। नाइट्रीकरण अवरोधक नमी युक्त मृदा में अमोनियम नाइट्रोजन (NH_4^+-N) के विघटन की दर को कम कर देते हैं जिसके परिणामस्वरूप नाइट्रस ऑक्साइड (NO_2) व नाइट्रेट (NO_3^-) का निर्माण धीरे-धीरे होता है। इस तरह नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O) का उत्सर्जन भी सीमित हो जाता है। अतः नाइट्रीकरण अवरोधक धान की खेती से नाइट्रस ऑक्साइड के उत्सर्जन को कम करने में सहायक है। नाइट्रीकरण अवरोधकों का मृदा से मीथेन गैस के उत्सर्जन पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। धान की खेती में दिये गये नाइट्रोजन उर्वरकों के ह्रास को कम करने और

सारणी 1 — गेहूँ के खेत से नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन

उपचार	नाइट्रस आक्साइड उत्सर्जन (kg/ha)
अनुपचारित	0.75
यूरिया	1.43
यूरिया + डी.सी.डी.	1.09
नीमीन लेपित यूरिया	1.00
नीम कोटिड यूरिया	1.36
यूरिया + थायो सल्फेट	1.19

स्रोत : मजूमदार व अन्य (2002)

सारणी 2 — धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत धान की फसल से ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन

उपचार	धान के खेत से उत्सर्जन		
	नाइट्रस आक्साइड (kg/ha)	मीथेन (kg/ha)	ग्लोबल वार्मिंग पोटेन्शियल (kg CO ₂ /ha)
यूरिया	0.76	27.0	938
यूरिया + हाइड्रोक्वीनोन	0.73	30.2	989
यूरिया + थायोसल्फेट	0.50	28.4	841
यूरिया+कैल्सियम कार्बाइड कोटिड	0.54	23.4	754
यूरिया + डी.सी.डी.	0.63	23.8	807

स्रोत : माला व अन्य (2005)

नाइट्रोजन उपयोग दक्षता बढ़ाने के लिए भी नाइट्रीकरण अवरोधकों के प्रयोग की संस्तुति अनेक कृषि वैज्ञानिकों ने की है⁹। आजकल बाजार में अनेक नाइट्रीकरण अवरोधक जैसे अमोनियम थायोसल्फेट, थायोयूरिया, डाईसयान डाईएमाइड व नाइट्रीपायरिन उपलब्ध हैं और इनका प्रयोग भी सुगम है। ये मृदा से उत्सर्जन होने वाली नाइट्रस ऑक्साइड को कम करने में भी उपयोगी पाये गये। नाइट्रोजन अवरोधकों द्वारा उपचारित धान के खेतों से मीथेन व नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन यूरिया उर्वरक की अपेक्षा सार्थक रूप से कम पाया गया¹¹।

गेहूँ की फसल में नाइट्रोजन अवरोधकों का प्रयोग करने पर नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन 0.75 से 1.43kg/ha पाया गया (सारणी 1)। यूरिया उर्वरक से उपचारित क्यारी से अनुपचारित (नियन्त्रण) की अपेक्षा नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन सार्थक रूप से अधिक पाया गया। जबकि नाइट्रोजन अवरोधकों - नीम कोटिड यूरिया, यूरिया + डी.सी.डी., और यूरिया + थायोसल्फेट के प्रयोग से नाइट्रस ऑक्साइड

सारणी 3 — विभिन्न नाइट्रोजन अवरोधकों का धान की पैदावार पर प्रभाव

उपचार	पैदावार (दाना) (q/ha)	भूसा (q/ha)	नाइट्रोजन अवशोषण (किग्रा./हे.)	
			दाना	भूसा
एम.आर.सी.यू.	40.2	65.8	50.8	44.8
एन.सी.यू.	44.5	67.8	57.7	49.6
जी.सी.यू.	32.1	65.2	53.5	45.6
एन.एम.सी.यू.	33.8	65.7	55.8	46.5
यूरिया	37.4	61.2	47.2	42.2

उत्सर्जन यूरिया के मुकाबले सार्थक रूप से कम पाया गया⁷।

धान-गेहूँ फसल-चक्र के अन्तर्गत धान की फसल में प्रयोग किये गये सभी नाइट्रोजन अवरोधकों का प्रयोग नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को कम करने में उपयोगी पाया गया (सारणी 2)। नाइट्रोजन अवरोधकों में थायोसल्फेट व कैल्सियम कार्बाइड लेपित यूरिया का प्रयोग साधारण यूरिया उर्वरक की तुलना में नाइट्रस ऑक्साइड के उत्सर्जन को कम करने में सबसे प्रभावी पाया गया।

प्रयोग के दौरान सबसे कम नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन थायोसल्फेट के अन्तर्गत पाया गया। धान की फसल में नाइट्रोजन अवरोधकों के प्रयोग से नाइट्रीकरण प्रक्रिया के समय नाइट्राइट (NO₂) की कम उपलब्धता नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को कम करने में सहायक है। उपयुक्त नाइट्रोजन अवरोधकों का धान की फसल में प्रयोग करने पर ग्लोबल वार्मिंग पोटेंशियल भी यूरिया उर्वरक की अपेक्षा कम पाया गया⁸।

साधारण यूरिया की तुलना में नाइट्रोजन अवरोधकों का प्रयोग धान की उत्पादकता बढ़ाने के लिए अधिक प्रभावी पाया गया जो किसान के आर्थिक लाभ के साथ पर्यावरण के लिए भी उपयोगी है (सारणी 3)। इसका प्रमुख कारण नीम लेपित या आवरणित उर्वरकों से साधारण यूरिया की अपेक्षा जल प्लावन अवस्थाओं में नाइट्रोजन का विनाइट्रीकरण है तथा इससे अमोनिया वाष्पीकरण द्वारा होने वाली हानि में काफी कमी आ जाती है। इसके साथ ही अमोनिकल नाइट्रोजन की दर भी कम हो जाती है व नाइट्रेट का निर्माण भी धीरे-धीरे होता है⁹।

वैक्स कोटिड कैल्सियम कार्बाइड (CaC₂) जो बहुत सस्ता और प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है, धान के जलमग्न खेतों में नाइट्रोजन की दक्षता बढ़ाने के साथ-साथ मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को भी कम करता है।

• कम पानी से एरोबिक धान उगाने की विधि

जल एक सीमित संसाधन है। देश में कृषि हेतु उपलब्ध कुल जल का लगभग 50% भाग धान उगाने हेतु प्रयोग में लाया जाता है। धान उत्पादन की इस विधि में धान के बीज को खेत तैयार कर सीधे ही खेत में बो दिया जाता है³। इससे पानी की बहुत बचत होती है। चूंकि इस

विधि के अन्तर्गत खेतों में पानी नहीं भरते हैं इसलिए धान के खेतों में वायुवीय वातावरण बना रहता है जिसके परिणामस्वरूप विनाइट्रीकरण की क्रिया द्वारा नाइट्रोजन के ह्रास को रोका जा सकता है। साथ ही इस विधि में धान के खेतों से ग्रीन हाऊस गैसों का निर्माण न के बराबर होता है। जलमग्न धान की फसल में दिये गये नाइट्रोजन उर्वरकों का नुकसान मुख्य रूप से अमोनिया वाष्पीकरण, विनाइट्रीकरण व लीचिंग द्वारा होता है। जो अन्ततः हमारे पर्यावरण को प्रदूषित करते हैं। धान उगाने की एरोबिक विधि में उपयुक्त सभी समस्याओं से छुटकारा पाया जा सकता है। इस विधि के उपयोग से पर्यावरण प्रदूषण में भी कमी लाई जा सकती है। दूसरी तरफ धान की फसल में नाइट्रोजन उपयोग दक्षता एवं उत्पादकता में भी वृद्धि की जा सकती है। अतः भारत के कम पानी वाले क्षेत्रों में इस तकनीक को उपयोगी बनाने की नितान्त आवश्यकता है जिससे हमारे प्राकृतिक संसाधनों का जरूरत से ज्यादा दोहन न हो।

- हमें परम्परागत या आधुनिक तकनीकियों का इस्तेमाल कर धान की ऐसी किस्मों/प्रजातियों का विकास करना होगा जो कम पानी की स्थिति में भी अच्छी वृद्धि कर सकें। इस संदर्भ में जैवप्रौद्योगिकी की महत्वपूर्ण भूमिका हो सकती है। सूखा सहन करने वाले जीनों को जननद्रव्यों में से पहचान कर ऐसी किस्मों में स्थानांतरित करना है ताकि भविष्य में कम पानी में भी धान का वांछित उत्पादन प्राप्त किया जा सके।
- धान उत्पादन की सस्य प्रबन्धन तकनीकों में सुधार करके हम जलवायु परिवर्तन के सम्भावित प्रभावों को काफी हद तक कम कर सकते हैं। विभिन्न सस्य क्रियाओं जैसे बुवाई के समय में परिवर्तन करके, रासायनिक उर्वरकों का संतुलित प्रयोग, जैविक उर्वरकों का प्रयोग, हरी खादों का प्रयोग व कृषि विविधीकरण इत्यादि ऐसी क्रियायें हैं जिनके द्वारा हम धान की खेती को पर्यावरण हितैषी बना सकते हैं।
- धान-गेहूँ फसल-चक्र के अन्तर्गत दलहनी फसलों का समावेश कर वायुमंडलीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया को बढ़ाकर रासायनिक नाइट्रोजन उर्वरकों का उपयोग कम किया जा सकता है जिससे धान की खेती से नाइट्रस ऑक्साइड व मीथेन उत्सर्जन कम हो जाये।

- धान की जैविक खेती का विकास पर्यावरण संतुलन बनाये रखने में कारगर सिद्ध होगा। कृत्रिम नाइट्रोजन उर्वरकों के प्रयोग को कम करके जैविक साधनों जैसे वर्मी कम्पोस्ट, हरी खादों व फसल अवशेषों द्वारा मृदा को उत्पादक बनाया जा सकता है।
- धान-गेहूँ फसल चक्र के स्थान पर अन्य फसल प्रणाली (मक्का-गेहूँ, अरहर-गेहूँ) अपनाकर भी जलवायु परिवर्तन के दुष्परिणामों को कम किया जा सकता है। साथ ही मृदा से होने वाले नाइट्रोजन ह्रास को भी कम किया जा सकता है।
- इसके अतिरिक्त धान के खेतों में रासायनिक उर्वरकों के साथ-साथ जैविक उर्वरकों जैसे एजोटोबैक्टर, नील हरित शैवाल, एजोला व माइक्रोराइजा का प्रयोग भी मृदा उत्पादकता को बढ़ाने में लाभदायक पाया गया है। जैविक उर्वरकों के प्रयोग से धान की उपज में 15-20% की वृद्धि हो सकती है। जैविक उर्वरक सस्ते व बाजार में आसानी से उपलब्ध होते हैं तथा इनकी प्रयोग विधि भी सुगम है।
- खेत की मिट्टी की जाँच के आधार पर ही खादों एवं रासायनिक उर्वरकों की मात्राएं सुनिश्चित करें। इससे उर्वरकों के अनावश्यक प्रयोग पर रोक लगेगी, साथ ही प्राकृतिक संसाधनों में संतुलन बनाये रखने में भी मदद मिलेगी।
- किसानों को समय-समय पर रासायनिक उर्वरकों के संतुलित प्रयोग के लिए उचित परामर्श देकर भी पर्यावरण पर इनके दुष्प्रभावों को कम किया जा सकता है। इसके लिए किसानों को उर्वरकों की उपयुक्त प्रयोग विधि व उनके प्रयोग करने के उचित समय की जानकारी देना अति आवश्यक है। इस प्रकार प्रयोग किये गये उर्वरकों का पूरा-पूरा फायदा फसल को मिलेगा। साथ ही पर्यावरण में भी सुधार होगा।
- किसानों को जलवायु परिवर्तन के दुष्परिणामों से अवगत कराया जाना चाहिए। इसके लिए किसान सम्मेलन, किसान संगोष्ठी एवं किसान मेलों का आयोजन किया जा सकता है।
- नाइट्रीकरण अवरोधकों की अधिक कीमत और उनकी कम उपलब्धता के कारण अभी तक ये उर्वरक किसानों में लोकप्रिय नहीं हो पाये हैं। अतः इस सम्बन्ध में सस्ते और आसानी से उपलब्ध नाइट्रीकरण अवरोधकों के विकास की नितान्त आवश्यकता है।
- सरकार, कृषि वैज्ञानिकों और किसानों को मिल-बैठकर, यह विचार करना होगा कि किस तरह ऐसी परिस्थितियाँ उत्पन्न की जाएँ जिससे किसान धान की खेती से अधिक उत्पादन लेने हेतु सिंचाई साधनों और नाइट्रोजन उर्वरकों मुख्यतः नाइट्रोजन का सोच-समझ कर प्रयोग करें।
- धान की खेती में कृषि रसायनों के अन्धाधुन्ध और अनुचित प्रयोग

से जलवायु परिवर्तन के सम्भावित खतरों से बचने के लिए अनुकूल नीतियाँ अपनानी होंगी, तभी हम स्वच्छ पर्यावरण की नींव रख सकते हैं। इसके लिए पूर्ण प्रचार एवं प्रसार की आवश्यकता है ताकि किसानों का रुझान जलवायु परिवर्तन जैसी गम्भीर समस्या की ओर किया जा सके।

निष्कर्ष

धान की खेती में प्राकृतिक संसाधनों मुख्यतः मृदा एवं जल के तीव्र दोहन एवं रासायनिक उर्वरकों के कुप्रबन्धन से पिछले कुछ वर्षों में पर्यावरण का तेजी से ह्रास हुआ है। जिसका नतीजा आज हमें भूमि की उत्पादकता में कमी, तेजी से गिरता भू-जल स्तर, सिकुड़ती जैवविविधता और जलवायु परिवर्तन के रूप में देखने को मिल रहा है। यदि समय रहते हमने प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण पर विशेष जोर नहीं दिया तो भविष्य में गम्भीर खाद्य समस्या एवं विभिन्न आपदाओं का सामना करना पड़ सकता है। जलवायु परिवर्तन एक विश्वव्यापी समस्या है। अतः जलवायु परिवर्तन की समस्या से निपटने के लिए असरदार कार्य व्यापक तौर पर करने की आवश्यकता है। यह काम कठिन जरूर है, मगर असम्भव नहीं है। भविष्य में खाद्यान्न आपूर्ति, पर्यावरण संरक्षण, कृषि उत्पादों की गुणवत्ता एवं पौष्टिकता के लिए हमें धान की खेती में सिंचाई एवं नाइट्रोजन उर्वरकों का विवेकपूर्ण उपयोग करना होगा जिससे जलवायु परिवर्तन, भुखमरी और कुपोषण जैसी गम्भीर समस्याओं से मुक्ति मिल सके।

सन्दर्भ

1. वाटसन आर टी, जिनयोवेरा एम सी, मोस आर एच, डोकन डी जे, जलवायु परिवर्तन 1995, जलवायु परिवर्तन के प्रभाव, अनुकूलन और कम करने के उपाय, वैज्ञानिक तकनीकी आंकलन, आई.पी.सी.सी. कैम्ब्रिज यूनीवर्सिटी प्रेस, यू.एस.ए. (1996).
2. कुमार एवं ठाकुर, धान की उत्पादकता बढ़ाने वाले उर्वरक, खेती, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद्, कृषि अनुसंधान भवन, पूसा गेट, नई दिल्ली, 61(5) (2008) 15-17.
3. सिंह अनिल कुमार एवं दुबे श्रवण कुमार, कम पानी से एरोबिक धान उगाने की विधि, प्रसार दूत कृषि प्रौद्योगिकी सूचना केन्द्र, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली, 10(1) (2006) 16-18.
4. अध्या तपन कुमार एवं शर्मा गोपाल, बेहतर पर्यावरण के लिए धान की खेती, बेहतर पर्यावरण के लिए भारतीय कृषि पर राष्ट्रीय संगोष्ठी, 16-17 दिसम्बर, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली, (2008) 72.
5. पाठक हिमांशु एवं प्रसाद राजेन्द्र, भारतीय कृषि में नाइट्रोजन की नियति, एन.ए.ए.एस. बुलेटिन, एन.ए.एस.सी. कम्प्लैक्स, नई दिल्ली 12, 8(2) (2008) 1-4.
6. पाठक हिमांशु, भाटिया आरती, प्रसाद शिव, सिंह शालिनी एवं कुमार एस, धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन, एनवायरॉन्मेंटल मॉनिटरिंग एण्ड एसेसमेंट, नीडरलैंड, 77 (2002) 163-178.

7. मजूमदार डी, पाठक एच, कुमार एस एवं जैन एम सी, गेहूँ की फसल में नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन पर विभिन्न नाइट्रीकरण अवरोधकों का प्रभाव, एग्रीकल्चर, इकोसिस्टम एण्ड इनवायरॉनमेंट, **91**(2002) 283-293.
8. माला जी, भाटिया ए, पाठक एच, प्रसाद एस, जैन एन एवं सिंह जे, धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत नाइट्रस ऑक्साइड व मीथेन उत्सर्जन को नाइट्रीकरण और यूरियेज अवरोधकों के प्रयोग से कम करना, *कीमोस्फीयर*, **58** (2005) 141-147.
9. प्रसाद आर एवं पावर जे एफ, कृषि स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए नाइट्रीकरण अवरोधक, *एडवांस एग्रोनोमी*, **54** (1995) 233-281.
10. लाधा जे के, पाठक डी, यादव ए टी, सिंह वाई एवं होब्स पी आर, एशिया में दीर्घावधि धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत उपज में गिरावट, *फील्ड क्रॉस रिसर्च*, **81** (2003) 159-180.
11. जयू एक्स, रांग वाई, हांग वाई व जियांग एक्स, धान की वृद्धि और विकास के समय नाइट्रस ऑक्साइड व मीथेन उत्सर्जन, *बायो. फर्टि. साॅयल*, **36** (2002) 53-58.
12. बैटेल एम, बीडर एम, सोवर टी, टांस पीपी एवं बटलर जे एच, पिछली शताब्दी की अपेक्षा दक्षिण ध्रुव पर हवा में पायी गयी वायुमंडलीय गैसों की सान्द्रता, *नेचर*, **383** (1996) 231-235.
13. प्रीन आर जी, ग्लोबल वायुमंडलीय जैवमंडलीय रसायन, *प्लेनम*, न्यूयार्क, (1995) 1-18.
14. अज्ञात फर्टिलाइजर स्टेटिस्टिक्स, फर्टिलाइजर एसोसिएशन ऑफ इंडिया, 10 शहीद जीत सिंह मार्ग, नई दिल्ली, (2008).
15. हरगिलास जी, अमेटा एम एवं पंवार एल एल, एस.आर. आई बढ़ाये धान उत्पादन, *खेती*, **61**(5) (2008) 13-14.