

## जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का गेहूं (ट्रिटिकम एस्टीवम) की उत्पादकता पर प्रभाव

वीरेन्द्र कुमार एवं आई पी एस अहलावत  
सस्य विज्ञान संभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान  
नई दिल्ली 110012

**सारांश:** बढ़ोत्तरी और पैदावार के लिए एकत्रित आंकड़ों का विश्लेषण करने पर पाया गया कि अनुपचारित फसल की तुलना में जीवाणु उर्वरकों (राइजोबैक्टीरिया, एजोटोबैक्टर) द्वारा उपचारित गेहूं की बढ़वार और पैदावार में सार्थक वृद्धि हुई है। जबकि राइजोबैक्टीरिया और एजोटोबैक्टर जीवाणु उर्वरकों का तुलनात्मक अध्ययन करने पर प्रायः गेहूं की उपज सम परिमाण पाई गई। आंकड़ों का अध्ययन करने पर यह भी ज्ञात हुआ कि गेहूं की खेती से अधिकतम शुद्ध लाभ (14771 Rs/ha) राइजोबैक्टीरिया जैव उर्वरक का प्रयोग करने पर हुआ। अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों के संदर्भ में गेहूं की अधिकतम औसत उपज (45.06 Q/ha) 120 kg N/ha देने पर पाई गई जबकि अधिकतम नाइट्रोजन उपयोग दक्षता 60 kg N/ha का प्रयोग करने पर पाई गई। परिणामों को देखने पर फसल कटाई के उपरान्त उपचारित मिट्टी में कार्बनिक कार्बन और कुल नाइट्रोजन की मात्रा अधिक पायी गयी।

### प्रस्तावना

गेहूं (ट्रिटिकम एस्टीवम) क्षेत्र व उत्पादन की दृष्टि से विश्व की प्रमुख खाद्यान्न फसल है। देश की बढ़ती हुई जनसंख्या के लिए खाद्यान्न आपूर्ति के लक्ष्य को ध्यान में रखकर गेहूं का उत्पादन बढ़ाना नितान्त आवश्यक है। खाद्यान्नों की अधिक उपज देने वाली बौनी और अर्ध-बौनी किस्में मुख्यतः नाइट्रोजन देने पर अधिक उपज देती हैं। वर्तमान परिस्थितियों में रासायनिक उर्वरकों की बढ़ती कीमतों व इनसे कम उत्पादन होने की वजह से लघु व सीमान्त किसान बुरी तरह प्रभावित हो रहे हैं। इसके अतिरिक्त रासायनिक उर्वरकों के बढ़ते प्रयोग से वायु, जल और मृदा प्रदूषण में लगातार वृद्धि हो रही है और मृदा के भौतिक, रासायनिक और जैविक गुणों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है<sup>2</sup>। आज के परिवेश में रासायनिक उर्वरकों मुख्यतः नाइट्रोजन का अल्प व्ययी प्रयोग किया जाए ताकि इससे होने वाले दुष्परिणामों से बचा जा सके। गेहूं की खेती में लागत कम करने और पर्यावरण प्रदूषण कम करने के लिए रासायनिक उर्वरकों के साथ जैविक उर्वरकों का महत्व और अधिक हो जाता है<sup>3</sup>। जैविक उर्वरक कम खर्च पर आसानी से उपलब्ध हैं तथा इनका प्रयोग भी बहुत सुगम है। इन बातों को ध्यान में रखकर प्रस्तुत शोध जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का गेहूं की वृद्धि, उपज और उपज घटकों पर प्रभाव जानने के लिए किया गया। साथ ही शोध का उद्देश्य फसल द्वारा अवशोषित की गई नाइट्रोजन की मात्रा का निर्धारण और गेहूं की खेती के आय-व्यय का अध्ययन करना भी था।

### सामग्री एवं विधि

जैविक उर्वरकों के महत्व को देखते हुए भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली के अनुसंधान फार्म पर वर्ष 1997-98 और 1998-99 के दौरान रबी के मौसम में गेहूं की फसल की बढ़वार और पैदावार पर नाइट्रोजनधारी जैविक व अजैविक उर्वरकों के प्रभाव का मूल्यांकन करने

के लिए प्रयोग किये गये। प्रस्तुत शोध में खेत की मिट्टी बलुई दोमट थी जिसका pH मान 7.3, कार्बनिक कार्बन 0.40%, कुल नाइट्रोजन 0.048 % और उपलब्ध फॉस्फोरस व पोटाश क्रमशः 12.8 एवं 170.4 kg/ha थी। प्रयोग के लिए तीन जैविक उर्वरक उपचार (कोई उपचार नहीं, राइजोबैक्टीरिया, एजोटोबैक्टर) और तीन अजैविक नाइट्रोजन स्तर (0, 60 और 120 kg N/ha) को सांख्यिकी के फैक्टोरियल अनियमित खंड आलेख (एफ.आर.बी. डी.) में तीन पुनरावृत्ति के साथ लगाया गया। फसल की बुवाई प्रथम वर्ष में दिसम्बर के दूसरे सप्ताह व द्वितीय वर्ष में दिसम्बर के प्रथम सप्ताह में की गई। बुवाई 125 kg/ha बीज की दर से लाइनों में 20 cm की दूरी पर की गई। फॉस्फोरस और पोटाश की सम्पूर्ण मात्रा क्रमशः 60 kg और 40 kg/ha और नाइट्रोजन की कुल मात्रा की आधी मात्रा बुवाई के समय दी गई। नाइट्रोजन की शेष आधी मात्रा प्रथम सिंचाई के समय दी गई। नाइट्रोजन, फॉस्फोरस व पोटाश क्रमशः यूरिया, सिंगल सुपर फॉस्फेट और म्यूरेट ऑफ पोटाश के माध्यम से दिये गये। फसल की सभी क्रांतिक अवस्थाओं पर सिंचाई की गयी। फसल की कटाई प्रथम व द्वितीय वर्ष में क्रमशः बुवाई के 120 व 130 दिन बाद की गई। फसल में दी गयी नाइट्रोजन की नाइट्रोजन उपयोग दक्षता के आकलन के लिए प्राप्त दाने की उपज (kg) और दी गई नाइट्रोजन की मात्रा (kg) के अनुपात में व्यक्त की गई। फसल द्वारा नाइट्रोजन के अवशोषण का निर्धारण गेहूं के दाने व भूसे में नाइट्रोजन की प्रतिशतता व उनसे प्राप्त शुष्क पदार्थ के भार के गुणनफल के आधार पर किया गया<sup>4</sup>।

### परिणाम एवं व्याख्या

#### जैविक उर्वरकों का प्रभाव

फसल की वृद्धि और वृद्धि घटकों के लिए एकत्रित आंकड़ों का अध्ययन करने पर पाया गया कि जैविक उर्वरकों का प्रयोग करने पर फसल की वृद्धि और वृद्धि घटकों (पौधों की ऊंचाई, प्रति पौधा कल्लों की

सारणी 1 — जैविक उर्वरकों एवं नाइट्रोजन का गेहूँ की वृद्धि और उपज घटकों पर प्रभाव

उपचार	पौधों की ऊँचाई (cm) बुवाई के 120 दिन बाद		पर्णक्षेत्र सूचकांक बुवाई के 80 दिन बाद		शुष्क पदार्थ भार कटाई के समय (ग्राम/पौधा)		कल्लों की संख्या प्रति पौधा		बाली की लम्बाई (cm)		प्रति बाली स्पाइकिका की संख्या	
	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99
जैविक उर्वरक												
कोई उपचार नहीं	57.5	59.9	2.22	2.80	5.41	5.83	1.83	1.93	8.31	8.69	13.98	14.24
राइजोबैक्टीरिया	63.2	66.9	2.51	3.33	6.42	7.14	2.10	2.22	8.75	9.11	14.20	14.50
एजोटोबैक्टर	62.1	64.8	2.47	3.23	6.18	6.83	2.00	2.09	8.70	8.97	14.09	14.29
क्रांतिक अन्तर (0.05)	3.8	4.5	0.20	0.24	0.47	0.53	0.13	0.13	अ.सा.	अ.सा.	अ.सा.	अ.सा.
नाइट्रोजन (kg/ha)												
0	53.2	55.4	2.03	2.83	5.04	5.21	1.72	1.78	7.84	8.26	13.83	14.19
60	65.3	67.0	2.49	3.23	6.59	7.20	2.09	2.20	8.74	9.09	14.17	14.38
120	65.5	69.2	2.68	3.29	7.04	7.39	2.11	2.26	9.12	9.43	14.27	14.46
क्रांतिक अंतर (0.05)	3.8	4.5	0.20	0.24	0.47	0.53	0.13	0.13	0.56	0.72	अ.सा.	अ.सा.
अ.सा. : असार्थक												

कुमार एवं अहलावात : जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का गेहूँ की उत्पादकता पर प्रभाव

संख्या, पूर्ण क्षेत्र सूचकांक और शुष्क पदार्थ अंश) में अनुपचारित फसल की तुलना में सार्थक वृद्धि पायी गई (सारणी 1) जिसके परिणामस्वरूप फसलोत्पादन में वृद्धि हुई। प्रयोग किए गए दोनों जीवाणु उर्वरकों (राइजोबैक्टीरिया और एजोटोबैक्टर) का तुलनात्मक अध्ययन करने पर प्रायः गेहूँ की फसल वृद्धि सम परिमाण पाई गयी। केवल वर्ष 1998-99 में राइजोबैक्टीरिया द्वारा उपचारित फसल में प्रति पौधा कल्लों की संख्या में एजोटोबैक्टर की अपेक्षा सार्थक अन्तर पाया गया। प्रस्तुत शोध में जीवाणु उर्वरकों का स्याइकिका की संख्या/बाली पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पाया गया। दोनों वर्षों में जीवाणु उर्वरकों द्वारा उपचारित फसल से प्राप्त दाने व भूसे की उपज में भी अनुपचारित फसल की तुलना में सार्थक वृद्धि पायी गयी। राइजोबैक्टीरिया व एजोटोबैक्टर द्वारा उपचारित फसल से दाने की औसत पैदावार क्रमशः 41.77 और 41.15 Q/ha पाई गयी। उल्लेखनीय यह है कि केवल अनुपचारित फसल से दाने की उपज 38.84 Q/ha पायी गई (सारणी 2)। दोनों वर्षों में किये गये प्रयोगों से राइजोबैक्टीरिया द्वारा उपचारित फसल से अन्य जीवाणु उर्वरकों की अपेक्षा अधिक उपज पायी गई। सूक्ष्मजीवों द्वारा मृदा में नाइट्रोजन का अधिक स्थिरीकरण हुआ और साथ ही पादप वृद्धि हार्मोनों के उत्पादन की वजह से फसल की अधिक वृद्धि हुई। गेहूँ में अधिक कल्ले फूटे और शुष्क पदार्थ की मात्रा में वृद्धि हुई जिसके फलस्वरूप दाने व भूसे की उपज में भी वृद्धि हुई। जीवाणु उर्वरकों का प्रयोग करने पर गेहूँ व अन्य फसलों की वृद्धि, उपज और उपज घटकों पर समरूप परिणाम प्रस्तुत किये गए<sup>5,6</sup>।

#### नाइट्रोजन का प्रभाव

लगातार दोनों वर्षों के प्रयोगों से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण करने पर पाया गया कि फसल में 60 kg N/ha प्रयोग करने पर फसल वृद्धि, उपज घटकों और उपज में नाइट्रोजन की शून्य की तुलना में सार्थक वृद्धि पाई गयी (सारणी 1)। इसी क्रम में नाइट्रोजन की मात्रा 120 kg/ha तक बढ़ाने पर सभी वृद्धि और उपज घटकों में उत्तरोत्तर वृद्धि देखी गई। परन्तु नाइट्रोजन स्तर 60 और 120 kg/ha से प्राप्त वृद्धि और उपज घटकों में कोई सार्थक अन्तर नहीं पाया गया। दोनों वर्षों के आधार पर 60 और 120 kg N/ha का प्रयोग करने पर गेहूँ के दाने की उपज में नाइट्रोजन शून्य की तुलना में क्रमशः 27.8 और 33.8 % की औसत वृद्धि दर्ज की गई (सारणी 2)। इसी प्रकार 60 और 120 kg N/ha प्रयोग करने से भूसे की पैदावार में नाइट्रोजन शून्य की अपेक्षा क्रमशः 16.7 और 19.4 % की औसत वृद्धि देखी गयी। फसल की बढ़वार और उपज घटकों में वृद्धि फसल की सभी वृद्धि अवस्थाओं पर मृदा में पर्याप्त मात्रा में नाइट्रोजन उपलब्धता के कारण थी। जिसके परिणामस्वरूप गेहूँ के दाने व भूसे की उपज में वृद्धि हुई। गेहूँ की फसल में वृद्धि और उपज पर नाइट्रोजन के लाभदायक प्रभाव का विस्तृत विवरण भी उपलब्ध है<sup>7,8</sup>।

प्रयोग से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण करने से पता चला कि जैविक और अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का गेहूँ की फसल (दाने व भूसा) द्वारा अवशोषित नाइट्रोजन की मात्रा पर सार्थक प्रभाव पड़ता है (सारणी 2)। जैविक उर्वरकों (राइजोबैक्टीरिया और एजोटोबैक्टर) से उपचारित फसल द्वारा अवशोषित की गई नाइट्रोजन की मात्रा में अनुपचारित फसल की तुलना में सार्थक वृद्धि देखी गई। प्रयोग के दोनों वर्षों में अधिकतम

नाइट्रोजन अवशोषण राइजोबैक्टीरिया द्वारा उपचारित फसल में पाया गया यद्यपि किसी भी वर्ष में राइजोबैक्टीरिया और एजोटोबैक्टर से उपचारित फसल द्वारा नाइट्रोजन अवशोषण की मात्रा के बीच सार्थक अन्तर नहीं था। प्रस्तुत शोध में गेहूँ में 60 kg N/ha देने पर फसल द्वारा अवशोषित की गई नाइट्रोजन की मात्रा में नाइट्रोजन शून्य की अपेक्षा सार्थक वृद्धि देखी गयी। इससे आगे, नाइट्रोजन की मात्रा 120 kg/ha तक बढ़ाने पर फसल द्वारा अवशोषित की गई नाइट्रोजन की मात्रा में, नाइट्रोजन स्तर 60 के ऊपर कोई लाभदायक प्रभाव नहीं देखा गया। फसल द्वारा अवशोषित की गई नाइट्रोजन की मात्रा में वृद्धि का परिमाण नाइट्रोजन स्तरों 60 और 120 kg/ha की तुलना में, नाइट्रोजन स्तरों 0 और 60 kg/ha पर अधिक पाया गया। गेहूँ में जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का प्रयोग करने से फसल के शुष्क पदार्थ अंश में वृद्धि के साथ-साथ संबंधित भाग (दाना व भूसा) में नाइट्रोजन की अधिक प्रतिशतता होने के फलस्वरूप फसल द्वारा अवशोषित नाइट्रोजन की मात्रा में वृद्धि हुई। ऐसे ही परिणाम गेहूँ की फसल में जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का प्रयोग करने पर भी प्राप्त किये<sup>9,10</sup>।

दोनों वर्षों के प्रयोगों से प्राप्त आंकड़े दर्शाते हैं कि गेहूँ की फसल में दिये गये विभिन्न नाइट्रोजन स्तरों का नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेन्ट नाइट्रोजन रिकवरी पर सार्थक प्रभाव पड़ता है। फसल में प्रयोग की गई नाइट्रोजन की नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेन्ट नाइट्रोजन रिकवरी दोनों वर्षों में नाइट्रोजन स्तर 60 पर अधिकतम दर्ज की गई। नाइट्रोजन की मात्रा 120 kg/ha तक बढ़ाने पर नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेन्ट नाइट्रोजन रिकवरी दोनों ही घटती हुई पायी गयीं (सारणी 2)। किये गये प्रयोगों में जैविक उर्वरकों का नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेन्ट नाइट्रोजन रिकवरी पर कोई प्रभाव नहीं पाया गया। अजैविक उर्वरकों में नाइट्रोजन स्तर 120 kg/ha की तुलना में नाइट्रोजन स्तर 60 पर अनुपातिक रूप से फसल द्वारा नाइट्रोजन का अधिक अवशोषण ही संभवतः नाइट्रोजन स्तर 60 पर अधिक नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेन्ट नाइट्रोजन रिकवरी पाये जाने का कारण है। प्रस्तुत शोध परिणाम सिंह और शिवे<sup>11</sup> द्वारा प्राप्त किये गये परिणाम के अनुरूप हैं।

परिणामों को देखने से यह भी पता चला कि फसल कटाई उपरान्त जीवाणु उर्वरकों द्वारा उपचारित क्यारी से प्राप्त मिट्टी में अनुपचारित क्यारी की तुलना में, कार्बनिक कार्बन (%) और कुल नाइट्रोजन (kg/ha) की मात्रा अधिक पाई गयी जिसके परिणामस्वरूप मृदा की उर्वरा शक्ति में वृद्धि होती है। राइजोबैक्टीरिया द्वारा उपचारित मिट्टी में सर्वाधिक कार्बनिक कार्बन और कुल नाइट्रोजन पायी गयी। नाइट्रोजन उर्वरकों के संदर्भ में, फसल में 60 kg N/ha का प्रयोग करने पर मिट्टी में कार्बनिक कार्बन और कुल नाइट्रोजन की मात्रा, नाइट्रोजन स्तर शून्य के मुकाबले अधिक पायी गयी। जबकि दोनों वर्षों में नाइट्रोजन स्तरों (60 और 120 kg/ha) के बीच कार्बनिक कार्बन और कुल नाइट्रोजन की मात्रा में कोई सार्थक अन्तर नहीं पाया गया (सारणी 3)। फसल कटाई उपरान्त मृदा में नाइट्रोजन की मात्रा में सुधार का कारण, फसल द्वारा मृदा में प्रर्याप्त मात्रा में फसल अवशेषों (जड़, पत्ती) का त्याग और सूक्ष्मजीवों द्वारा मृदा में नाइट्रोजन स्थिरीकरण था। ये परिणाम चन्द्रा एवं गौतम<sup>12</sup> और मिनहास एवं सिंह<sup>13</sup> के द्वारा प्रस्तुत परिणामों के अनुरूप हैं।

सारणी 2 — जैविक उर्वरकों एवं नाइट्रोजन का गेहूँ की उपज, नाइट्रोजन उपयोग दक्षता और एपरेंट नाइट्रोजन रिकवरी पर प्रभाव

उपचार	दाना की उपज (Q/ha)		भूसा की उपज (Q/ha)		नाइट्रोजन अवशोषण (kg/ha)		नाइट्रोजन उपयोग दक्षता (किग्रा. दाना/किग्रा.)		एपरेंट नाइट्रोजन रिकवरी प्रतिशत दी गई नाइट्रोजन	
	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99
जैविक उर्वरक										
कोई उपचार नहीं	37.24	40.43	55.70	60.78	82.87	90.93	9.23	9.50	26.03	27.91
राइजोबैक्टीरिया	40.17	43.36	60.68	66.68	93.37	102.75	7.33	7.660	21.43	24.48
एजोटोबैक्टर	30.45	42.84	59.42	65.51	90.06	101.99	7.83	8.51	22.03	25.93
क्रांतिक अन्तर (0.05)	2.18	2.38	3.63	4.25	6.76	7.69	अ.सा.	अ.सा.	अ.सा.	अ.सा.
नाइट्रोजन (kg/ha)										
0	32.29	35.04	52.18	57.48	69.99	76.96	-	-	-	-
60	41.30	44.75	61.12	66.92	96.04	106.17	15.01	16.18	43.40	48.68
120	43.27	46.84	62.35	68.57	101.27	112.54	9.37	9.48	26.06	29.65
क्रांतिक अंतर (0.05)	2.18	2.38	3.63	4.25	6.76	7.69	2.79	3.05	8.73	9.95
अ.सा. : असार्थक										

कुमार एवं अहलावात : जैविक व अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों का गेहूँ की उत्पादकता पर प्रभाव

सारणी 3 — जैविक उर्वरकों एवं नाइट्रोजन का गेहूँ कटाई उपरांत कार्बनिक कार्बन, कुल नाइट्रोजन, शुद्ध लाभ और लाभ: लागत अनुपात पर प्रभाव

उपचार	कार्बनिक कार्बन (%)		कुल नाइट्रोजन (kg/ha)		शुद्ध लाभ (Rs/ha)		लाभ: लागत अनुपात	
	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99	1997-98	1998-99
जैविक उर्वरक								
कोई उपचार नहीं	0.38	0.39	972.34	963.11	12035	14479	1.22	1.31
राइजोबैक्टीरिया	0.40	0.42	1013.00	1004.20	13495	16047	1.34	1.43
एजोटोबैक्टेर	0.40	0.42	1007.62	1001.61	13083	15703	1.29	1.40
क्रांतिक अन्तर (0.05)	0.019	0.023	39.95	38.00	773	1139	0.06	0.08
नाइट्रोजन (kg/ha)								
0	0.37	0.38	968.12	957.71	9683	11639	1.03	1.10
60	0.40	0.42	1002.02	999.10	14167	16904	1.40	1.51
120	0.41	0.42	1018.82	1013.21	14764	17685	1.44	1.54
क्रांतिक अंतर (0.05)	0.019	0.023	39.95	38.00	773	11399	0.06	0.08

सारणी 3 में दर्शाये गये आंकड़ों को देखने पर पता चलता है कि गेहूँ की फसल में प्रयोग किये गये विभिन्न जैविक उर्वरक उपचारों में सर्वाधिक औसत शुद्ध लाभ (Rs 14771/ha) राइजोबैक्टीरिया द्वारा उपचारित फसल से पाया गया जिसका लाभ लागत अनुपात 1.39 था। उल्लेखनीय बात यह है कि केवल अनुपचारित फसल से Rs 13257/ha का औसत शुद्ध लाभ और लाभ लागत अनुपात 1.27 पाया गया। अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों के संदर्भ में गेहूँ की खेती में अधिकतम औसत शुद्ध लाभ (Rs 16222/ha) 120 kg N/ha का प्रयोग करने पर पाया गया जिसका लाभ लागत अनुपात 1.48 था। गेहूँ की फसल में जहाँ पर कोई नाइट्रोजन नहीं दी गई, सबसे कम औसत शुद्ध लाभ (Rs 10666/ha) पाया गया।

#### निष्कर्ष

प्रस्तुत शोध से यह निष्कर्ष निकला कि गेहूँ की खेती में लागत कम करने और मृदा उर्वरता बनाये रखने के लिए अजैविक नाइट्रोजन उर्वरकों के साथ जैविक उर्वरकों का प्रयोग लाभदायक है। जैविक उर्वरक सस्ते और आसानी से उपलब्ध हैं तथा मृदा व फसल उत्पाद में कोई हानिकारक अवशेष नहीं छोड़ते हैं। इसलिए किसान इनका प्रयोग कर फसल की पैदावार बढ़ा सकता है। इस तरह से जीवाणु उर्वरक मृदा उर्वरता और उत्पादकता बढ़ाने के लिए स्थाई साधन हैं।

#### संदर्भ

1. अज्ञात, फर्टीलाइजर स्टैटिस्टिक्स, दी फर्टीलाइजर एसोसिएशन ऑफ इंडिया, नई दिल्ली, (2001-02).
2. घोस एस के, टिकाऊ विकास के लिए कार्बनिक खेती, वर्ल्ड, (2000) 15-20.
3. तोमर यू एस, तोमर आई एस एवं बादया ए के, रासायनिक और जैविक उर्वरकों का गेहूँ के उपज घटकों पर प्रभाव, 16 (3) (1998) 408-410.

4. जैक्सन एम एल, सॉयल कैमिकल एनालिसिस, प्रेंटिस हल ऑफ इंडिया प्राइवेट लिमिटेड, नई दिल्ली (1973).
5. शर्मा एम एल एवं मिश्रा बी के, जीवाणु उपचार और नाइट्रोजन स्तरों का गेहूँ की वृद्धि, उपज और गुणवत्ता पर प्रभाव, मद्रास एग्रीकल्चर जर्नल, 32 (3) (1986) 204-207.
6. सिंह आर, कुमार एन एवं राना एन एस, जीवाणु उर्वरकों और नाइट्रोजन का शुष्क दशा में गुनिया घास (पेनीकम मैक्सिमम) पर प्रभाव, इंडियन जर्नल ऑफ एग्रोनोमी, 45 (1) (2000) 205-209.
7. राय आर के एवं सिन्हा एम एन, पछेती गेहूँ में सीमित जल आपूर्ति के अन्तर्गत नाइट्रोजन और फॉस्फोरस स्तर का प्रभाव, एनल्स ऑफ एग्रीकल्चरल रिसर्च, 13 (4) (1992) 419-420.
8. पांडे आई बी, ठाकुर एस एस एवं सिंह एस के, उपयुक्त समय पर बोई गयी गेहूँ (ट्रिटीकम एस्टीवम) की जातियों पर वीज दर और उर्वरता स्तरों का प्रभाव, इंडियन जर्नल ऑफ एग्रोनोमी, 44 (4) (1999) 745-749.
9. राय एस एन एवं गौड ए सी, एजोटोबैक्टीर और एजोस्पाइरिलम प्रजाति का गेहूँ की फसल की उपज और नाइट्रोजन अवशोषण पर प्रभाव, प्लांट और सॉयल, (1988) 131-134.
10. नायर ए के एवं गुप्ता पी सी, ग्रीन मैन्योरिंग और नाइट्रोजन स्तरों का गेहूँ और धान फसल चक्र के अन्तर्गत धान व गेहूँ पोषक तत्व अवशोषण पर प्रभाव, इंडियन जर्नल ऑफ एग्रोनोमी, 44 (4) (1999) 659-663.
11. सिंह एस एवं शिवे वाई एस, संकर धान में पर्यावरण मित्र नीम खली के साथ यूरिया फॉर्मूलेशन का उचित उपयोग, एक्टा एग्रोनोमिका हंगेरीका, 51 (1) (2003) 53-59.
12. चन्द्रा एस एवं गौतम आर सी, पूर्ववर्ती फसलों और नाइट्रोजन दरों का धान द्वारा नाइट्रोजन अपटेक और मृदा उर्वरता पर प्रभाव, एनल्स ऑफ एग्रीकल्चरल रिसर्च, 18 (4) (1997) 460-464.
13. मिनहास आर एवं सिंह जी, गेहूँ-मक्का फसल प्रणाली का अकेले खरपतवारों और उर्वरकों के साथ संयोजन की हिमाचल प्रदेश के पर्वतीय क्षेत्रों में उपयोगिता, जर्नल ऑफ इंडियन सोसायटी ऑफ सॉयल साइंस, 46 (1) (1988) 50-54.