भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 25 अंक (1&2) जून एवं दिसम्बर 2017 पृ. 43-49

बेहतर मृदा स्वास्थ्य व पर्यावरण हेतु फसलोत्पादन में यूरिया का न्यायोचित प्रयोग

वीरेन्द्र कुमार
जल प्रौद्योगिकी केन्द्र, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली 110012

सारांश : यूरिया के अत्यधिक, अन्धाधुन्ध व असंतुलित प्रयोग से मृदा स्वास्थ्य में गिरावट, मानव स्वास्थ्य सम्बन्धी और गुणवत्तायुक्त भोजन की कमी जैसी समस्याएं आ रही हैं। फसल में दिए गए यूरिया का केवल 30-40 प्रतिशत ही पौधों को मिल पाता है, बाकी जल व वायुमंडल में जाकर बर्बाद हो जाता है। भारत में अभी हर वर्ष 310 लाख टन यूरिया की खपत होती है। इसमें से 70 लाख टन यूरिया आयात किया जाता है। इस पर बड़ी मात्रा में विदेशी मुद्रा खर्च होती है। यह अनुमान लगाया गया है कि वर्ष 2020 तक खाद्यान्नों का लक्षित उत्पादन 320 मिलियन टन प्राप्त करने के लिए 28.8 मिलियन टन पोषक तत्वों की जरूरत होगी। जबकि रासायनिक उर्वरकों द्वारा इनकी कुल उपलब्धता 21.6 मिलियन टन होगी। इस प्रकार 7.2 मिलियन टन के अन्तर को पूरा करने में पौधों को पोषक तत्व प्रदान करने वाले अन्य स्रोतों जैसे जैविक खादें, जैविक उर्वरक, फसल अवशेषों, हरी खादों इत्यादि की महत्वपूर्ण भूमिका होगी। वर्तमान परिवेश को देखते हुए मृदा को विभिन्न विकारो से बचाना अत्यंत आवश्यक है। जिससे मृदा की उर्वरा शक्ति का नुकसान न हो सके। इसके लिए फसलों में प्रयोग किए जाने वाले यूरिया का अनुचित व असंतुलित मात्रा में बिना सूझ-बूझ के प्रयोग में कमी लाने की आवश्यकता है अन्यथा मृदा में उपस्थित लाभकारी जीवाणु और सूक्ष्म जीव-जन्तु विलुप्त हो जाएंगे और इनकी उपस्थिति में मृदा में होने वाली विभिन्न अपघटन तथा विघटन इत्यादि क्रियाओं पर प्रतिकूल असर पड़ेगा। जिससे पोषक तत्वों एवं खनिज लवणों का बहुत बड़ा हिस्सा पौधों को प्राप्त नहीं हो सकेगा। अतः फसलों से अच्छी गुणवत्ता की अधिक पैदावार लेने के लिए यूरिया के संतुलित प्रयोग की आवश्यकता है। इसके लिए फसलों में यूरिया के साथ-साथ पौधों को पोषक तत्व प्रदान करने वाले अन्य स्रोतों के प्रयोग की भी पर्याप्त सम्भावनाएं हैं। अत्यधिक यूरिया के प्रयोग करने के बावजूद हमारे फसलोत्पादन में वृद्धि नहीं हो पा रही है। इसका स्पष्ट कारण मृदा में उपलब्ध पोषक तत्वों का अत्याधिक दोहन, सघन फसल प्रणाली व जीवांश की कमी के साथ-साथ सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी है। खेती में यूरिया का अनुचित प्रयोग पर्यावरण के लिए भी एक बड़ी समस्या बन गया है। जिसके परिणामस्वरूप धान के खेतों से निकलने वाली ग्रीन हाऊस गैसों जैसे मीथेन व नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन वातावरण में बढ़ जाता है। जिसके दुष्परिणाम आज हम ग्लोबल वार्मिंग के रूप में देख रहे हैं। जो अन्ततः मनुष्यों समेत सभी जीव धारियों के स्वास्थ्य को प्रभावित कर रही हैं। यूरिया पर निर्भरता कम करने व मिट्टी की अच्छी सेहत बनाये रखने के लिए हमें कम खर्चीली व उन्नत तकनीकों को अपनाना होगा। इस सम्बंध में संरक्षण खेती, नीम लेपित यूरिया, जल धुलनशील मिश्रित उर्वरक, धान उत्पादन की सिस्टम ऑफ राईस इंटेनसिफिकेशन (एस.आर.आई.) तकनीक, धान उगाने की ऐरोबिक विधि, मूल्य सवंर्धित 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 खेती अधिक लाभप्रद हो सके।

Judicious use of urea in crop production for better soil health and environmental quality

Virendra Kumar
Water Technology Centre, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi.

Abstract

Indiscriminate, excessive and imbalanced use of urea in crop production created several problems which deteriorated the soil health, causes health hazard, environmental pullution and insecurity of quality food. Of the applied urea only 35-40 percent is consumed by the plants and the rest either gets leached down with ground water or is evaporated and becomes part of the atmosphere due to faulty agricultural practices. Today India uses nearly 310 lakh tones of urea for agriculture of which 70 lakh tones come from import after paying huge amount of foreign exchange. On the other hand, it is estimated that by 2020, to achieve the targeted production of 321 Mt of food grain, the requirement of nutrient will be 28.8 Mt, while their availability will be only 21.6 Mt being a deficit of about 7.2 Mt (Anonymous, 2015). Hence, demand will be much higher than the availability leads to hike in the fertilizer prices. In this connection, non-chemical sources of plant nutrients like bio-fertilizers, FYM, composts, crop residues, inclusion of legumes in crop rotation etc may play important role to fulfill the gap of 7.2 million tones. In the present situation, to keep the soil fertility intact its further degradation needs to be checked hence soil health has attained utmost importance. For this, the imbalance, improper and unmindful use of urea should be curtailed drastically. This will lead to an adverse effect on

the oxidation- reduction processes occurring in the soil due to poor activity of beneficial bacteria and other micro-organisms. After it a large chunk of plant nutrients and minerals will not be available to plants. Hence to achieve quality produce there should be proper use of urea in agriculture. Thus there are ample possibilities for the application of nutrients sources other than urea. Despite excessive urea intake our harvest is not increasing. The clear cause of this is over exploitation of nutrients from soil, intensive cropping system and reduction of crop residue as well as multiple deficiencies of the micro-nutrients. Inappropriate, excess and imbalanced use of Urea in agriculture has also become a big menace for the environment. Due to it the higher quantity of Green House Gases like Methane and Nitrous Oxide Gases are generated from the Paddy fields. This is the main causes of global warming which is ultimately affecting the health of human as well as living beings. We will have to rectify and improve environment friendly agricultural technology and will have to ensure judicious use of Urea in agriculture for which we need and adopt cost effective advance technology. Conservation agriculture, Neem coated Urea, water dissolvable mixed fertilizer, system of rice intensification (SRI) technique of Paddy production, Aerobic Method for Paddy cultivation, use of value added Nitrogen fertilizers, addition of crop residue and Bio-fertilizers could play an important role in this regard. These techniques need more popularization among farmers so that better environment and agriculture could be more beneficial by use of conservation technologies.

प्रस्तावना

यूरिया के अत्यधिक प्रयोग के कारण भूमि के उपजाऊपन एवं फसल उत्पादों की गुणवत्ता में कमी, मौसम की विषमताएं तथा उत्पादकता में कमी जैसी समस्याएं सामने आ रही हैं। साथ ही यूरिया के असंतुलित प्रयोग से वायु और जल प्रदूषण में लगातार वृद्धि हो रही है। जिसके फलस्वरूप मानव स्वास्थ्य पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। साथ ही फसल उत्पादकता भी स्थिर है अथवा घट रही है। यूरिया के अनुचित और असंतुलित प्रयोग ने हरित क्रान्ति की सफलता पर सवालिया निशान लगा दिया है। कभी हरित क्रांति आवश्यक थी, परन्तु यूरिया का इतना अधिक उपयोग हो रहा है कि अब दुष्परिणाम स्पष्ट दिख रहे हैं। देश के अनेक कृषि क्षेत्रों में पौधों के लिए तीन मुख्य पोषक तत्वों नाइट्रोजन, फॉस्फोरस व पोटाश का प्रयोग एक अनिश्चित अनुपात में किया जा रहा है। किसी-किसी क्षेत्रों में तो यह अनुपात 9:2:1 है। खेती में यूरिया के अत्यधिक प्रयोग का मृदा के भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणों पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है (सारणी 1)। देश के किसान यूरिया के प्रयोग की 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, बल्कि खेती में उत्पादन लागत में भी कमी आये। जिसे भावी पीढ़ी को पर्याप्त व शुद्ध खाद्यान्न के साथ सुरक्षित पर्यावरण भी प्राप्त हो सके।

सारणी 1 — मृदा के भौतिक, रासायनिक व जैविक गुणों पर जैविक व रासायनिक खेती का प्रभाव

क्रमांक	मृदा गुण	जैविक खेती	रासायनिक खेती
1.	पीएच. या अम्लता	7.26	7.55
2.	विद्युत चालकता, (डेसी मी)	0.76	0.78
3.	कार्बनिक कार्बन	0.585	0.405
4.	नाइट्रोजन (किग्रा./है.)	256	185
5.	फॉस्फोरस (कि.ग्रा./है.)	50.5	28.5
6.	पोटाश(कि.ग्रा./है.)	459.5	426.5
7.	नाइट्रोजन (प्रतिशत में)	0.068	0.050
8.	कार्बनिक बायोमास (मि.ग्रा./कि.ग्रा. मिट्टी)	273	217
9.	एजोटोबैक्टर (1000/ग्राम मिट्टी)	11.7	0.8
10.	फॉस्फोबैक्टीरिया	8.8	3.2

खेती में यूरिया का अनुचित प्रयोग पर्यावरण के लिए भी एक बड़ी समस्या बन गया है। जिसके परिणामस्वरूप धान के खेतों 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 समेत सभी जीवधारियों के स्वास्थ्य को प्रभावित कर रही हैं। धान के खेतों में लगातार एक ही तरह के उर्वरकों मुख्यतः यूरिया का प्रयोग भी ग्रीन हाऊस गैसों के उत्सर्जन को बढ़ावा देता है। देश के किसान यूरिया के प्रयोग की 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, बल्कि खेती में उत्पादन लागत में भी कमी आये। इसके साथ ही कृषि प्रौद्योगिकियों में ऐसे सुधार करने होंगे जो हमारे पर्यावरण को न केवल स्वस्थ बनाये रखें बल्कि उसमें उत्तरोतर वृद्धि भी करें। हमें खेती में यूरिया का विवेकपूर्ण उपयोग करना होगा। यूरिया पर निर्भरता कम करने व मिट्टी की अच्छी सेहत बनाये रखने के लिए हमें कम खर्चीली व उन्नत तकनीकों को अपनाना होगा। कृषि का वातावरणीय मीथेन और नाइट्रस ऑक्साइड की मात्रा बढ़ाने में महत्वपूर्ण योगदान है। ग्रीन हाऊस गैसों में मीथेन का वार्मिंग पोटेंशियल कार्बन डाइऑक्साइड की तुलना में 21-25 गुना अधिक है। भारत में कुल मीथेन उत्सर्जन में 78% योगदान कृषि का है। धान के खेतों से मीथेन उत्सर्जन 23% है। जबकि हमारे देश में कुल नाइट्रस ऑक्साइड के उत्सर्जन में 84% योगदान कृषि का है। वर्ष 1880 के पूर्व N_2O की मात्रा 270 पी.पी.बी. थी। जो अब बढ़कर 319 पी.पी.बी. हो गई है[3]। इसके साथ ही कृषि प्रौद्योगिकियों में ऐसे सुधार करने होंगे जो हमारे पर्यावरण को न केवल स्वस्थ बनाये रखें बल्कि उसमें उत्तरोतर वृद्धि भी करें।

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

मृदा में यूरिया का रूपान्तरण

1. जल अपघटन : मृदा में यूरिया डालने पर यह यूरियज एन्जाइम द्वारा अपघटित होकर अमोनियम कार्बोनेट बनाता है जो शीघ्र ही अपघटित हो जाता है तथा अमोनियम तथा कार्बोनेट आयन बनाता है -

$$NH_2CONH_2+2H_2O \longrightarrow (NH_4)_2\ CO_3$$
$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_4 + CO_3$$

2. नाइट्रीकरण (Nitrification) : यूरिया के जल अपघटन से प्राप्त अमोनियम का सूक्ष्म जीवाणुओं द्वारा ऑक्सीकरण होता है जैसे -

नाइट्रोमोनास

$$2NH_4+3O_2 \longrightarrow 3NO_2+2H_2O+4H+\text{ऊर्जा}$$

नाइट्रोबैक्टर

$$2NO_2 +O_2 \longrightarrow 2NO_3 +\text{ऊर्जा}$$

यूरिया से होने वाली नाइट्रोजन हानि/खेत से नाइट्रोजन उर्वरकों को डालने के बाद निम्न रूप में होती है जैसे-

(क) खरपतवारों द्वारा-खेत में उगे हुए घास-पात नाइट्रोजन को अवशोषित कर लेते हैं। जिस कारण नाइट्रोजन धान के पौधों को पूर्ण रूप से नहीं मिल पाती है। खरपतवारों द्वारा पोषक तत्वों की हानि 7 से 10 प्रतिशत तक हो जाती है।

(ख) लीचिंग द्वारा-यदि यूरिया उपयोग के तुरन्त बाद सिंचाई की जाये या वर्षा हो जाये तो पर्याप्त मात्रा में यूरिया का लीचिंग हो जाता है। यूरिया के परिवर्तन से नाइट्रेट अधिक घुलनशील होने के कारण शीघ्रता से लीचिंग होकर नष्ट हो जाता है। नाइट्रोजन का लीचिंग द्वारा 99 प्रतिशत नाइट्रेट के रूप में तथा एक प्रतिशत से भी हानि अमोनिया के रूप में होती है।

(ग) अमोनिया वाष्पन - यदि यूरिया का मृदा की खाली सतह अथवा क्षारीय भूमि की सतह पर प्रयोग किया जाता है, तो जल अपघटन के उपरान्त बनी अमोनिया वायुमण्डल में विसरित हो जाती है।

घ) डिनाइट्रीफिकेशन - नाइट्रेट के रूप में नत्रजन उपचारित होकर अमोनिया या स्वतंत्र नत्रजन गैस के रूप में बदल जाने की क्रिया को विनाइट्रीकरण करते है।

परिणाम एवं विवेचना

निम्नलिखित उन्नतशील, कम खर्चीले व लाभदायक उपायों को अपनाकर खेती में यूरिया के अत्यधिक, अनुचित व असंतुलित प्रयोग को कम किया जा सकता है।

नीमलेपित यूरिया का प्रयोग : नीम लेपित यूरिया का प्रयोग करने से न केवल उपज में बढ़ोतरी होती है, बल्कि यूरिया पर होने वाले खर्च में भी कमी की जा सकती है। इसके इस्तेमाल से कीटनाशकों पर होने वाले खर्च में भी कमी की जा सकती है, क्योंकि नीम एक प्राकृतिक कीटनाशक है। नीमलेपित यूरिया का प्रयोग बढ़ने से यूरिया के आयात में कमी आयेगी, क्योंकि यह यूरिया में उपस्थित नाइट्रोजन का मृदा में लीचिंग व डीनाइट्रीफिकेशन की क्रिया को कम करता है। खेती में नाइट्रीफिकेशन व यूरियेज अवरोधकों का प्रयोग करने से प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष रूप से नाइट्रीफिकेशन व डीनाइट्रीफिकेशन की प्रक्रिया प्रभावित होती है। धान की खेती में नीमकेक, थायोसल्फेट, जिंक कोटिड यूरिया, कैल्शियम कार्बाइड लेपित यूरिया, नीम तेल लेपित यूरिया और डाइसयान-डाइअमाइड इत्यादि उपयुक्त हैं[8]। इसके अतिरिक्त जलमग्न दशाओं में नाइट्रस ऑक्साइड 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 पोटेंशियल यूरिया उर्वरक की अपेक्षा कम पाया गया। नाइट्रीफिकेशन अवरोधक नमी युक्त मृदा में अमोनियम (NH_4^+-N) नाइट्रोजन के विघटन की दर को कम कर देते हैं जिसके परिणामस्वरूप नाइट्रिक 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 नाइट्रीफिकेशन 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 नाइट्रोजन उपयोग दक्षता बढ़ाने के लिए भी नाइट्रीफिकेशन अवरोधकों के प्रयोग की संस्तुति अनेक कृषि वैज्ञानिकों ने की है[8]।

नाइट्रीफिकेशन व यूरियेज अवरोधकों का प्रयोग : धान की खेती में नाइट्रीफिकेशन व यूरियेज अवरोधकों का प्रयोग करने से प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष रूप से नाइट्रीफिकेशन व डीनाइट्रीफिकेशन की प्रक्रिया प्रभावित होती है (मजूमदार व अन्य, 2000)। धान की खेती में नीम केक, थायोसल्फेट, कैल्शियम कार्बाइड लेपित यूरिया, नीम तेल लेपित यूरिया और डाइसयान-डाइअमाइड इत्यादि हैं। इसके अतिरिक्त जलमग्न दशाओं

में नाइट्रस ऑक्साइड 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 पोटेंशियल यूरिया उर्वरक की अपेक्षा कम पाया गया[13]। नाइट्रीफिकेशन अवरोधक नमी युक्त मृदा में अमोनियम (NH_4^+-N) नाइट्रोजन के विघटन की दर को कम कर देते हैं जिसके परिणामस्वरूप नाइट्रिक 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 नाइट्रीफिकेशन 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 नाइट्रोजन उपयोग दक्षता बढ़ाने के लिए भी नाइट्रीफिकेशन अवरोधकों के प्रयोग की संस्तुति अनेक कृषि वैज्ञानिकों ने की है। आजकल बहुत से नाइट्रीफिकेशन अवरोधक जैसे अमोनियम थायोसल्फेट, थायोयूरिया, डाईसयानडाई एमाइड व नाइट्रीपायरिन बाजार में 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 गया।

गेहूँ की फसल में नाइट्रोजन अवरोधकों का प्रयोग करने पर नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन 0.75 से 1.43 कि.ग्रा./हैक्टेयर 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 - नीमीन लेपित यूरिया, यूरिया + डी.सी.डी. और यूरिया + थायोसल्फेट के प्रयोग से नाइट्रस आक्साइड उत्सर्जन यूरिया के मुकाबले सार्थक रूप से कम पाया गया[12]।

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 कैल्शियम 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 नाइट्रीफिकेशन प्रक्रिया के समय नाइट्राइट (NO_2) 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 गया[13]।

सारणी 3 में दिये गये आंकड़ों से स्पष्ट होता है कि 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। इसका प्रमुख कारण है कि नीम लेपित या आवरणित उर्वरकों से साधारण यूरिया की अपेक्षा जल प्लावन अवस्थाओं में नाइट्रोजन का विनाइट्रीकरण तथा अमोनिया वाष्पीकरण द्वारा होने वाली हानि में काफी कमी आ जाती है। इसके साथ ही अमोनिकल नाइट्रोजन की दर कम करने व नाइट्रेट का निर्माण भी धीरे-धीरे होता है[13]।

सारणी 2 — गेहूँ के खेत से नाइट्रस ऑक्साइड का उत्सर्जन

उपचार	नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन (किग्रा./है.)
अनुपचारित	0.75
यूरिया	1.43
यूरिया + डी.सी.डी.	1.09
नीमीन लेपित यूरिया	1.00
नीम लेपित यूरिया	1.36
यूरिया + थायो सल्फेट	1.19

सारणी 3 — धान-गेहूँ फसल प्रणाली के अन्तर्गत धान की फसल से ग्रीन हाऊस गैसों का उत्सर्जन

उपचार	धान के खेत से उत्सर्जन		
	नाइट्रस ऑक्साइड (कि.ग्रा./है.)	मीथेन (कि.ग्रा./है.)	ग्लोबल वार्मिंग
		पोटेंशियल	(कि.ग्रा.CO_2/है.)
यूरिया	0.76	27.0	938
यूरिया़हाइड्रोक्वीनोन	0.73	30.2	989
यूरिया़थायोसल्फेट	0.50	28.4	841
यूरिया़कैल्शियम कार्बाइड लेपित	0.54	23.4	754
यूरिया. डी.सी.डी.	0.63	23.8	807

सारणी 4 — नाइट्रीफिकेशन अवरोधकों का धान की पैदावार पर प्रभाव

उपचार	पैदावार (दाना) (कु./है.)	भूसा (कु./है.)	नाइट्रोजन अवशोषण (किग्रा./है.)	
			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

जैविक उर्वरक : फसलों का अच्छा उत्पादन लेने में जैविक उर्वरकों का प्रयोग लाभदायक सिद्ध हो रहा है। इनमें राइजोबियम कल्चर, एजोटोबैक्टर, एजोस्पाइरिलम, पी.एस.बी., एजोला, वैसीकुलर माइकोराइजा, नील हरित शैवाल, बायो एक्टीबैटर आदि प्रमुख हैं। टिकाऊ खेती एवं मृदा स्वास्थ्य को बनाये रखने के लिए जैविक उर्वरकों का प्रयोग अति आवश्यक है। जैविक उर्वरक कम खर्च पर आसानी से उपलब्ध हैं तथा इनका प्रयोग भी बहुत सुगम हैं। जैविक उर्वरकों के प्रयोग से विभिन्न फसलों की उपज में 10 से 25 प्रतिशत तक की वृद्धि देखी गयी है। इनको एकीकृत पोषक तत्व प्रबन्धन का मुख्य अवयव माना जाता है। राइजोबियम व एजोटोबैक्टर वायुमण्डल में उपस्थित नाइट्रोजन (78 %) को यौगिकीकरण द्वारा भूमि में जमा करके पौधों को उपलब्ध कराते हैं। पी.एस.बी. मृदा में अघुलनशील फॉस्फोरस को घुलनशील अवस्था में परिवर्तित कर पौधों के लिए फॉस्फोरस की उपलब्धता बढ़ाते हैं। जिससे अगली फसलों को भी लाभ पहुँचता है। इसके अलावा जीवाणु उर्वरक पौधों की जड़ों के आस-पास (राइजोस्फीयर) वृद्धिकारक हार्मोन्स उत्पन्न करते हैं जिससे पौधों की वृद्धि व विकास पर अनुकूल प्रभाव पड़ता है। जैविक उर्वरकों का चयन फसलों की किस्म के अनुसार ही करना चाहिए। रासायनिक उर्वरकों, शाकनाशियों व कीटनाशियों के साथ जैविक उर्वरकों का कभी भी प्रयोग नहीं करना चाहिए। जैविक उर्वरक प्रयोग करते समय पैकेट के ऊपर उत्पादन तिथि, उपयोग की अन्तिम तिथि व संस्तुत फसल का नाम अवश्य देख लें। प्रयोग करते समय जैविक उर्वरकों को धूप व गर्म हवा से बचाकर रखना चाहिए। विभिन्न प्रकार के जैविक उर्वरकों के तैयार पैकेट सभी राज्यों में स्थापित कृषि विश्वविद्यालयों के सूक्ष्म जैव विज्ञान विभागों, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान स्थित सूक्ष्म जीव विज्ञान संभाग व कृषि विज्ञान केन्द्रों से भी मुफ्त प्राप्त किये जा सकते हैं। जैविक उर्वरकों जैसे राइजोबियम कल्चर, पी.एस.बी. व एजोटोबैक्टर आदि का प्रयोग करने से यूरिया के प्रयोग में कमी की जा सकती है[10]।

जैविक खाद : देश में प्रयोग की जाने वाली जैविक खादों में गोबर की खाद, कम्पोस्ट खाद, वर्मी कम्पोस्ट, मुर्गी खाद, पशुओं के नीचे का बिछावन, सुअर एवं भेड़-बकरियों की खाद तथा गोबर गैस खाद प्रमुख हैं। साधारणतया गोबर एवं कम्पोस्ट की एक टन खाद से औसतन 5 किग्रा. नाइट्रोजन, 2-5 किग्रा. फॉस्फोरस एवं 5 किग्रा. पोटाश मिल जाती है। परन्तु दुर्भाग्यवश हम इनका 50 प्रतिशत ही प्रयोग कर पाते हैं। अधिकतर गोबर का प्रयोग किसान भाई उपलों के रूप में जलाने के लिए करते हैं। कुछ बायोडायनेमिक खादें जैसे गोमूत्र , हड्डी की खाद का प्रयोग भी खेती में किया जा रहा है। इसके अलावा चीनी मिल की खाद, सीवर की खाद व कार्पेट अवशिष्ट का भी प्रयोग किया जा सकता है। फसल अवशेष, खरपतवारों, शाक सब्जियों की पत्तियों एवं पशुओं के गोबर को मिलाकर केचुओं की सहायता से बनाये हुए खाद को वर्मी कम्पोस्ट या केंचुआ खाद कहते हैं। इस विधि द्वारा कार्बनिक अवशेषों को एक लम्बे ढेर में रखकर केचुए आइसीनिया फीटीडा छोड़ दिये जाते हैं। करीब 45 दिन में वर्मी कम्पोस्ट बनकर तैयार हो जाती है। जैविक खादें मृदा की गुणवत्ता में सुधार करने के साथ-साथ मुख्य, द्वितीयक और सूक्ष्म पोषक तत्वों की उपलब्धता को भी बढ़ाते हैं। किसी फसल में जैविक खादों की दी गई मात्रा का केवल 30 प्रतिशत ही प्रथम वर्ष में उपयोग होता है, शेष मात्रा अगली फसल द्वारा उपयोग की जाती है। जैविक खादों में ह्यूमिक पदार्थ होने के कारण मृदा में फॉस्फोरस की उपलब्धता भी बढ़ जाती है। प्रयोगों द्वारा यह भी पाया गया कि रासायनिक उर्वरकों को जैविक खादों के साथ संयुक्त रूप से देने पर प्रयोग किए उर्वरकों की उर्वरक उपयोग दक्षता भी अधिक पाई गई है[5]।

सारणी 5 — वर्मी कम्पोस्ट में उपस्थित विभिन्न पोषक तत्व

पोषक तत्व	मात्रा
नाइट्रोजन,	1.0-3.0 प्रतिशत में
फॉस्फोरस	0.50-0.67 प्रतिशत में
पोटाश	0.30-0.75 प्रतिशत में
जिंक	75-223 पीपीएम
कापर	7.3-24.3 पीपीएम
मैंगनीज	82-219 पीपीएम
आयरन	2062-9684 पीपीएम

समन्वित पोषण प्रबंधन : समन्वित पोषण प्रबंधन से तात्पर्य यह है कि पौधों को पोषक तत्व प्रदान करने वाले सभी संभव स्रोतों जैसे रासायनिक उर्वरक, जैविक खादें, जैविक उर्वरक, फसल अवशेष इत्यादि का कुशलतम समायोजन कर फसलों को संतुलित पोषण दिया जाए। इनसे मुख्य पोषक तत्वों के साथ-साथ सूक्ष्म पोषक तत्व भी पौधों को धीरे-धीरे व लम्बे समय तक प्राप्त होते रहते हैं। सघन फसल प्रणाली के अन्तर्गत फसलें मृदा से जितने पोषक तत्वों का अवशोषण करती है, उनकी क्षतिपूर्ति मृदा उर्वरता बनाए रखने के लिए अति आवश्यक है। यूरिया का प्रयोग जैविक खादों, जैविक उर्वरकों, फसल अवशेषों, हरी खादों, कम्पोस्ट एवं वर्मी कम्पोस्ट के साथ अच्छे परिणाम देता है। अतः भूमि की उर्वराशक्ति को बनाए रखने हेतु फसलों में यूरिया के साथ जैविक खादों एवं जैविक उर्वरकों का प्रयोग अवश्य करना चाहिए। इस तरह यूरिया के अत्यधिक व अनुचित प्रयोग को कम करने हेतु एकीकृत पोषण प्रबंधन की सलाह दी जाती है। यह एक किफायती, पर्यावरण हितैषी और टिकाऊ उपाय है। अतः फसलोत्पादन की एक टिकाऊ व्यवस्था बनाए रखने के लिए यूरिया पर निर्भरता कम करते हुए पौधों के लिए आवश्यक पोषक तत्वों की आपूर्ति के अन्य विकल्पों को पोषक

सारणी 6 — अरहर की उपज पर एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन का प्रभाव

उपचार	उपज (किग्रा./है.)		
	2006-07	2007-08	औसत
संस्तुति मात्रा (18:46:20:20 एन.पी.के.एस./है.)	1080	1024	1052
संस्तुति मात्रा का 50 प्रतिशत	845	802	823
संस्तुति मात्रा का 50 प्रतिशत + गोबर की खाद	995	945	970
संस्तुति मात्रा का 50 प्रतिशत + गोबर की खाद + राइजोबियम	950	988	1013
संस्तुति मात्रा का 50 प्रतिशत + गोबर की खाद+ राइजोबियम + पी.एस.बी.	1040	988	1013

सारणी 7 — दलहनी फसलों के लिए राइजोबियम जीवाणु की संस्तुत प्रजातियां

क्र.सं	राइजोबियम जीवाणु की संस्तुत प्रजातियां	दलहनी फसलें	अनुमानित उपज
1.	राइजोबियम लेगुमिनोसेरम	मटर, मसूर	10-30
2.	राइजोबियम फेजीओला	राजमा	10-20
3.	राइजोबियम जेपोनिकम	सोयाबीन	10-20
4.	राइजोबियम अनामित	मूंग, चना, अरहर एवं उड़द	10-20
5.	राइजोबियम मेलीलोठी	मेंथी	10-20

तत्व प्रबन्धन में शामिल करने की आवश्यकता है। समन्वित पोषण प्रबंधन अपनाने से न केवल खाद्य व पोषण सुरक्षा सुनिश्चित होगी बल्कि इससे विविधापूर्ण खेती को भी बढ़ावा मिलेगा। जिससे मिट्टी की उर्वरता में भी वृद्धि होगी। साथ ही विषैले कीटनाशकों व यूरिया के इस्तेमाल में कमी आयेगी। दुर्भाग्यवश समन्वित पोषण प्रबंधन तकनीक (आई.एन.एम) पर्याप्त प्रचार-प्रसार के अभाव में किसानों में अधिक लोकप्रिय नहीं हो पा रही है[4]।

फर्टिफोर्टिफिकेशन : पारम्परिक पौध प्रजनन एवं आधुनिक जैवप्रौद्योगिकी के द्वारा पोषक तत्वों जैसे आयरन व जिंक से भरपूर फसल उत्पादों का विकास करना जैव-समृद्विकरण कहलाता है। फर्टिफोर्टिफिकेशन तकनीक द्वारा जिंक व सल्फर लेपित यूरिया के प्रयोग से अनाजों में सूक्ष्म पोषक तत्वों की मात्रा बढ़ायी जा सकती है। इससे एक तरफ नाइट्रोजन उपयोग दक्षता तो बढ़ती ही है। साथ ही यूरिया की मात्रा में भी कमी की जा सकती है। यह विधि सुगम, आसान व कम खर्चीली तो है, साथ ही परिणाम भी बहुत कम समय में मिल जाते है। इसके अलावा यूरिया का खड़ी फसल में पर्णीय छिड़काव करने से पोषक तत्वों मुख्यतः नाइट्रोजन के गैसीय, स्थिरीकरण व डिनाइट्रीकरण इत्यादि द्वारा होने वाले ह्रास को भी कम किया जा सकता है। आई.ए.आर.आई, नई दिल्ली में किये गये विभिन्न प्रयोगों में 1 प्रतिशत जिंक लेपित यूरिया के प्रयोग से धान के दानों में जिंक की मात्रा में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गयी है। फर्टिफोर्टिफिकेशन फसलों की उत्पादकता, गुणवत्ता एवं किसानों की आय बढ़ाने में भी सहायक होगी[7]।

दलहनी फसलों का प्रयोग : वर्ष में एक बार दाल वाली फसल अवश्य उगानी चाहिए। ज्वार, बाजरा व मक्का के बाद रबी में चना, मसूर व बरसीम लगाएं। दाल वाली फसलों की जड़ों में राइजोबियम जीवाणु की गांठे होती हैं, जो नाइट्रोजन स्थिरीकरण का काम करती है। उचित फसल-चक्र अपनाकर भी मृदा उर्वरता को बनाए रखा जा सकता है। अनाज वाली फसलों के साथ दलहनी फसलों को उगाना चाहिए। लघु एवं सीमान्त किसान नीम की खली व पत्तियां, फसल कटाई उपरांत फसल अवशेष खेत में दबाकर अपनी जमीन का उपजाऊपन बढ़ा सकते है। इस प्रकार भूमि में जीवांश पदार्थ की उपलब्धता को भी बढ़ाया जा सकता है। साथ ही समृद्व एवं टिकाऊ खेती के लिए किसानों का रूझान इस ओर किया जा सकता है। इसी प्रकार गेंहूँ की कटाई के बाद मूंग की फसल लेनी चाहिए। मूंग की फलियों की दो तुड़ाई करने के बाद फसल की जुताई कर मिट्टी में मिला देना चाहिए। इसके प्रयोग से मृदा में जीवांश पदार्थ की मात्रा बढ़ जाती है जो अन्ततः सड़ने के बाद मृदा में मुख्य पोषक तत्वों के साथ-साथ द्वितीयक एवं सूक्ष्म पोषक तत्वों की भी आपूर्ति करती है। इससे भूमि की उर्वरा शक्ति तो बढ़ती ही है। साथ ही मृदा स्वास्थ्य में भी सुधार होता है। परिणामस्वरूप अगली फसलों का उत्पादन भी अच्छा होता है। इस प्रकार भूमि की जल धारण क्षमता तथा फसलों में जल की उपलब्धता को भी बढ़ाया जा सकता है[11]।

सारांश

यूरिया का अत्यधिक व असंतुलित प्रयोग एक गंभीर समस्या है। इसका मृदा की उर्वरा शक्ति और उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है और अन्ततः किसान की आमदनी भी कम हो जाती है। इसके अलावा यूरिया का बढ़ता प्रयोग जल एवं वायु प्रदूषण को भी बढ़ाता है। अतः आवश्यकता इस बात की है कि फसल उत्पादन में

यूरिया का संतुलित उपयोग किया जाए और पोषक तत्व प्रबंधन में यूरिया के अतिरिक्त कार्बनिक खादों का भी समन्वित उपयोग किया जाए। यदि समय रहते हमने यूरिया के संतुलित प्रयोग पर विशेष जोर नहीं दिया तो भविष्य में गम्भीर खाद्य समस्या का सामना करना पड़ सकता है। अतः इस समस्या से निपटने के लिए असरदार कार्य व्यापक तौर पर करने की आवश्यकता है। भविष्य में खाद्यान्न आपूर्ति, पर्यावरण संरक्षण, कृषि उत्पादों की गुणवत्ता एवं पौष्टिकता के लिए हमें खेती में यूरिया का विवेकपूर्ण उपयोग करना होगा।

संदर्भ

1. Anonymous, Ministry of chemical and fertilizers, India (2015).

2. Ministry of New and Renewable Energy Resources (2009). www.mnre.gov.in/relatedlinks/biomassrsources.

3. Pathak H, Bhatia A & Jain N, Inventory of greenhouse gas emission from agriculture. Report submitted to Ministry of Environment and Forests, Govt. of India (2010).

4. Reddy A S R, Reddy J S B M C, Khan M M & Rao M M, Integrated Nutrient Management in Pigeonpea (Cajanus cajanan).*International Journal of Applied Biology and Phar maceutical Technology*, **2**(2): (2011) 467-70.

5. Kumar Virendra, Organic farming in changing scenario. Pacific Update. Pacific academy of higher education and research Udaipur, Rajasthan, **1**(6) (2014) 14 -16.

6. Kumar Virendra, Micronutrient malnutrition. Pacific Update. Pacific academy of higher education and research university, Udaipur, Rajasthan, **2**(6) (2015) 101-103.

7. Kumar Virendra, Bio-fortification of food crops. Dream-2047 Vigyan Prasar Qutab Institutional Area. GOI, New Delhi, **17** (9) (2015) 25-26.

8. Kumar Virendra, Enhanced use of urea in Agriculture: problems & solution. Kurukshetra- a *journal of Rural Development. Ministry of Rural Development*, GOI, .Nirman Bhawan, New Delhi, **63**(5) (2015) 43-48.

9. Kumar Virendra, Conservation agriculture in changing scenario. Pacific Update. Pacific academy of higher education and research university, Udaipur, Rajasthan, **2**(11) (2015) 113-115.

10. Kumar Virendra, Pulses for food and nutritional security, Dream-2047 . Vigyan Prasar Qutab Institutional Area. GOI, New Delhi. **17** (9) (2017) 25-26.

11. Kumar Virendra, Role of pulses in Indian agriculture, Kurukshetra. *A journal of rural development. Ministry of Rural Development*, GOI, Soochna Bhawan, New Delhi, **65** (1) (2016) 10-15.

12. Mazumdar D, Pathak H, Kumar S & Jain M C, Effects of different nitrification inhibitors on the emission of nitrous oxides in wheat crop. Agriculture, Eco system and environment. **91** (2002) 283-293.

13. Mala G, Bhatia A, Phatak H, Prasad S, Jain N & Singh J, Reduce emission of nitrous oxide and methane gases in rice-wheat cropping system through the use of nitrification and urease inhibitors. *Chemosphere*. **58** (2005) : 141-147.