तकनीकी पुस्तिका

आज़ादी का अमृत महोत्सव

हर कदम, हर डगर किसानों का हमसफर
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद्
Agrisearch with a human touch

ट्राइकोडर्मा

दलहनी फसलों एंव मृदा स्वास्थ्य के लिए वरदान

राज कुमार मिश्रा
सोनिका पाण्डेय
मोनिका मिश्रा
उत्कर्ष सिंह राठौर
नईमुउद्दीन
बन्सा सिंह

ISO 9001-2008
भाकृअनुप-भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर 208 024
ICAR-Indian Institute of Pulses Research, Kanpur 208 024

तकनीकी पुस्तिका

ट्राइकोडर्मा

दलहनी फसलों एंव मृदा स्वास्थ्य के लिए वरदान

राज कुमार मिश्रा
सोनिका पाण्डेय
मोनिका मिश्रा
उत्कर्ष सिंह राठौर
नईमुउद्दीन
बन्सा सिंह

ISO 9001-2008
भाकृअनुप-भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर 208 024
ICAR-Indian Institute of Pulses Research, Kanpur 208 024

प्रकाशक : डॉ. बन्सा सिंह, निदेशक
भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान
कानपुर–208 024

सम्पादन, रूपांकन एवं सज्जा : डॉ. राजेश कुमार श्रीवास्तव

हिन्दी प्रकाशन समिति : डॉ. बन्सा सिंह, अध्यक्ष
डॉ जितेंद्र कुमार, सह-अध्यक्ष
डॉ टी.एन. तिवारी
डॉ राज कुमार मिश्रा
डॉ प्रसून वर्मा
डॉ कन्हैया लाल
श्रीमती मीनाक्षी वार्ष्णेय
डॉ राजेश कुमार श्रीवास्तव, सदस्य सचिव

उद्धरण : ट्राइकोडर्मा – दलहनी फसलों एंव मृदा स्वास्थ्य के लिए वरदान
भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान,
कानपुर–208 024

प्रकाशन संख्या : 6 / 2022

मुद्रित : सितम्बर–2022

मुद्रक : माहेश्वरी एण्ड संस, 289 / 214, मोती नगर, लखनऊ, मो. : 9721505010

विषय-सूची

पृष्ठ संख्या

आमुख

प्रस्तावना

- *ट्राइकोडर्मा* का परिचय 1
- *ट्राइकोड्रर्मा* अनुसंधान का वैश्विक और भारतीय परिचय 6
- *ट्राइकोड्रर्मा* प्रजातियों की पृथक्करण की विधियाँ 8
- *ट्राइकोड्रर्मा* प्रजातियों की पहचान 9
- पादप विकास को बढ़ावा देने वाले *एन्जाइम* का अध्ययन 10
- *ट्राइकोडर्मा* की कार्यशैली 14
- दलहनी फसलों में *ट्राइकोडर्मा* का अनुसंधान एवं महत्व 16
- दलहनी फसलों के *राइजोस्फियर* से चिन्हित *ट्राइकोडर्मा* की विभिन्न प्रजातियाँ 19
- *ट्राइकोडर्मा* आधारित *फार्म्यूलेशन* का शोध एवं विकास 30
- *ट्राइकोडर्मा* की पंजीकृत प्रजातियाँ 31
- *ट्राइकोडर्मा* के प्रयोग की विधि 32
- *ट्राइकोडर्मा फॉर्मूलेशन* का दलहनी फसलों में प्रभाव 34
- निष्कर्ष एवं संभावनाएं 37
- सफलता की कहानी किसान की जुबानी 40
- महत्वपूर्ण साहित्य 42

❖ ■ ❖ ■ ❖

आमुख

दालें मानव आहार के रूप में, विशेष रूप से देश की शाकाहारी जनसंख्या के लिए प्रोटीन का एक प्रमुख स्त्रोत रही हैं और दालों के महत्व को हम सभी भली–भांति समझते हैं। दलहनी फसलों में अनेक प्रकार के मृदा एवं बीजजनित रोगों का प्रकोप होता है जिसके फलस्वरूप इन फसलों में लगभग 15 से 20 प्रतिशत तक प्रतिवर्ष उपज में नुकसान हो जाता है। इससे होने वाले नुकसान को कम करने के लिए किसान सामान्यतया रासायनिक दवाओं का प्रयोग करते हैं, जो कि प्रभावशाली तो होता है, लेकिन इन रासायनिक दवाओं के लगातार प्रयोग करने से न केवल मनुष्यों अपितु पशुओं एवं जानवरों पर भी इसका बुरा प्रभाव पड़ता है, साथ ही साथ यह हमारे पर्यावरण को भी प्रदूषित करता है। वर्तमान में दलहनी फसलों में मृदा एवं बीजजनित रोगों के प्रबन्धन के लिए, जैविक नियंत्रण एक प्रभावशाली घटक के रूप में कार्य करता है। यह कृषि उत्पादन के मौजूदा स्तर को बनाए रखने के लिए सबसे सस्ता, सुरक्षित एवं, सक्षम साधन है। समूचे विश्व में प्रयोग होने वाले सभी जैव निंयत्रकों में *ट्राइकोडर्मा* की हिस्सेदारी 60 प्रतिशत से भी ज्यादा है। दलहनी फसलो में *ट्राइकोडर्मा* जैव निंयत्रक का बड़े पैमाने पर प्रयोग मृदा स्वास्थ एवं फसल प्रंबधन के लिए किया जा रहा है। यह मृदाजनित एवं बीजजनित रोगो की रोकथाम के साथ–साथ पौधों को बढ़ाने एवं बीज के जमाव को भी बढ़ावा देता हैं। और यह मृदा में उपस्थित अनेक प्रकार के लाभदायक सूक्ष्मजीवों की संख्या एवं उनकी कार्यशैली को भी बढ़ाने का कार्य करता है।

प्रस्तुत तकनीकी बुलेटिन ***ट्राइकोडर्मा*: दलहन फसल एवं मृदा स्वास्थ्य प्रंबधन के लिए वरदान** में *ट्राइकोडर्मा* जैव नियंत्रक से जुड़े अनुसंधान एवं विकास विषयों से सम्बन्धित जानकारियों को समाहित किया गया है जो कि दलहन अनुसंधान एवं विकास से जुड़े वैज्ञानिकों, प्रसार विशेषज्ञो, शोध छात्रों एवं किसानों के लिए अत्यन्त उपयोगी होगी। इसके लिए मैं बुलेटिन के सभी लेखकों को बधाई एवं शुभकामनाएं देता हूँ। अपेक्षित है कि लेखकों का यह प्रयास दलहन से जुड़े सभी पाठकों के लिए एक अत्यंत महत्वपूर्ण दस्तावेज साबित होगा एवं जैव आधारित प्राकृतिक खेती को बढ़ावा देने में भी सहायक होगा।

(बन्सा सिंह)
निदेशक
आईसीएआर–आईआईपीआर,
कानपुर

दिनांक : 12.08.2022

प्रस्तावना

भारत दलहनी फसलों का विश्व में सबसे बड़ा उत्पादक एंव उपभोक्ता राष्ट्र है। इसलिए दिन प्रतिदिन इन फसलों का महत्व बढ़ता ही जा रहा हैं। दलहनी फसलें एक तरफ जहाँ शाकाहारी जनसंख्या के लिए प्रोटीन एवं अन्य महत्वपूर्ण पोषक तत्वों की उपलब्धता का सबसे बड़ा स्त्रोत हैं, वहीं पशुओं के आहार एवं मृदा स्वास्थ्य में भी इसकी काफी अहम भूमिका हं। ये फसलें भूमि में जैविक नत्रजन स्थिर करके भूमि की उर्वरा शक्ति को भी बढ़ाती हैं। हमारे देश में दलहनी फसलों को सभी मौसम (रबी, खरीफ, जायद) में वर्ष भर उगाया जाता हैं। फिर भी इनकी उत्पादकता औसत से काफी कम है, इस कम उत्पादकता के पीछे अनेक प्रकार के जैविक एवं अजैविक कारकों द्वारा लगभग 20–25 प्रतिशत तक का नुकसान होता हं। जैविक कारकों में रोग एक महत्वपूर्ण चुनौती है जो कि इन फसलों को विभिन्न अवस्थाओं में नुकसान पहुचाते हैं जिसके कारण किसानों को काफी नुकसान उठाना पड़ता हैं।

इनके द्वारा होने वाले नुकसान को कम करने के लिए किसान ज्यादातर रासायनिक दवाओं का प्रयोग करते हैं। ये रासायनिक दवाएं प्रभावशाली तो होती हैं, लेकिन इनके प्रयोग से हमारा वातावरण प्रदूषित होता है, साथ ही साथ इनका मानव जीवन, पशुओं एवं वन्य जीवों पर भी काफी बुरा प्रभाव पड़ता है, जिसके चलते हमारा पर्यावरण असंतुलित हो रहा है। उपरोक्त कुप्रभाव को देखते हुए दलहनी फसलों के मृदा एवं फसल प्रंबधन के लिए ट्राइकोडर्मा आधारित जैव नियंत्रक एक प्रभावशाली विकल्प के रूप मे कार्य कर रहा है। ट्राइकोडर्मा एक अति महत्वपूर्ण पर्यावरण हितैषी जैव फफूँद है जो कि सभी प्रकार की मृदा एवं प्राकतिक अवस्थाओं में पाया जाता है। यह जैव नियंत्रक मृदा एवं बीजजनित रोगों, सूत्रकृमि को नियंत्रित करने के साथ ही साथ मृदा की उर्वरता को भी बढ़ाता है। साथ ही साथ पौधों में रोगों के प्रति लड़ने की क्षमता भी बढ़ाता हैं। देश में *ट्राइकोडर्मा* आधारित अनेक प्रकार के *फार्मुलेशन* का बहुतायत में प्रयोग किया जा रहा है। जिसके काफी सकारात्मक परिणाम भी मिल रहे हैं। भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान द्वारा *ट्राइकोडर्मा* की विभिन्न प्रभावशील प्रजातियों का चयन एवं संरक्षण किया गया हैं। संस्थान द्वारा प्रभावी *फार्मुलेशन* दलहनडर्मा एवं दलहनडर्मा–1 का विकास एवं इनके पंजीकरण के साथ–साथ खेतों पर सफल परीक्षण जैसे विषयों पर अनुसंधान एवं कार्य हो रहा हैं।

उपरोक्त सभी जानकारियों को सारगर्भित रूप से हिन्दी भाषा में इस तकनीकी पुस्तिका के रूप में संकलित करने का प्रयास किया गया है। यह पुस्तिका हम लेखकों के वर्षों के अनुभव तथा शोध पर आधारित है जो कि ट्राइकोडर्मा एवं जैव नियंत्रक अनुसंधान से जुड़े सभी शोधार्थी छात्रों, वैज्ञानिकों प्रसार विशेषज्ञों एवं किसानों के लिए बहुपयोगी साबित होगीं। चूँकि यह पुस्तिका का प्रथम संस्करण है अतः कुछ त्रुटियाँ भी रह गयी होगीं। अतएव इस ओर ध्यान आकृष्ट कराने वाले प्रिय पाठकों के प्रति हम सदैव आभारी रहेंगे। आशा है कि लेखकों का यह प्रयास दलहनी फसल एवं उनके जैविक प्रंबधन से जुड़े सभी पाठकों एवं अनुसंधानकर्ताओं के लिए मील का पत्थर साबित होगा।

लेखकगण

ट्राइकोडर्मा का परिचय

ट्राइकोडर्मा एक अति महत्वपूर्ण पर्यावरण हितैषी जैविक कवक हैं, जो विशेष रूप से समशीतोष्ण और उष्णकटिबंधीय मिट्टी, वन ह्यूमस परत, विघटित कार्बनिक पदार्थ और कृषि उपयोगी मृदा में पाए जाते हैं। इन्हें सस्ते जैव नियंत्रण कारक के रूप में ख्याति प्राप्त हैं, जो पौधों की रक्षा करने वाले लाभकारी सूक्ष्म जीवों के साथ सद्भाव में रहते हैं। *ट्राइकोडर्मा*, रोगजनक और मिट्टी के संतुलन पर प्रभाव डालते हैं। ट्राइकोडर्मा वंश के कवक मृदाजनित, *हरे स्पोर* वाले *ऐस्कोमाइसीटीज* समूह का सदस्य हैं, जो कि सारे विश्व में पाए जाते हैं। ट्राइकोडर्मा का एक लंबा इतिहास रहा है, ये 1794 में प्ररसून द्वारा खोजा और वर्णित किया गया। बाद में इसे *हाइपोक्रिया* प्रजाति से जुड़ा पाया गया, यद्यपि इसे *हाइपोक्रिआ* में रखना ठीक नहीं माना गया, और केवल *ट्राइकोडर्मा विरिडी* को ही *हाइपोक्रीया* में रखने का प्रस्ताव आया। *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों की पहचान के लिए पहला *प्रोटोकॉल* 1969 में बनाया गया था। भारत में यह पहली बार ठाकुर और नॉरिस द्वारा मद्रास से वर्ष 1928 में पृथक किया गया। मृदा में होने वाली अनेक बीमारियों के कारण सब्जियों, फलों, दलहनी फसलों और आधिकारिक पौधों सहित नकदी फसलों की गुणवत्ता और मात्रा को काफी कम कर देती हैं। *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियां अपने वाणिज्यिक एंजाइमों, पौधों की वृद्धि को तेज करने की क्षमता और पौधों की बीमारियों के जैव नियंत्रण के लिए फायदेमंद है, जो उनकी आशाजनक औद्योगिक, कृषि और औषधीय क्षमता का संकेत देती हैं। कई *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियां, जैसे *ट्राइकोडर्मा हारजियानम, टी. हैमैटम, टी. एस्परेलम, टी. एट्रोविराइड, टी. कोनिंगी, टी. विरेन्स, टी अफ्रोहारजियनम* और *टी. विरिडी*, दुनिया भर में शक्तिशाली जैव निंयत्रक कारकों के रूप में विभिन्न फसलों में उपयोग की जाती हैं (तालिका 1)। ये कवक प्रजातियां रोगजनक सूक्ष्मजीवों के खिलाफ अप्रत्यक्ष (पोषक तत्वों के लिए प्रतियोगिता करने, परिवेश की स्थिति को बदलने, पौधों की वृद्धि और रक्षा प्रतिक्रियाओं को उत्तेजित करने) या प्रत्यक्ष (*माइक्रोपैरासिटिज्म*) तंत्र के माध्यम से उत्कृष्ट जैव नियंत्रण क्षमता को प्रदर्शित करती हैं। पारिस्थितिक प्रभावों के अलावा, यह सर्वविदित है, कि *ट्राइकोडर्मा* द्वितीयक उपापचयों का उत्पादन कर सकता है जो न केवल संकेत पारगमन में भाग लेते हैं बल्कि विभिन्न जीवों के साथ संचार से भी भाग लेते हैं (मिश्रा एवं साथी 2020)।

अधिकांश पादप रोगजनक कारक *पॉलीफैगस* और सर्वव्यापी कवक हैं, जैसे *फ्यूजेरियम ऑक्सीस्पोरम* के कारण उकठा, *कोलेटोट्राइकम ग्लियोस्पोरियोइड्स* जो *एन्थ्रेक्नोज* पैदा करते हैं, और *बोट्राइटिस सिनेरिया* ग्रे मोल्ड का कारण बनते हैं तथा *फाइटोफ्थोरा* अंगमारी व शुष्क जड़ गलन रोग चना व अरहर में अन्य मृदा जनित रोग का कारक है। मृदाजनित रोगजनकों के प्रबंधन के लिए वर्तमान में उपलब्ध रणनीतियों में प्रतिरोधी पौधों के माध्यम से खेती करना, भौतिक नियंत्रण और रासायनिक नियंत्रण शामिल हैं। यद्यपि ये रणनीतियां रोगजनकों से होने वाले नुकसान को कम करती हैं, पर ये समय लेने वाली और गैर–लक्षित होती हैं, और कुछ मामलों में अनियंत्रित प्रभाव प्राप्त हुए हैं। रासायनिक नियंत्रण प्रभावीत हैं, लेकिन पर्यावरण के लिए जोखिम पैदा करते हैं और रोगजनक दवा प्रतिरोध के लिए प्रवीण हैं। मृदाजनित पादप रोगजनकों के प्रबंधन के लिए जैविक नियंत्रण विधियाँ सबसे अच्छे विकल्पों में से एक है और निस्संदेह आधुनिक कृषि के सतत विकास के लिए आवश्यक भी है।

तालिका 1. मृदाजनित कवक रोगजनकों के खिलाफ *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों की प्रभावकारिता

ट्राइकोडर्मा प्रजातियों उपभेद	रोगजनक	पौधा / फसल	बीमारी
टी. हारजियानम (टीएच–एच–3)	*राइजोक्टोनिया सोलानी*	टमाटर	उकठा
टी. वीरेन्स (टीवी–के–3)	*राइजोक्टोनिया सोलानी*	टमाटर	जड़ सड़न
टी. हारजियानम	*फ्यूजेरियम सोलानी*	टमाटर	जड़ गलन
टी. विरिडी	*फ्यूजेरियम सोलानी*	टमाटर	जड़ गलन
टी. हरजियानम स्यूटेंट	*राइजोक्टोनिया सोलानी*	टमाटर	जड़ गलन
टी. विरिडी (टीवी–आर)	*मैक्रोफोमिना फेजोलिना*	मूंग	जड़ सड़न
टी. विरिडी, टी. वीरेन्स, टी. हारजियानम	*राइजोक्टीनिया बटाटिकोला*	चना	शुष्क जड़ सड़न
टी. हारजियानम (टी22)	*पीथियम अल्टीमेटम*	टमाटर	उकठा
टी. हारजियानम (टी22)	*एफ. वर्टिसिलियोइड्स*	मक्का	कान और गुठली सड़ना
टी. हारजियानम, टी. विरिडी	*एफ. ऑक्सीस्पोरम एफ. स्पे. सिसेरिस*	चना	उकठा
टी. हारजियामन टी. एस्परेलम	*एफ. ऑक्सीस्पोरम एफ. स्पे लेन्टीस*	मसूर	उकठा
टी. हारजियानम	*बोट्राइटिस सिनेरिया*	चना	*ग्रे मोल्ड*
टी. विरिडी	*एफ. ऑक्सीस्पोरम एफ. स्पे. एडजुकि*	सोयाबीन	जड़ सड़ना
ट्राइकोडर्मा प्रजाति	*फाइटोफ्थोरा कैक्टोरम*	स्ट्रॉबेरी	चार्म विगलन
टी. विरिडी, टी. हारजियानम, टी. विरेन्स, टी. कोनिंगि, टी. स्यूडोकोनिंगि	*अल्टरनेरिया टेनुइसिमा*	सोरेल	*लीफ स्पॉट*
टी. हारजियानम 1	*एम.फेजोलिना, एफ. सोलानी, आर. सोलानी*	कपास	चारकोल गलन, उकठा और बोल रोट, गूलर सड़न और *लीफ स्पॉट*
टी. एट्रोविर्डे, टी. लोंगिब्राचियाम, टी. हारजियानम, टी. वीरेन्स	*एफ. साम्बुसीनम*	आलू	आलू शुष्क गलन
टी. हारजियानम	*ए अल्टरनाटा, बी सिनेमा, स्यूपेरोनोस्पोरा क्यूबेंसिस*	तंबाकू	*ब्राउन स्पॉट, ग्रे मोल्ड, क्वूदल उपसकम*
टी. हारजियानम टी 39	*स्क्लेरोटिनिया स्क्लेरोशियोरम, स्फेरोथेका फ्यूस्का*	खीरा	तना गलन *पाउडरी मिल्डू*

टी. हारजियानम	*फ्यूजेरियम उडम*	अरहर	उकठा
टी. एस्परेलम	*फ्यूजेरियम उडम*	अरहर	उकठा
टी. एफ्रोहारजियानम	*फ्यूजेरियम उडम*	अरहर	उकठा
टी. एफ्रोहारजियानम	*फाइटोफ्थोरा केजानी*	अरहर	अंगमारी
टी. एफ्रोहारजियानम *टी. एस्परेलम*	*मैक्रोफोमिना फैजियोलीना*	अरहर	जड़गलन
टी. हारजियानम	*आर. सोलानी*	सेम	जड़ सड़न
टी. हारजियानम	*एफ. ऑक्सीस्पोरम* *एफ. स्पे. लाइकोपर्सिसि*	टमाटर	टमाटर उकठा
टी. हारजियानम	*बोट्रियोडिप्लोडिया*	रतालू	जड़ सड़न
टी. हाजियानम (बीएचयू–51)	*एस. स्क्लेरोटीओरम*	बैंगन	आर्द्र गलन
टी. हाजियानम (बीएचयू–105)	*एफ. सोलानी,* *एफ. ऑक्सीस्पोरम*		
टी. हारजियानम	*आर. सोलानी,* *स्क्लेरोटियम रोलिफ्स,* *पायथियम स्पे.*	हरी फली	जड़ सड़न
टी. हारजियानम (आजाद) *टी. विरिडी (01 पीपी)*	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम,* *फ्यूजेरियम ऊडम*	अरहर	उकठा
टी. विरिडी	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम*	केला	उकठा
टी. हमातुम	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम*	मसूर	संवहनी उकठा
टी. हारजियानम	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम* *आर. सोलानी*	चना	जड़ सड़ांध और उकठा
टी. वीयरेन्स (जी एल 3 और जी एल 21)	*पीथियम अल्टीमेटम* *और आर. सोलानी*	खीरा	
टी. हारजियानम (आई टी ई एम 3636 टी). लोंगिब्राचिएटम (आई टी ई एम 3635)	*एफ. सोलानी*	मूँगफली	भूरी जड़
टी. हारजियानम (टी एच 908) *एफ. ओ 2797*	*एफ. ऑक्सीस्पोरम*	टमाटर	उकठा
टी. हारजियानम	*एफ. ऊडम*	अरहर	उकठा
टी. सिट्रीनोविराइड	*एस. स्क्लेरोसियोरम* *एम. फीसोलिना*	सोयाबीन	तना गलन (सफेद मोल्ड), चारकोल गलन
टी. हारजियानम, टी. एट्रोविराइड	*एस. डेल्फिनी*	कपास	बीज सड़न और अंकुर सड़ांध
टी. हारजियानम, टी. एस्परेलम, *टी. विरिडी*	*आर. सोलानी*	चुकंदर	आर्द्र गलन

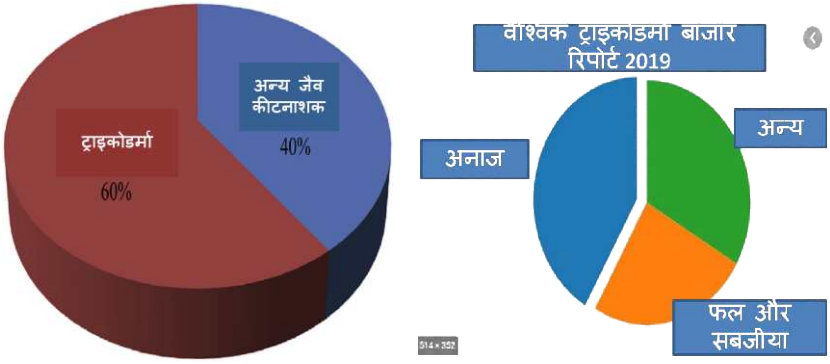
टी. औरेपविराइड, *टी. हारजियानम*	*एफ. मोनिलिफोर्मे*	मक्का	डंठल सड़ना
टी. हारजियानम, टी. विरिडी	*कोलेटोट्राइकम कैप्सिसि,* *एफ. ऑक्सीस्पोरम* *एफ. सपा लाइकोपर्सिसि*	मिर्च टमाटर	फल सड़न, उकठा
टी. एस्परेलम *टी. एफ्रोहारजियानम*	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम*	मटर	उक्ठा
टी. एस्परेलम *टी. एफ्रोहारजियानम*	*स्केलेराटिनिया* *स्कलेरोशियोरम*	चना अरहर, मटर राजमा	तना / सफेद विगलन
टी. एस्परेलम *टी. एफ्रोहारजियानम* *टी. हारजियानम*	*स्केलेरोशियम रोल्फसाई*	चना मसूर अरहर	काँलर गलन
टी. हारजियानम, *टी. लोंगिब्राचिएटम*	*आल्टरनेरिया पोरि* *एफ. ऑक्सीस्पोरम,* *आर. सोलानी*	प्याज प्याज प्याज	बैंगनी धब्बा फ्यूजेरियम गलन जड़ गलन
टी. विरिडी	*एफ. वर्टिसिलोइड,* *ए अल्टरनेटा,* *म्यूकोर रेसमोसस*	टमाटर	जड़ गलन और उकठा
टी. स्यूडोकोनिंगि *टी. विरिडी, टी. वीरेन्स*	*आल्टरनेरिया पोरि* *फ्यूजेरियम प्रजातियां,* *कर्वुलेरिया स्पेसीज* *एस्परजिलस नाइजर,* *राइजोपस एस्परगिलस,* *फ्लेवस एस्परगिलस*	प्याज	बैंगनी धब्बा
टी. विरिडी, टी. हारजियानम, *टी. लोंगिब्राचियातुम, टी. रीसी* *टी. कोनिंगी*	*स्केलेरोसियम रोल्फसाई*	चुकन्दर	आर्द्र गलन
टी. हारजियानम, टी विरिडी	*एफ. ऑक्सीस्पोरम और* *एफ. प्रोलिफेराटम*		
टी. हमातुम टी. एट्रोविरीडी, *टी. लोंगिब्राचियाटम*	*एफ सोलेगाई, एफ साप्रा* *मेलोगेना और एफ* *आक्सीस्पोरम एफ सपा* *लाइकोर्प्सिस*	बैंगन और टमाटर	विल्ट
टी. हारजियानम	*प्लास्मोपारा विटिकोला*	अंगूर की किस्में	डाउनी फफूंदी (डीएम)

(चौधरी एवं साथी, 2004, मिश्रा एवं साथी 2020–21, कुमार एवं साथी 2017)

ट्राइकोडर्मा को पिछले 70 सालो से एक प्रभावी जैव नियंत्रक के रूप में जाना जाता है। *ट्राइकोडर्मा* की कई नई प्रजातियां भी खोजी गई हैं, और वर्तमान समय में 300 से अधिक *ट्राइकोडर्मा* की प्रजातियां हैं। यह सभी प्रकार की मिट्टी में आसानी से पाया जाने वाला कवक है। यह तेजी से बढ़ने वाले, विपुल बीजाणु बनाने, *एंटीबायोटिक* और *एंजाइम* उत्पन्न करने वाले कवक होते हैं। *ट्राइकोडर्मा* रोगकरको से स्थान और पोषण के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं, तथा उनकी आबादी कम कर देते हैं। इन्ही विशेषताओ के कारण *ट्राइकोडर्मा* पारिस्थितिक रूप से बहुत प्रभावशाली होते हैं तथा कहीं भी आसानी से विकसित हो सकते हैं। *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैव कवकनाशी तेजी से पूरे विश्व में प्रयोग हो रहे हैं। वर्तमान में पूरे विश्व में *ट्राइकोडर्मा* के 50 से अधिक *रजिस्टर्ड* जैव उत्पाद उपलब्ध हैं। पूरे विश्व में किसानों को *ट्राइकोड्रर्मा* आधारित कृषि उत्पादों को बेचा जा रहा है, ये उत्पाद किसानो को अच्छी उपज देते है। *ट्राइकोड्रर्मा* आधारित कृषि उत्पादो का बाजार सारे बाजार में 60 प्रतिशत हिस्सेदारी है, और हर दिन नए उत्पाद पंजीकृत हो रहे हैं।

ट्राइकोड्रर्मा अनुसंधान का वैश्विक और भारतीय परिचय

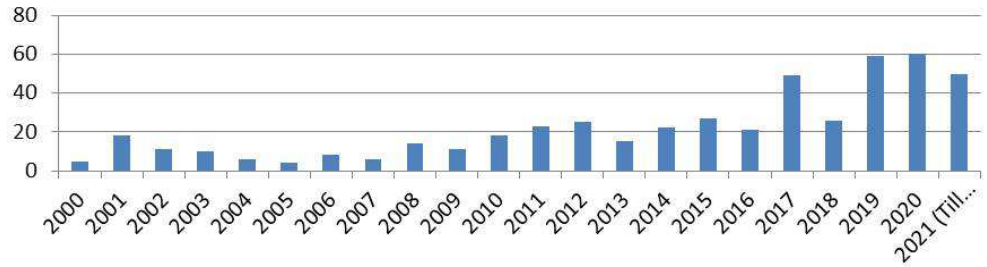
जैव कीटनाशको का वर्तमान हिस्सा वैश्विक स्तर पर कुल फसल सुरक्षा का केवल 5 प्रतिशत है जिसका मूल्य लगभाग 3 *बिलियन डॉलर* है। विश्व स्तर पर *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैव कीटनाशकों में अधिकतर *ट्राइकोडर्मा हारजियानम* और *ट्राइकोड्रर्मा विरिडी* पर आधारित हैं। वर्तमान में भारत में 15 प्रकार के जैव कीटनाशक और 970 से अधिक प्रकार के कृषि उत्पाद पंजीकृत हैं, जिनमें 63 से अधिक भारतीय निजी कंपनियों जैसे *मल्टीप्लेक्स बायोटेक लिमिटेड, इंटरनेशनल पैनसिया बायोटेक* आदि के पंजीकृत जैविक कीटनाशी भी हैं (सीआईवी, भारत सरकार)। भारत के *माइक्रोबियल* कीटनाशकों के बाजार में *ट्राइकोड्रर्मा, स्यूडोमोनास* और *बैसिलस* मुख्य भूमिका निभाते हैं, जिनमे से *ट्राइकोड्रर्मा* की अकेले हिस्सेधारी 52.5 प्रतिशत हैं। जैव कीटनाशकों के अनुसंधान, उत्पादन और उनके प्रचार के लिये वित्तीय सहायता जैव प्रौद्योगिकी विभाग और भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद द्वारा प्रदान की जा रही है। जो भारत में क्रमशः 31 जैव नियन्त्रण उत्पादन सुविधाओं का समर्थन कर रहे हैं। पंजीकरण की जटिलताओं को कम करने तथा जैव कीटनाशकों के त्वरित विकास के लिए कीटनाशक अधिनियम 1968 में कुछ संशोधन किये गए हैं। भारत सरकार द्वारा अनुदान, प्रदर्शन प्रशिक्षण आदि के माध्यम से जैव नियंत्रण उत्पादों को बढ़ावा दिया जा रहा है, और उसकी गुणवत्ता और प्रभावकारिता को बनाए रखने के लिए सख्त गुणवत्ता नियंत्रण *प्रोटोकॉल* का पालन किया जा रहा है। भारत में जैव नियंत्रण कारकों/जैव कीटनाशको के लोकप्रियकरण और विपणन में प्रमुख बाधाओ को जैव कीटनाशको सम्बन्धित उत्पादो के उपयोग के बारे में जागरूकता की कमी उच्च लागत और पंजीकरण में अधिक समय लागत, गुणवत्ता मानकों की अविश्वसनीयता, उत्पाद की अनुपलब्धता से सीधा जोड़ा जा सकता है। ट्राइकोडर्मा की दो या दो से अधिक प्रजातियों या उपभेदों के संघ का विकास, किसान के खेतों में वितरण प्रणाली को बढ़ाने और *शेल्फ लाइफ* को बढ़ाने की एक अलग प्रणाली है।



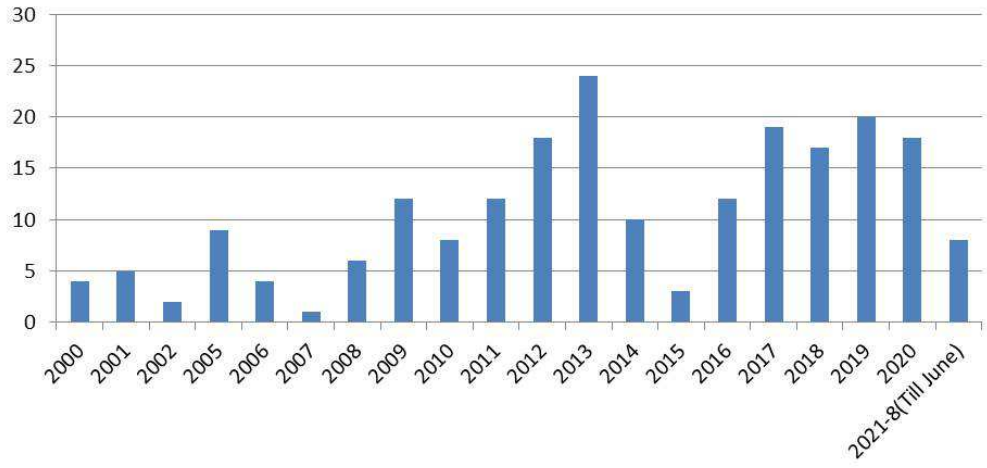
चित्र 1. जैव कीटनाशक बाजार में *ट्राइकोडर्मा* की हिस्सेदारी

कृषि में *ट्राइकोड्रर्मा* का उपयोग वर्तमन समय में गति प्राप्त कर रहा है एवं कार्बनिक/प्राकृतिक खेती का हिस्सा बन रहा है। जैव उर्वरक के रूप में भी *ट्राइकोड्रर्मा* को ख्याति मिल रही है, क्योंकि यह रसायनिक तत्वो से विमुक्त है और यह पर्यावरण के लिए भी कोई खतरा उत्पन्न नही करते

हैं। *ट्राइकोड्रर्मा* आधारित जैव उर्वरक पौधों को पोषक तत्व उपलब्ध कराते हैं और मिट्टी के गुणो में सुधार करते हैं, अतः मिट्टी में उर्वरा शक्ति बनी रहती है। *ट्राइकोड्रर्मा* आधारित जैव उर्वरक रसायनिक उर्वरकों की तुलना में सूक्ष्म और पोषक तत्वों की सरंचना और उर्वरता को बढ़ाने में अधिक प्रभावशाली होते हैं।



चित्र 2. कृषि फसलों में *ट्राइकोडर्मा* के अनुप्रयोग (अंतर्राष्ट्रीय रुझान)



चित्र 3. कृषि फसलों में *ट्राइकोडर्मा* के अनुप्रयोग (राष्ट्रीय रुझान)

बढ़ती हुई जनसंख्या की पोषण आपूर्ति आज के समय की प्रमुख समस्या है। पौधों में लगने वाली विभिन्न बीमारियां एवं कीट एक मुख्य कारण हैं, जो फसल की उत्पादकता को हानि पहुँचाते हैं। एक अनुमान के अनुसार संयुक्त राज्य अमेरिका में पौधों में लगने वाले 2,000 रोगों में से 90 प्रतिशत रोग मृदाजनित रोगकारकों द्वारा होते है। इन रोगकारकों की रोकथाम के लिए विभिन्न तकनीकियों का उपयोग किया जाता है। लेकिन जैव नियंत्रक कारकों का उपयोग सबसे प्रभावी, किफायती, सफल और कुशल तकनीक है। उपलब्ध साहित्य ने स्पष्ट रूप से दिखाया है कि मृदाजनित रोगकारको के प्रबंधन में जैव नियंत्रण कारक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जैव नियंत्रण कारक *ट्राइकोडर्मा* न केवल मृदाजनित रोगों को निंयत्रित करता है, बल्कि पौधों की जड़ों की वृद्धि में भी सुधार करता है। *ट्राइकोडर्मा* पौधों में अंकुरण को बढ़ाता है, अंकुर के उद्भव को प्रेरित करता हैं। *ट्राइकोड्रर्मा* के प्रक्षेत्र प्रभावकारिता को विभिन्न फसलों जैसे टमाटर, मिर्च, दालें, बैगन आदि पर अजमाया गया है। विभिन्न शोधों के प्रकाशन के अनुसार *ट्राइकोडर्मा* उपचारित पौधों में लगभाग 300 प्रतिशत अधिक वृद्धि दर्ज

की गई है। *ट्राइकोड्रर्मा* बीज उपचार *पीथियम, फाइटोफ्थोरा, मैक्रोफोमिना, स्केलेरेशियम, फ्यूजेरियम* के प्रकोप को कम करने में सक्षम पाया गया है। जो रसायनिक कवकनाशियों के लिए एक विकल्प प्रशस्त करता है। ट्राइकोडर्मा बीज उपचार की प्रभावकारिता मृदा की नमी पीएच, तापमान, और *इनोकुलम* घनत्व से प्रभावित होती है। *ट्राइकोडर्मा* पौधों की जड़ों में निवेशित होकर पौधों की जड़ों के जैवभार और स्वास्थ्य में लगातर वृद्धि करता है तथा उपज को बढ़ाता है।

ट्राइकोड्रर्मा कहाँ से प्राप्त करें?

ट्राइकोड्रर्मा को सभी प्रकार की मिट्टी, पौधों की जड़ों और सड़ने वाले पौधों से आसानी से पृथक किया जा सकता है। जो कि पौधो के रोगजनकों के जैव नियत्रण, पौधों के विकास को बढ़ावा देने और जैव उर्वरक के रूप में कार्य करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

पृथक्करण की विभिन्न विधियाँ –

ट्राइकोडर्मा को रोज बंगाल अगार पी,डी,ए (पोटैटो डेक्सट्रोज अगार) तथा *ट्राइकोडर्मा* चयनात्मक अगार माध्यम पर क्रमिक तनुकरण पद्वति से आसानी से प्रयोगशाला में पृथक किया जाता है।

क्रमिक तनुकरण पद्वति

एकत्र किए गए मिटटी के नमूने को हवा में सूखाया जाता है और पाउडर बनाया जाता है। 1 ग्राम पाउडर कों 9 मि.ली. आसुत जल में घोलकर बनाये गये मिश्रण को 10^{9} तक सीरियल डायल्यूशन करके 1 मि.ली. तनुकरण को *पेट्रीडिश* में जिसमें 10 मि.ली. पीडीए पोर किया गया हो, पर समान रूप से फैलाकर *पेट्रीप्लेटस* को 25°C पर 57 दिनों तक बी.ओ.डी. इन्क्यूवेटर में रख दिया जाता है। उसके बाद *ट्राइकोडर्मा* को पृथक कर लेते हैं।

चित्र 4. *टीएसएम* और *पीडीए* पर *ट्राइकोडर्मा* की वृद्धि

तलिका 2. पृथक्करण के लिए उपयोग किए जाने वाले माध्यमों का विवरण

पोटैटो डेक्सट्रोज अगार (पी,डी,ए)		ट्राइकोडर्मा विशिष्ट माध्यम (टीएसएम)		रोज बंगाल अगार (आर बी ए)	
सामग्री	मात्रा	सामग्री	मात्रा	सामग्री	मात्रा
आलू	200 ग्राम	मैगनीशियम सल्फेट हेप्टाहाइडेट	0.2 ग्राम	पेप्टोन	0.5 ग्राम
डेक्सट्रोज	20 ग्राम	डाई पोटैशियम फास्फेट	0.9 ग्राम	रोज बंगाल	0.05 ग्राम
अगार	20 ग्राम	केसीएल	0.15 ग्राम	क्लोरोएमफेनिकोल	0.1 ग्राम

आसुत जल	1000 मि.ली.	अमोनियम नाइट्रेट	1 ग्राम	डायपोटेशियम फॉस्फेट	1 ग्राम
		ग्लूकोज	3 ग्राम	अगार	15 ग्राम
		गुलाब बंगाल	0.1 ग्राम	मैग्नीशियम सल्फेट	0. 5 ग्राम
		अगार	20 ग्राम	आसुत जल	1,000 मि.ली.
		डाईमेथिल अमीनो बेन्जीन सोडियम सल्फेट	0.3 ग्राम		
		पेटाक्लोरोनाइटोबेन्जीन	0.2 ग्राम		
		आसुत जल (डालकर 121 डिग्री सेल्सियस पर 15 मिनट के लिए ऑटोक्लेव करके ठण्डा हो जाने पर 0–25 क्लोरो, मफेनिकाल और पेन्टा क्लोरानाइटोबेन्जीन मिलाएं।)	1,000 मि.ली.		

ट्राइकोड्रर्मा पहचान की विधियाँ

(i) **रचनात्मक विधि** – *ट्राइकोडर्मा* की रचनात्मक और रूपात्मक पहचान बिसेट (1991) द्वारा प्रदान की गयी *टैक्सोनौमिक* कुंजियों द्वारा की जाती हैं। *ट्राइकोड्रर्मा* की पहचान निम्न विधियों द्वारा करते हैं : रचनात्मक अध्ययन के लिए ट्राइकोड्रर्मा को सर्वप्रथम *पीडीए प्लेट* पर 25 डिग्री सेल्सियस पर 5 से 7 दिनों तक रखा जाता है। तत्पश्चात प्लेटों को निकालकर सभी प्रजातियों का कालोनी का रंग और संरचना के आधार पर पहचान की जाती हैं।

(ii) **रूपात्मक विधि** – रूपात्मक अध्ययन के लिए *ट्राइकोड्रर्मा प्लेटस* को 25 डिग्री सेल्सियस पर बीओडी इन्क्यूबेटर में रखा जाता है। उसके बाद *लेक्टोफिनाल काटन ब्लू* का प्रयोग करके *फाइलाइड* संरचना *कोनिडिया* व *कोनिडिओफोर* और उनकी शाखा प्रबंधन *फिलाइड* संरचना और *क्लेमायडोस्पोर* और उसकी संरचना आदि के आधार पर पहचान किया जाता हैं।

(iii) **जैव रासायनिक विधियाँ** – जैव रासायनिक लक्षणों के अध्ययन और कोशिका भित्ती क्षरण एंजाइम जैसे काइटिनेज, जायलनेज पौधों के विकास को बढ़ावा देने वाले एन्जाइम्स जैसे आईआईए, जिबरैलिन, आक्सिन, सिड्रोफोर उत्पादन फॉस्फेट आदि का अध्ययन किया जाता है। इसके अलावा, द्वितीयक उपापचयों का अध्ययन भी जैव रासायनिक लक्षणो के वर्णन के लिए किया जाता हैं।

(iv) **आण्विक विधि** –

(v) **जैव सूचनात्मक विधि** –

पादप विकास को बढ़ावा देने वाले एन्जाइम का अध्ययन

आईएए टेस्ट–

ट्राइकोडर्मा प्रजातियों के विभिन्न *आइसोलेटस* को 10 मि.ली. लूरिया बर्तानी ब्रोथ में 0.1 ग्राम/लीटर टिपटोफेन में संशोधित करके 24 घण्टे के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर रखकर 1000 *आरपीएम* पर *सेन्ट्रीफ्यूज* करके 2 मिलीलीटर *सुपरनेटेन्ट* में 2 मिलीलीटर *सालकोवस्की रिएजेन्ट* डालकर रंग परिवर्तन देखते हैं। लाल रंग का दिखना *आईआईए* की उपस्थिति को दर्शाता है।

अमोनिया उत्पादन

अमोनिया उत्पादन आकलन के लिए 8–10 मि.ली. पेप्टोन वाटर में *ट्राइकोडर्मा* को निवेशित कर 48 घण्टे के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर रख देते हैं। 48 घण्टों के पश्चात, 1 मिली लीटर नेसलर रिएजेन्ट को ट्राइकोड्रर्मा निवेशित पेपटान में डाल देते हैं। भूरे नांरगी रंग का उत्पन्न होना अमोनिया उत्पादन को दर्शाता हैं।

साइड्रोफोर उत्पादन

साइड्रोफोर का आकलन करने के लिए संशोधित कैस अगार तकनीक का उपयोग किया जाता है। *माल्ट एक्सट्रेट* अगार तैयार किया जाता है और *पेट्री प्लेटस* में डालकर जमने के पश्चात आधे मीडिया को स्केलपल की सहायता से हटा कर खाली भाग में केस अैगर डाल कर *ट्राइकोडर्मा* को *माल्ट मीडिया* में निवेशित कर पेट्रीप्लेट्स को 25 डिग्री सेल्सियस पर रख दिया जाता है। 6 दिन बाद इन प्लेटस को रंग परिवर्तन के लिए देखा जाता है, केस अगार माध्यम का नीले से नारंगी रंग परिवर्तन *साइड्रोफोर* उत्पादन की उपस्थिति को दर्शाता है।

फास्फेट एन्जाइम

फास्फेट एन्जाइम उत्पादन के लिए एनबीआरआईपी माध्यम का उपयोग किया गया। मीडिया आधारित प्लेटस को रंग परिवर्तन के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर 6 दिनों तक रख दिया जाता है। 6 दिन बाद बैंगनी से पीला रंग परिवर्तन, एन्जाइम उत्पादन की उपस्थिति को दर्शाता है।

तलिका 3. एनबीआरआईपी मीडिया

सामग्री	मात्रा	सामग्री	मात्रा
ग्लूकोज	10 ग्राम	अमोनिया सल्फेट	0.1 ग्राम
हाइड्राक्सी पेटाइट	5 ग्राम	क्रेसील	0.1 ग्राम
मैग्नीशियम क्लोराइड	5 ग्राम	अगार	15 ग्राम
मैग्नीशियम सल्फेट	0.25 ग्राम	ब्रेमोसरिसाल नीला	0.15 ग्राम

कोशिका भित्ति को क्षरण करने वाले एन्जाइम का अध्ययन

काइटिनेस उत्पादन– *काइटिनेस एन्जाइम* के आकलन के लिए *कोलाइडल काइटिन* के माध्यम में *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों के *आइसोलेटस* को निवेशित करके 10 दिनों तक 25 डिग्री सेल्सियस पर रख देते हैं। 10 दिनो के पश्चात रंग परिवर्तन के लिए प्लेटो का आकलन किया जाता है। बैगनी रंग का बनना काइटिनेस एन्जाइम के उत्पादन की उपस्थिति दर्शाता है ।

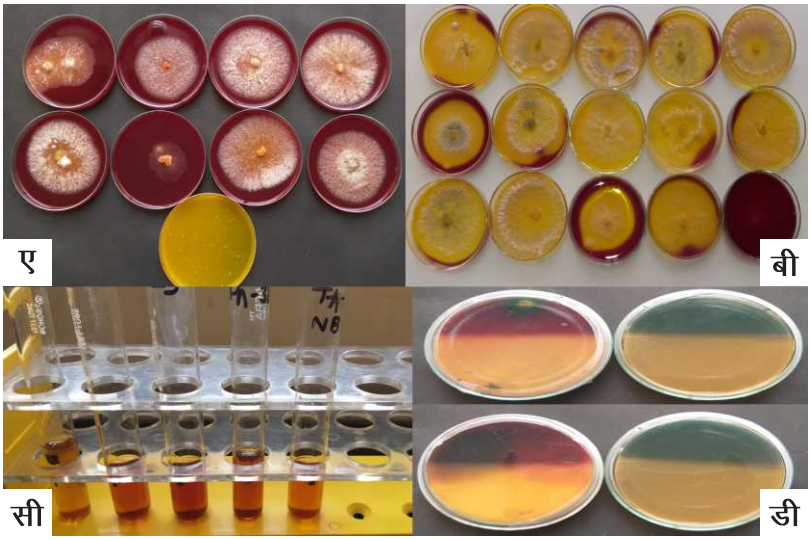
तालिका 4. काइटिनेस माध्यम

सामग्री	मात्रा
मोनोपोटेशियम फास्फेट	0.1 ग्राम
मैग्नीशियम सल्फेट	0.5 ग्राम
क्सील	0.5 ग्राम
कोलाइडट काइटिन	4.5 ग्राम
ब्रोमोसरसाल परपल	0.15 ग्राम
अगार	20 ग्राम

सेल्युलेज उत्पादन इस प्रतिजैविक पदार्थो के स्त्रावण का अध्ययन करने के निए पोटैटो डेक्सट्रोज व्राथ माध्यम में कार्बोक्सीमिथाइल सेल्युलेज का 1 प्रतिशत मात्रा डालकर 7 दिनों तक 25 डिग्री सेल्सियस पर रखते हैं। तत्पश्चात सेन्ट्रीफ्यूगेशन द्वारा प्राप्त *सुपरनेटेन्ट* को 100 मिली मोलर के 400 मिली को *फॉस्फोट बफर* में डालकर 55 डिग्री सेल्सियस पर 15 मिनट तक गर्म करते हैं। इसके बाद 0.5 मिली *डीएनएस रिएजेन्ट* डालकर मिलाकर *वाटर बाथ* पर 5 मिनट तक रख देते हैं, 5 मिनट बाद 1 मिली 40 प्रतिशत सोडियम पौटेशियम टारटरेट डालकर ठंडा करके 54^{0} पर *ओडी* लेते है।

बीटा ग्लूकोनेस के अध्ययन के लिए पी.डी.बी माध्यम में 1 प्रतिशत लेमिनेरिन डालकर 7 दिन तक 25 डिग्री सेल्सियस पर रख देते हैं। 7 दिन बाद *सेन्ट्रीफ्यूगेशान* करके *सुपरनेटेन्ट* को 100 म्युएल 4 प्रतिशत लेमिनेरिन डालकर 37 डिग्री सेल्सियस पर 10 मिनट रखते हैं। फिर डीएनएस विधि द्वारा आकलन करते हैं।

जायलनेज एन्जाइम आकलन– *जायलनेज* आकलन के लिए 1 प्रतिशत *बिच्र वुड जायलान* को वोगल्स माध्यम में डालकर उसमें *ट्राइकोडर्मा* निवेशित करके 7 दिनों के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर रख देते हैं। 7 दिन बाद वोग्ल्स माध्यम को *सेन्ट्रीफ्यूज* करके प्राप्त *सुपरनेटेन्ट* में 1 मि.ली. 1 प्रतिशत *जायलान* डालकर *डीएनएस* विधि द्वारा आकलन करते हैं। –



चित्र 5. *ट्राइकोडर्मा* का जैव रासायनिक परीक्षण ए–काइटिनेज बी–फॉस्फेटस सी –आईएए डी–साइडरोफोर

आण्विक विधि द्वारा पहचान :

आण्विक अध्ययन के लिए कुमार एवं साथी (2006) द्वारा विकसित विधि का उपयोग करके *ट्राइकोडर्मा मायसीलिया* से *डीएनए* निष्कर्षण किया गया। निकाले गए डीएनए को 1 प्रतिशत आगरोज जेल पर देखा गया। आंतरिक लिखित *स्पेसर* क्षेत्र के विस्तार के लिए आलिगो न्यूक्लियोटाइड जोड़ी आईटीएस 1 और आईटीएस 4, टेफ प्राइमर का उपयोग किया जाता है। आईटीएस के लिए, पीसीआर प्रवर्धन 50 म्युएल की कुल मात्रा में 0.2 म्युएल प्रत्येक प्राइमर की सान्द्रता के साथ 40 एनजी डीएनए, टेम्पप्लेट, 200 म्यूएम सान्द्रता के डिआक्सीन्यूक्लियोसाइड ट्राइफोस्फेट 10 एक्स पीसीआर बफर और 2.5 यू टेक पालीमरेज का उपयोग किया जाता है।

तैयार मिश्रण को *पीसीआर मशीन* में 95 डिग्री सेल्सियस पर 5 मिनट के लिए प्रारम्भिक विकृतीकरण के आधीन किया गया, इसके बाद 94 डिग्री पर 1.5 मिनट के 35 चक्र 55 डिग्री सेल्सियस पर 2 मिनट और 5 मिनट के अंतिम विस्तार के साथ 3 मिनट 72 डिग्री सेल्सियस पर किया गया। 1.2 प्रतिशत अगरोज जैल पर वैद्युतकण संचालन द्वारा विभाज्य 4 के एमएल का विश्लेषण *ट्रान्सइल्यूमिनेटर* द्वारा किया गया।

टैफ प्राइमर के लिए उपयोग की जाने वाली पीसीआर मशीन का चक्र निम्न प्रकार है :

94^0C पर 1 मिनट

94^0C –1 –मिनट (35 चक्र)

59^0C – 1 मिनट

74^0C – 50 सेकण्ड

74^0C – 7 मिनट

तलिका 5. *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों की पहचान के लिए उपयोग किये जाने वाले विभिन्न प्राइमर्स

टेफ1,	इफ 1-728F CATCGAGAAGTTCGA GAAGG टेफ LLErev AACTTGCAGGCAATGTGG टेफ 790a GGGAGCGTCTGTGAATTG
आइटीएस	आईटीएस, 1 TCCTCCGCTTATTGATATGC आईटीएस4 GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG
आरबीपी2	आरबीपी 2-210up TGGGGWGAYCARAARAAGG आरबीपी 2-1450low CATRATGACSGAATCTTCCTGGT

जैव–सूचनात्मक विधि द्वारा *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों की पहचान

आइटीएस, टेफ, इत्यादि प्राइमर्स द्वारा प्राप्त अनुक्रमो को गुणवत्ता की दृष्टि से जाँचा तथा *ट्रिम* किया जाता है तथा *सीएलसी जीनोमिक्स वर्कबेन्च* द्वारा *असेम्बल* किया जाता। *आईटीएस* आधारित अनुवांशिक जाँच के लिए ट्राइकोकी–2 का उपयोग किया जाता है। *ट्राइकोब्लास्ट* तकनीक का उपयोग करके आइटीएस, टेफ और आरबीपी2 उपक्रमों की जॉच की जाती है। *टैक्सोनौमिक* पहचान के लिए टेफ जीन के इनट्रान 4 को *ट्राइकोमार्क* के साथ चुना गया और *ट्राइकोब्लास्ट* का उपयोग करके *ट्राइकोडर्मा* और हाइपोक्रिआ *टेक्सोनॉमी डेटाबेस* से तुलना की जाती है, साथ ही बुनियादी स्थानीय संरेक्षण खोज तकनीकी का उपयोग करके *एनसीबीआई डाटाबेस* पर सार्वजनिक रुप से उपलब्ध अनुक्रमो के साथ भी तुलना की जाती है।

ट्राइकोडर्मा की कार्यशैली

ट्राइकोडर्मा प्रजाति रोगजनकों के चारों तरफ कॉइल करके *एप्रोसोस्या* का निर्माण करके और रोगजनकों की दीवार को तोड़कर स्थान और पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा करके *ट्राइकोडर्मा* रोगजनको से पौधों की रक्षा करता है। पेप्टाइबोल जटिल तंत्र के माध्यम से *ट्राइकोडर्मा* पौधों और रोगकारकों में *एपापटासिस* को प्रेरित करता है। *ट्राइकोडर्मा स्यूडोकोनिगई ट्राइकोकाइनिन* नाम का एक पेप्टाइबोल प्रेरित करता है, जो *फ्यूजेरियम ऑक्जीस्पोरम* कोशिकाओ में *एपोपटोसिस* करता है। हाल ही में हुए शोधों ने दर्शाया है कि *ट्राइकोडर्मा* पौधों की जड़ों की *एपीडर्मिस* में *बायोएक्टिव टानोलाइटस* स्त्रावित करता है, जो पौधों में प्रणालीगत स्थानीय प्रतिरोध को प्रेरित करता हैं।

ट्राइकोडर्मा प्रजातियों में *हाइड्रोलिटिक,* एंजाइम और *एंटीफंगल मेटाबोलाइटस* का उत्पादन *हेटेरोटिमेरिक जी प्रोटीन* और *माइटोजन एक्टिवेटेड प्रोटिन काइटिनेज* द्वारा नियंत्रित किया जाता है। *ट्राइकोडर्मा वीरेन्स,* एवं *हारजियानम* में *हाइपरोस्मोटिक स्ट्रेस रिसपान्स एमएपीके सिगनलिंग* से सम्बन्धित है। *ट्राइकोडर्मा* में *काइटिनेज* और *काइलिंग सीएमपी* स्तर द्वारा नियत्रिंत किया जाता हैं।

कार्य तन्त्र की प्रक्रिया दो प्रकार की होती है :

प्रत्यक्ष

1. **प्रत्यक्ष परजीविवाद** – इस विधि में *ट्राइकोडर्मा* रोगकारकों के *माइसीलियम* से चिपक जाता है, तथा कुछ प्रतिजैविक पदार्थ स्त्रावित करता है जो उसकी कोशिका भित्ति को गला देता है, और *ट्राइकोडर्मा* रोगकारकों की कोशिका के अन्दर प्रवेश करके सारे उपस्थित पदार्थ का उपयोग कर लेता है। जिसके फलस्वरूप रोगकारकों की मृत्यु हो जाती है। *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों द्वारा प्रत्यक्ष परजीविता में *ट्राइकोडर्मा* रोगकारकों पर सीधा हमला करता है। ये एक जटिल प्रकिया है ,जिसमे कई श्रंखलाएं होती हैं– रोगजनक कवक की पहचान, रोगजनक कवक पर हमला और रोगजनक कवक की मायसीलियम को क्षति पहुचाने वाले एंजाइम (सेल्युलोज, जाइलानेज, ग्लूकेनेस,) का स्त्रावण।

2. **प्रतिजैविकता** – इस विधि में *ट्राइकोडर्मा* विभिन्न प्रकार के प्रतिजीवी पदार्थ स्त्रावित करता है, जो रोगकारकों के लिए विष का काम करते हैं। यह प्रकिया *ट्राइकोडर्मा* द्वारा बाहरी पर्यावरण में उत्पादित रसायनो पर निर्भर करती, है, जो रोगजनकों को क्षति पहुचाते हैं। *ट्राइकोडर्मा* द्वारा उत्पादित मुख्य *एंटीबायोटिक्स* हैं– *हारजैनिक, एसिड एलामेथिन* और *रिचोलिन* और *पेप्टाबिओल्स* आदि।

3. **विभिन्न पर्यावर्णीय तनाव के खिलाफ पौधो की सहनशीलता बढ़ाना** – *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियाँ पौधों में गहन जड़ विन्यास को बढ़ावा देता हैं, जिसके फलस्वरूप शुष्क मौसम में पौधों के लिए कम कठिनाई होती है। *ट्राइकोडर्मा* पौधों में *लिपिड* और *सेलुलर प्रोटीन* के *ऑक्सीकरण* द्वारा घावों को जल्दी भरने में मदद करता है।

4. **खाद्य श्रोतों तथा स्थान के लिए प्रतियोगिता**

इस विधि में *ट्राइकोडर्मा* रोगकारकों से पर्यावरण में उपस्थित खनिज पदार्थों और स्थान के उपयोग के लिए आपस में प्रतिस्पर्धा करते हैं।

5. **रोगजनक के एंजाइमों की निष्क्रियता** – *ट्राइकोडर्मा* रोगजनको द्वारा स्त्रावित *एंजाइम* जो कि पौधो की कोशिका भित्ति को गला कर संक्रमण करता है, को निष्क्रिय कर देता है। *ट्राइकोडर्मा, सेरिप्रोटीज* नाम का एक एंजाइम स्त्रावित करता है, जो रोगजनकों द्वारा उत्पादित *पेक्टिन, सेल्युलोज* और *क्यूटेनोलिटिक एंजाइम* को निष्क्रिय करता है।

6. **कोशिका भित्ति को क्षति पहुँचाने वाले एंजाइम का उत्पादन**

ट्राइकोडर्मा रोगजनकों की कोशिका भित्ति को गलाने वाले कई एंजाइम जैसे *काइटिनेज, जाइलनेज, सेल्युलेस, ग्लूकानेज* आदि *एंजाइम* स्त्रावित करता है।

7. **पोषक तत्वों की उपलब्धता**

ट्राइकोडर्मा मृदा में खनिज पदार्थो की उपलब्धता को बढ़ाता भी है, साथ ही यह कई महत्वपूर्ण तत्वों का उत्पादन भी करता है, जो कि मृदा में पौधों की वृद्धि को बढ़ाता है।

अप्रत्यक्ष

पौधों की वृद्धि को बढ़ाना देना – पौधों के विकास को बढ़ावा देने के लिए *ट्राइकोडर्मा* कई पादप वृद्धि नियामको का उत्पादन करता है। पादप विकास को बढ़ावा देने के लिए *ट्राइकोडर्मा* आईएए, फॉस्फेटस, साइड्रोरोफोर, अमोनिया आदि नियामको को स्रावित करता है।

प्रेरित प्रतिरोध – पौधों में प्रेरित प्रतिरोध 50 से अधिक वर्षों से जाना जाता है। प्रेरित प्रतिरोध दो प्रकार का होता है :

1. **प्रेरित स्थानीय प्रतिरोध** –ये प्रतिरोध प्रेरण क्षेत्र के पास उत्पन्न होता है, ये प्रतिरोध *फाइटोएलक्सिन्स* के संचय *फिनोल*, ऑक्सीकरण और अतिसंवेदनशीलता द्वारा प्रदर्शित होता हैं।

2. **प्रेरित प्रणालीग प्रतिरोध** – इस प्रतिक्रिया में पादप रक्षा प्रतिक्रिया ऊतक और अंग स्तर पर भाग लेती है। यह प्रकिया सरंचनात्मक तंत्र को संक्रमण से दूर प्रेरित करता है। इस प्रक्रिया में रक्षा प्रोटीन, पादप रक्षा प्रोटीन और एल–लिग्निन वी लिग्निन के योगिकों का संश्लेषण होता है। पौधो के *मेटाबोलिज्म* में परिवर्तन के लिए रक्षात्मक प्रतिक्रिया को उत्पन्न करता है।

दलहनी फसलों में *ट्राइकोडर्मा* का अनुसंधान एवं महत्व

प्राचीन काल से ही भारतीय अर्थव्यवस्था में दलहनी फसलों का प्रमुख स्थान रहा है। दलहनों में अन्य लाभदायक पोषक तत्वों की उपलब्धता के कारण पूरे विश्व में इनका महत्व दिन–प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है। मनुष्यों के भोजन, पशुओं के दानों तथा मृदा स्वास्थ्य प्रबन्धन में दलहन के योगदान के महत्व के प्रति जागरूकता भी बढ़ रही है। विगत कई वर्षों से दलहनी फसलों का उत्पादन लगातार बढ़ रहा है, जिसके चलते देश दलहन के क्षेत्र में आत्मनिर्भर होने की तरफ बढ़ रहा है। फिर भी इनकी औसत उत्पादकता उनकी उत्पादन क्षमता से काफी कम है। इसका कारण इसमें लगने वाले अनेक प्रकार के जैविक एवं अजैविक घटक हैं। दलहनी फसलों पर अनेक जैविक कारकों का प्रभाव पड़ता है, जैसे कि उकठा, *फाइटोफ्थोरा* महामारी, जड़ गलन, जड़ ग्रंथि आदि बीमारियों से लगभग 20 प्रतिशत फसल प्रतिवर्ष बर्बाद हो जाती है। इन रोगों की रोकथाम के लिए रसायनों का अंधाधुंध प्रयोग किया जाता है, जिसका फसलों एवं पर्यावरण पर बुरा प्रभाव पड़ता है। बहुत सारे किसान बिना जरूरत के भी दवाओं का प्रयोग सिर्फ दुकानदारों के कहने पर ही करते हैं। इन रसायनों के अत्यधिक उपयोग किए जाने से अधिकांश रोगकारकों में उन रसायनों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता उत्पन्न होती है, और उत्पादों में कुछ रसायनों का अवशेष भी पाया जाता है जिसके कारण दलहनी फसलों के विदेशों में निर्यात पर विपरीत असर पड़ रहा है। इन दुष्परिणामों से निजात पाने के लिये वैज्ञानिकों ने पर्यावरण अनुकूलित जैविक नियंत्रण द्वारा दलहनी फसलों में लगने वाले प्रमुख रोगों के प्रबन्धन की विधि का अध्ययन किया। इन युक्तियों में परोपजीवी कवकों, जीवाणुओं आदि का उपयोग अनेक रोगों के नियंत्रण में किया जाता है।

सामान्यतः हम रसायनों का प्रयोग खड़ी फसल में बीमारियाँ आने के बाद करते हैं, जो कि उतना प्रभावशाली नहीं होता है। क्योंकि इनका असर मृदा में उपस्थित रोगाणुओं तक नहीं जा पाता जबकि *ट्राइकोडर्मा* को अक्सर हम बुवाई के समय खेत में प्रयोग करते हैं जिसके कारण इसका लाभकारी प्रभाव होता है। वर्तमान समय में सामान्य खेती तथा यौगिक खेती में अपनाए जाने वाले समेकित रोग प्रबंधन में *ट्राइकोडर्मा* का उपयोग दलहनी फसलों के लिए एक महत्वपूर्ण घटक के रूप में कार्य करता है।

तालिका 6. रोग सूत्रकृमि एंव उनके कारक एंव प्रभावी जैव निंयन्त्रक

रोग का नाम	कारक	ट्राइकोडर्मा जैव निंयन्त्रक की प्रभावी प्रजातियाँ
उकठा (चना)	*फ्यूजेरियम आक्सीस्पोरम एफ.एसपी. साइसेरी*	*ट्राईकोडर्मा हारजियानम, ट्राईकोडर्मा विरिडी, ट्राईकोडर्मा एसपेरेलम, ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम*
उकठा (अरहर)	*फ्यूजेरियम ऊडम*	*ट्राईकोडर्मा विरिडी, ट्राईकोडर्मा हरजियानम ट्राईकोडर्मा एसपेरेलमए ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम*
उकठा (मसूर)	*फ्यूजेरियम ऑक्सीस्पोरम एफ.एसपी. लेंटिस*	*ट्राईकोडर्मा विरिडी, ट्राईकोडर्मा हरजियानम ट्राईकोडर्मा एसपेरेलमए ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम*

फाइटोफ्थोरा तना अंगमारी (अरहर)	*फाइटोफ्थोरा केजानी*	*ट्राईकोडर्मा एस्परेलम*
शुष्क जड़ गलन (चना, अरहर)	*राइजोक्टीनिया क्टाटइकीला*	*ट्राईकोडर्मा एस्परेलम ट्राईकोडर्मा हारजियानम*
तना विगलन (चना, अरहर, मसूर, मटर, राजमा)	*स्कलेरीटिनिया स्केलेरीशियोरम*	*ट्राईकोडर्मा एस्परेलम ट्राईकोडर्मा एफ्रोहारजियानम ट्राईकोडर्मा हारजियानम*
चूर्णिल आसिता (मटर)	*दूरीसाइफी पिसी*	*ट्राईकोडर्मा हरजीयानम, ट्राईकोडर्मा वाइरेन्स, ट्राईकोडर्मा ब्रेविकोम्पेक्टम ट्राईकोडर्मा आरिओविरिडी, ट्राईकोडर्मा एसपेरेलम, ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम*
चित्तीदार / पत्ती धब्बा (मूंग)	*अल्टरनेरिया अल्टरनाटा*	*ट्राईकोडर्मा विरिडी ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम, ट्राईकोडर्मा एसपेरेलम*
जड विगलन (राजमा)	*राइजोक्टोनिया सोलानी*	*ट्राईकोडर्मा हारजीयानम, ट्राईकोडर्मा एसपेरेलम, ट्राईकोडर्मा एफ्रोहरजीयानम*
काला धब्बा (उर्द)	*मैक्रोफोमिना फेजोलिना*	*ट्राईकोडर्मा हारजीयानम, ट्राईकोडर्मा विरिडी, ट्राइकोडर्मा लॉगीब्रेक्यिेटम*
ग्रीवा विगलन (लोबिया, अरहर, चना और मसूर)	*राइजोक्टोनिया सोलानी*	*ट्राईकोडर्मा हारजीयानम, ट्राइकोडर्मा एट्रोब्रूनम*
काला जड़ सड़न	*फ्यूजेरियम सोलानी*	*ट्राईकोडर्मा हारजीयानम, ट्राईकोडर्मा विरिडी*

फफूँद रोगजनकों के प्रबंधन के लिए रासायनिक कीटनाशकों के निंरतर उपयोग से मिट्टी की संरचना और फसलों पर जहरीले यौगिकों का संचय जैसी अनेक समस्या उत्पन्न होती है। साथ ही रासायनिक कवकनाशियों का रोगजनकों की विविधता, अनुकूलन क्षमता और बढ़ते प्रतिरोध के कारण कम प्रभाव पड़ता है। *माइक्रोबियल* जैव नियंत्रक स्थायी कृषि प्राप्त करने के लिए एक उपयुक्त समाधान प्रस्तुत करते हैं।

दलहनी फसलों में *ट्राइकोडर्मा* की जैव नियंत्रक क्षमता के बारे में सर्वप्रथम सन 1920 में जानकारी प्राप्त हुई। *ट्राइकोडर्मा* का जैविक एवं अजैविक तनाव के प्रति सहिष्णुता, रोगजनक की भित्ती *मेटाबोलाइटस* और एन्जाइम का स्त्रावण आदि रोगजनकों के खिलाफ विरोधी गतिविधियों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है। *ट्राइकोडर्मा* कृषि में पौधों की बीमारियो के प्रबंधन में उपयोग किया जाने वाला मुख्य प्रभावी जैव नियंत्रक है।

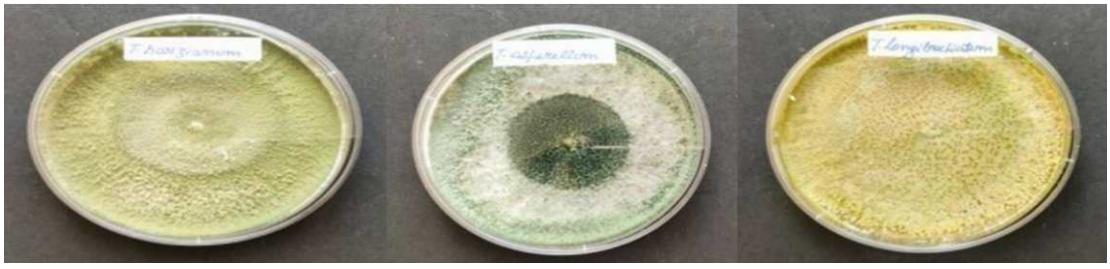
ट्राइकोडर्मा दलहनी फसलों में अकार्बनिक फास्फोरस को घुलनशील फास्फेट बनाकर पौधों तक उपलब्ध करवाता है, साथ ही *साइड्रोफोर* उत्पन्न कर पौधों में लोहे की कमी को भी रोकता है। यह विभिन्न प्रकार के कार्बनिक अम्लो का उत्पादन करता हैं, जो कि पौधों की वृद्वि में सहायता करता हैं।

आईएए एक फाइटोहार्मोन है, जो पौधों की जड़ों के विकास के लिए विशेष रूप से सम्बन्धित हैं। आईएए मृदा में उपस्थित सूक्ष्मजीवों द्वारा उत्पन्न किया जाता हैं। *ट्राइकोडर्मा* इन्ही सूक्ष्मजीवों में से एक है, जो *आईएए* उत्पन्न करता हैं।

भूमि की उर्वरा शक्ति को बनाए रखने में दालों की मुख्य भूमिका होती हैं। दलहनी फसलें जीवाणुओं के साथ मिलकर मृदा में नाइट्रोजन फिक्सिंग की प्रकिया निभाते हैं। दलहनी फसलें मृदा में उपस्थित सूक्ष्मजीवों से जुड़ी होती हैं, जो मृदा में पोषक तत्वो को उपलब्ध कराती हैं, पौधो की वृद्धि में सहायता करते हैं और पौधों को जैविक और अजैविक तनाव से भी मुक्ति दिलाते हैं।

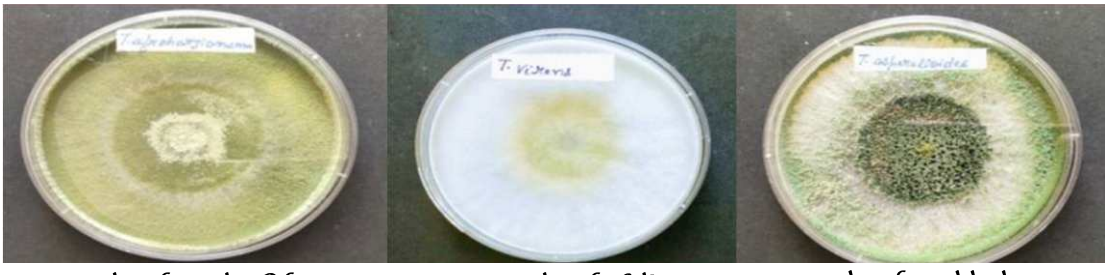
दलहनी फसलों के मूल परिवेश से चिन्हित ट्राइकोडर्मा की प्रजातियाँ

देश के प्रमुख दलहनी फसल उगाने वाले राज्यो से कुल 280 *राइजोस्फेरिक* मृदा के नमूने एकत्र किए गए। इन सभी को प्रयोगशाला में उपयुक्त माध्यम पर पृथक किया गया। तत्पश्चात रूपात्मक और रचनात्मक आधार पर 160 *ट्राइकोडर्मा आइसोलेटस* की पहचान की गयी। प्राप्त *ट्राइकोडर्मा आइसोलेटस* की रोगरोधी गतिविधि जानने के लिए, *डुयल कल्चर* तकनीकी का उपयोग किया गया और रोगेरोधी गतिविधि के आधार पर 160 में से 127 अति प्रभावी *ट्राइकोडर्मा आइसोलेटस* पृथक किये गये (तालिका 7, चित्र 7)। इन पृथक कियें गये *आइसोलेटस* का आण्विक विश्लेषण के आधार पर 9 प्रजातियो (*ट्राइकोडर्मा हारजियानम, टी. एफ्रोहरजीयानम, टी. एसपेरेलम टी. लौंगीब्रेकिएटम, टी. वीरेंस, टी.एट्रोब्रूनम, टी. ब्रेवीकाम्पैक्ट, टी. एसपैरेलाइड , टी. आरिओविरिडी*) के रूप में पहचान की गयी (चित्र–6)।



ट्राइकोडर्मा हर्जियानम *ट्राइकोडर्मा एस्परेलम* *ट्राइकोडर्मा लॉन्गिब्राचिएटम*

ट्राइकोडर्मा एट्रोब्रुन्यूम *ट्राइकोडर्मा ब्रेविकॉम्पैक्टम* *ट्राइकोडर्मा ऑरियोविराइड*



ट्राइकोडर्मा अफ्रोहार्ज़ियानम *ट्राइकोडर्मा वीरेंस* *ट्राइकोडर्मा एस्पेरेलोइड्स*

चित्र 6. देश के विभिन्न दलहन उत्पादक क्षेत्रों से एकत्र किए गए *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* की भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर में प्रजाति विविधता

75 साल पहले वेइंडलिंग द्वारा *ट्राइकोडर्मा* का संभावित उपयोग (1932) सबसे पहले अरहर के उकठा रोग के प्रबंधन के लिए गतिविधि का प्रदर्शन करने के लिए किया गया था। *बाइनरी कल्चर* तकनीक का उपयोग करके सभी 160 *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* की प्रयोगशाला एवं *ग्रीन हाउस* में विभिन्न मृदा एवं बीज जनित बीमारियों के प्रति विरोधी क्षमता की जाँच की गई और सभी *आइसोलेट्स* में से अतिप्रभावी *ट्राइकोडर्मा आइसोलेटस, आईआईपीआर टीएच* 31 और *आईआईपीआर टीएच* 33 को सबसे अधिक संभावित पाया गया, जिसमें *आईआईपीआर टीएच* 31 एक बहु विशेषता *ट्राइकोडर्मा* वाला *आइसोलेट* है, जिसमें पौधों की उच्चतम वृद्धि को बढ़ावा देने और हानिकारक कवक विरोधी गतिविधियां हैं। इस *आइसोलेट* में उच्चतम तापमान सहिष्णु गतिविधि भी है। यह उपलब्ध जानकारी दलहनी फसलो के लिए काम करने वाले किसानों, वैज्ञानिकों, प्रसार विशेषज्ञों और छात्रों के लिए लाभायक है।

तालिका 7. *ट्राइकोडर्मा* प्रजाति की जनसंख्या विविधता और उनकी पहचान

क्रम संख्या	आइसोलेट्स का नाम	संग्रह का स्थान	नमूना संग्रह प्रकंद	प्रजातियों के रूप में पहचान	जीन बैंक परिग्रहण संख्या (आइटीएस)	जीन बैंक परिग्रहण संख्या (टेफ)
1.	*आईआईपीआर–1*	बस्ती	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841000	एमएन 226900
2.	*आईआईपीआर–2*	कानपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 855322	एमएन 226901
3.	*आईआईपीआर–5*	कानपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841001	एमएन 226922
4.	*आईआईपीआर–6*	चित्रकूट	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 416772	एमएन 226923
5.	*आईआईपीआर–7*	हमीरपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841002	एमएन 226924
6.	*आईआईपीआर–8*	बैंगलोर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841003	एमएन 226902
7.	*आईआईपीआर–सी.के.–3*	गुजरात	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841004	एमएन 226903
8.	*आईआईपीआर–सी.के –2*	नैनी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेलॉइड्स*	एमएन 416773	एमएन 226904
9.	*यूसी.के.–1*	पूसा	चना	*ट्राइकोडर्मा ब्रेविकम्पेक्टम*	एमएन 416774	एमएन 226905
10.	*यूसी.के.–2*	स्बोरो	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841005	एमएच 822549
11.	*केबीपीपी*	स्बोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841006	एमएन 226925
12.	*सीएचसीके–1*	कांकेर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 416775	एमएन 226906
13.	*सीएचसीके–2*	नैनी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841007	एमएन 226907
14.	*बीसीके*	ओरछा	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841008	एमएन 226926
15.	*एचसीके–2*	वाराणसी	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841009	एमएन 226927
16.	*एचसीके–3*	सुल्तानपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841010	एमएन 226928
17.	*पीपीकेएनजी*	अयोध्या	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 855323	एमएन 226929
18.	*एमयूसीके–2*	स्बोर	चना	*ट्राइकोडर्मा ब्रेविकम्पेक्टम*	एमके 855324	एमटी 058875
19.	*सीएचसीके–3*	राहुरी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841011	एमएच 822547
20.	*पीपीएफ1–2*	वाराणसी	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 855325	एमएन 226908
21.	*पीपीएफ1–4*	मेरठ	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएन 416776	एमएन 226930
22.	*एसएमएफ*	अयोध्या	चना	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमके 841012	एमएन 226909
23.	*एमएलकेपी*	बैंगलोर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 855326	एमएन 226910
24.	*टीएलकेपी–1*	ब्दनापुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एट्रोब्रूनम*	एमके 855327	एमएन 226881
25.	*पीपीआईआईपीआर–2*	फंदा	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841013	एमएच 822546
26.	*टीएलकेपी–2*	मेरठ	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 855328	एमएन 226911
27.	*एमजीकेवीपी–3*	कलबुर्गी	मूंग	*ट्राइकोडर्मा ऑरोविरिडे*	एमके 855329	एमएन 226912
28.	*एमजीकेवीपी–4*	टंगराउ	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 855330	एमएच 822545
29.	*एमएलएफ–2*	नैनी	चना	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमके 855331	एमएन 226913
30.	*पीपीआईआईपीआर–1*	बस्ती	अरहर	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमएन 416777	एमएन 226882
31.	*पीपीएनएम–4*	राहुरी	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 849894	एमएन 597957
32.	*पीपीएनएम–2*	चित्रकूट	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841014	एमएन 226914
33.	*टीएलएफ–2*	बस्ती	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841018	एमएन 226915
34.	*पीपीएनएम–1*	कांकेर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 849895	एमएच 822544
35.	*पीपीएनएम–6*	स्बोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 849896	एमएच 822543
36.	*पीपीएनएम–7*	स्बोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841015	एमएन 226916

37.	*एमजीबीएसपी–1*	बैंगलोर	मूंग	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 849897	एमएन 226883
38.	*एमजीएनआर–3*	धारवाड़	मूंग	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841016	एमएन 226917
39.	*आईआईपीआर58*	धारवाड़	मूंग	*ट्राइकोडर्माए स्पेरेल्लुम*	एमएन 416771	एमएन 226918
40.	*आईआईपीआर59*	कलबुर्गी	चना	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमके 849898	एमएन 226921
41.	*आईआईपीआर60*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडमा लोंगिब्राचिएटम*	एमएन 416778	एमएन 226931
42.	*आईआईपीआर61*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमएन 416779	एमएन 226884
43.	*आईआईपीआर62*	चित्रकूट	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849899	एमएन 226932
44.	*आईआईपीआर64*	फतेहपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा अफरोहरजिअनम*	एमएन 416780	एमएन 226885
45.	*आईआईपीआर–65*	फतेहपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849900	एमएन 226933
46.	*आईआईपीआर66*	बदनापुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849901	एमएन 226934
47.	*आईआईपीआर67*	रांची	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849902	एमएन 226935
48.	*आईआईपीआर68*	रांची	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841017	एमएच 822541
49.	*आईआईपीआर69*	वाराणसी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 416782	एमएन 226936
50.	*आईआईपीआर71*	चित्रकूट	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849903	एमएच 822542
51.	*आईआईपीआर72*	बदनापुर	चना	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमके 849904	एमएन 226886
52.	*आईआईपीआर74*	मेरठ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849905	एमएन 226937
53.	*आईआईपीआर75*	धारवाड़	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 416781	एमएन 226938
54.	*आईआईपीआर76*	धारवाड़	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849906	एमएन 226887
55.	*आईआईपीआर77*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849907	एमएन 226888
56.	*आईआईपीआर80*	फतेहपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841018	एमएन 226939
57.	*आईआईपीआर81*	अयोध्या	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841019	एमएन 226940
58.	*आईआईपीआर82*	बस्ती	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 849908	एमएन 226941
59.	*आईआईपीआर83*	कांकेर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841017	एमएन 226889
60.	*आईआईपीआर84*	बस्ती	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841016	एमएन 226890
61.	*आईआईपीआर86*	बाँदा	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841015	एमएन 226891
62.	*आईआईपीआर87*	आईएआरआई, दिल्ली	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 416770	एमएन 226892
63.	*आईआईपीआर88*	मेरठ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841020	एमएन 226942
64.	*आईआईपीआरसीपीटी92*	पूसा	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841021	एमएन 226919
65.	*आईआईपीआरसीपीटी94*	बाँदा	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841023	एमएन 226893
66.	*आईआईपीआरसीपीटी95*	चित्रकूट	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841024	एमएन 226920
67.	*आईआईपीआरसीपीटी98*	राहुरी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841025	एमएन 226894
68.	*आईआईपीआरसीपीटी99*	गुजरात	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841026	एमएन 226895
69.	*आईआईपीआरसीपीटी100*	बस्ती	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841027	एमएन 226896
70.	*आईआईपीआरसीपीटी101*	बैंगलोर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841028	एमएन 226897
71.	*आईआईपीआरसीपीटी103*	रांची	चना	*ट्राइकोडर्मा वीरेंस*	एमके 841029	एमएन 226898
72.	*आईआईपीआरसीपीटी105*	रांची	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 841030	एमएन 226899
73.	*आईआईपीआरटीएच1*	सीहोर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681707	एमएच 822538
74.	*आईआईपीआरटीसीएच2*	बाँदा	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681708	एमटी 133523
75.	*प्च्त्आईआईपीआरटीएएस–1*	बस्ती	मसूर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681709	एमएच 822535
76.	*आईआईपीआरटीसीएच–3*	हमीरपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681710	एमटी 239390
77.	*आईआईपीआरटीएएस–2*	धारवाड़	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681711	एमटी 239396
78.	*आईआईपीआरटीएएस–3*	कलबुर्गी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681712	एमएच 822534
79.	*आईआईपीआरटीएएस–4*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681713	एमएच 822533
80.	*आईआईपीआरटीसीएच–4*	राहुरी	मसूर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681714	एमएच 822531
81.	*आईआईपीआरटीएएस–5*	कांकेर	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681715	एमएच 822533
82.	*आईआईपीआरटीसीएच–5*	साबोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681716	एमटी 239391
83.	*आईआईपीआरटीएएस–6*	मेरठ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681717	एमटी 239393
84.	*आईआईपीआरटीएएस–7*	अयोध्या	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681718	एमएच 822532
85.	*आईआईपीआरटीसीएच–6*	चित्रकूट	मसूर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681719	एमएच 822550
86.	*आईआईपीआरटीसीएच–7*	हमीरपुर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681720	एमटी 133520
87.	*आईआईपीआरटीएस–8*	बस्ती	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681721	एमएच 822540
88.	*आईआईपीआरटीएच–8*	नैनी	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681722	एमटी 239395

89.	*आईआईपीआरटीएएस–9*	फंदा	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681723	एमटी 133521
90.	*आईआईपीआरटीएच–9*	बदनापुर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681724	एमएच 822548
91.	*आईआईपीआरटीएलजी–1*	बैंगलोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	केएक्स 681725	एमडब्लू 504037
92.	*आईआईपीआरटीएच–10*	फतेहपुर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681726	एमएच 822537
93.	*आईआईपीआरटीएच–11*	धारवाड़	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681727	एमटी 239397
94.	*आईआईपीआरटीएएस–10*	पूसा	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681728	एमटी 090037
95.	*आईआईपीआरटीएएस–11*	धारवाड़	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681729	एमएच 822539
96.	*आईआईपीआरटीएच–12*	राहुरी	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681730	एमटी 090035
97.	*आईआईपीआरटीएच–13*	नैनी	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	केएक्स 681731	एमटी 133522
98.	*आईआईपीआरटीएच–14*	चित्रकूट	अरहर	*ट्राइकोडर्माहरजिएनम*	केएक्स 681732	एमएच 822552
99.	*आईआईपीआरटीएएस–12*	बाँदा	अरहर	*ट्राइकोडर्माहरजिएनम*	केएक्स 681733	एमटी 239392
100.	*आईआईपीआरटीएलजी–2*	सुल्तानपुर	मसूर	*ट्राइकोडर्माएस्पेरेल्लुम*	केएक्स 681734	जेएन 716392
101.	*आईआईपीआरटीएलजी–3*	बस्ती	अरहर	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमएच 511661	एमडब्लू 504038
102.	*आईआईपीआरटीएच–15*	धारवाड़	अरहर		एमएच 511662	एमएच 822536
103.	*आईआईपीआरटीएच–16*	वाराणसी	अरहर	*ट्राइकोडर्मा लोंगिब्राचिएटम*	एमएच 511663	एमएच 822551
104.	*आईआईपीआरटीएच–17*	कलबुर्गी	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511664	एमएच 090036
105.	*आईआईपीआरटीएच–18*	सीहोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511665	एमएच 822528
106.	*आईआईपीआरटीएएस–13*	अयोध्या	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511666	एमटी 239394
107.	*आईआईपीआरटीएएस–14*	टंगराउ	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511667	एमडब्लू 504042
108.	*आईआईपीआरटीएच–19*	सीहोर	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511668	एमएन 597958
109.	*आईआईपीआरटीएच–20*	फंदा	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएच 511669	एमडब्लू 201699
110.	*आईआईपीआरटीएच–21*	फंदा	अरहर	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएच 511670	एमडब्लू 504039
111.	*आईआईपीआरटीएएस–15*	टंगराउ	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511671	एमएच 822529
112.	*आईआईपीआरटीएच–22*	धारवाड़	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएच 511672	एमडब्लू 504036
113.	*आईआईपीआरटीएच–23*	ओरछा	अरहर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841000	एमडब्लू 504034
114.	*आईआईपीआरटीएच–31*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमके 855322	एमएन 232100
115.	*आईआईपीआरटीएच–32*	धारवाड़	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841001	एमएन 393156
116.	*आईआईपीआरटीएच–33*	ओरछा	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएन 416772	एमएन 414456
117.	*आईआईपीआरटीएच–34*	टंगराउ	मटर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841002	एमएन 414457
118.	*आईआईपीआरटीएच–35*	फंदा	मटर	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841003	एमएन 947653
119.	*आईआईपीआरटीएच–36*	कलबुर्गी	चना	*ट्राइकोडर्मा अफरोहरजिअनम*	एमके 841004	एमएन 947654
120.	*आईआईपीआरटीएच–37*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएन 416773	एमएन 414458
121.	*आईआईपीआरटीएच–38*	सीहोर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएन 416774	एमएन 414459
122.	*आईआईपीआरटीएच–39*	फंदा	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841005	एमएन 414460
123.	*आईआईपीआरटीएच–40*	कलबुर्गी	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 841006	एमएन 414461
124.	*आईआईपीआरटीएच–41*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमएन 416775	एमएन 414462
125.	*आईआईपीआरटीएच–42*	टंगराउ	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 977583	एमएन 414463
126.	*आईआईपीआरटीएच–43*	सीहोर	चना	*ट्राइकोडर्मा हरजिएनम*	एमके 968774	एमएन 414464
127.	*आईआईपीआरटीएच–44*	धारवाड	चना	*ट्राइकोडर्मा एस्पेरेल्लुम*	एमएन 252549	एमएन 947652

आईआईपीआर टीएच–1 *आईआईपीआर टीएच–2* *आईआईपीआर टीएच–3* *आईआईपीआर टीएच–4*

आईआईपीआर टीएच–5 | आईआईपीआर टीएच–6 | आईआईपीआर टीएच–7 | आईआईपीआर टीएच–8

आईआईपीआर टीएच–9 | आईआईपीआर टीएच–10 | आईआईपीआर टीएच–11 | आईआईपीआर टीएच–12

आईआईपीआर टीएच–13 | आईआईपीआर टीएच–14 | आईआईपीआर टीएच–15 | आईआईपीआर टीएच–16

आईआईपीआर टीएच–17 | आईआईपीआर टीएच–19 | आईआईपीआर टीएच–19 | आईआईपीआर टीएच–20

आईआईपीआर टीएच–21 | आईआईपीआर टीएच–22 | आईआईपीआर टीएच–23 | आईआईपीआर टीएच–32

आईआईपीआर टीएच–34 | आईआईपीआर टीएच–35 | आईआईपीआर टीएच–36 | आईआईपीआर टीएच–37

आईआईपीआर टीएच–38 | आईआईपीआर टीएच–39 | आईआईपीआर टीएच–40 | आईआईपीआर टीएच–41

आईआईपीआर टीएच–42 | आईआईपीआर टीएच–43 | आईआईपीआर टीएच–1 | आईआईपीआर टीएच–7

आईआईपीआरबीसीके | आईआईपीआरएचसीके–2 | आईआईपीआरएचसीके–3 | आईआईपीआर पीपीके–एनजी

आईआईपीआर पीपीएफ1–4 | पीपीआईआईपीआर–2 | टीएलकेपी–2 | एमजीकेपी–4

पीपीएनएम–4 | पीपीएनएम–1 | पीपीएनएम–6 | पीपीएनएम–7

एमजीबीएसपी–1 | आईआईपीआरटीएस–1 | आईआईपीआरटीएस–2 | आईआईपीआरटीएस–3

आईआईपीआरटीएस–4 | आईआईपीआरटीएस–5 | आईआईपीआरटीएस–6 | आईआईपीआरटीएस–7

आईआईपीआरटीएस–8 | आईआईपीआरटीएस–9 | आईआईपीआरटीएस–10 | आईआईपीआरटीएस–11

आईआईपीआरटीएस–12 | आईआईपीआरटीएस–13 | आईआईपीआरटीएस–14 | आईआईपीआरटीएस–15

आईआईपीआरटीएच–31 आईआईपीआरटीएस–44 आईआईपीआर–2 आईआईपीआर–5

आईआईपीआर–6 आईआईपीआर–8 आईआईपीआरसीके–3 आईआईपीआरके बी पीपी

आईआईपीआर सीएच सीके–1 आईआईपीआर सीएस सीके–2 आईआईपीआर सीएच सीके–3 आईआईपीआरएमएलकेपी

आईआईपीआरपीएनएम–2 आईआईपीआरटीएलएफ–2 आईआईपीआर एम जी एन आर–3 आईआईपीआर–58

आईआईपीआर–52 *आईआईपीआर–65* *आईआईपीआर–66* *आईआईपीआर–67*

आईआईपीआर–68 *आईआईपीआर–69* *आईआईपीआर–71* *आईआईपीआर–74*

आईआईपीआर–75 *आईआईपीआर–76* *आईआईपीआर–77* *आईआईपीआर–80*

आईआईपीआर–81 *आईआईपीआर–82* *आईआईपीआर–83* *आईआईपीआर–84*

आईआईपीआर–86 आईआईपीआर–87 आईआईपीआर–92 आईआईपीआर–94

आईआईपीआर–95 आईआईपीआर–98 आईआईपीआर–99 आईआईपीआर सीपीटी–100

आईआईपीआर सीपीटी–101 आईआईपीआर सीपीटी–105 आईआईपीआरटीजी–1 आईआईपीआरटीजी–2

आईआईपीआरटीजी–3 आईआईपीआर–एसएमएफ आईआईपीआरएमएलएफ–2 आईआईपीआरएमएलएफ–2

आईआईपीआर–1 *आईआईपीआर–59* *आईआईपीआर–60* *आईआईपीआर–61*

आईआईपीआर–72 *आईआईपीआरसीके–2* *आईआईपीआर–64* *आईआईपीआरटी एच–33*

आईआईपीआर यूसीके–1 *आईआईपीआर यूसीके–2* *आईआईपीआरटीएल के पी–1* *आईआईपीआरटीएल के पी–3*

चित्र 7. भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर में संरक्षित *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* **की रूपात्मक विविधता**

ट्राइकोडर्मा आधारित सूत्रीकरण का शोध एवं विकास

पृथक किए गए सभी *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* को दलहनी फसलों में लगने वाले प्रमुख रोगजनको के विरूद्ध रोगरोधी क्षमता के मूल्यांकन के लिए *डुअल कल्चर* तकनीक का उपयोग किया गया। सभी *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* का रोगजनकों के खिलाफ व्यवहार अलग–अलग था। प्रभाव के आधार पर *ट्राइकोडर्मा* की दो अति प्रभावी *आइसोलेट्स* (*आईआईपीआरटीएच*–31 और *आईआईपीआर टीएच*–33) की पहचान की गयी। *आईआईपीआरटीएच*–31 और *आईआईपीआरटीएच*–33 ने सभी रोगजनकों के विरूद्ध अधिकतम अवरोध देखा गया। प्रयोगशाला और *ग्रीनहाउस* परिणाम के आधार पर *आईआईपीआरटीएच*–31 और *आईआईपीआरटीएच*–33 को दलहनडर्मा और दलहनडर्मा–1 के नाम से *फार्म्युलेशन* विकास के लिए चुना गया।

दोनों *आइसोलेट्स* तेजी से बढ़ने वाले, उच्च बीजाणु पैदा करने वाले और रोगजनकों से लड़ने में और पौधों की वृद्धि बढ़ाने में मुख्य रूप से सक्षम पाए गए। इन दोनो *आइसोलेट्स* को जैव नियमन और पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने की क्षमता के लिए *आईसीएआर, एनबीएआईएम* मऊ से पंजीकृत किया गया। दोनो *आइसोलेट्स* का *कम्पलीट जीनोम सीक्वेंसिग* किया गया और प्राप्त *सीक्वेंसिग नंबर* के साथ *एनसीबीआई डाटाबेस* में डिपाजिट किया गया (*आईआईपीआरटीएच*–33 *जेजेडब्ल्यूई* 000000000 *आईआईपीआरटीएच*–33 *जेजेडब्ल्यूएफ*–000000000), इन दोनो उपभेदो का ठोस किण्वन विधि द्वारा *फार्म्यूलेशन* तैयार किया गया।

विकसित *फार्म्यूलेशन* का गहन परीक्षण अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना एंव भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर के क्षेत्रीय केन्द्रों (कानपुर, भोपाल, धारवाड़, बीकानेर) और कुछ चयनित किसान के क्षेत्रों पर किया जा रहा है, जिनके माध्यम से बहुस्थानिक आँकड़े प्राप्त किए जा रहे हैं।

चित्र 8. दलहनडर्मा *फार्म्यूलेशन* विकास

फार्म्यूलेशन बनाने की विधि :

ठोस किण्वन विधि – इस विधि का प्रयोग *फार्म्युलेशन* बनाने में किया जाता हैं। इसके अंतर्गत मातृ संवर्धन तैयार करने के लिए ज्वार के दानों को सुक्रोज के घोल में 6–8 घण्टों के लिए भिगो देते हैं। 6–8 घण्टे के बाद, अतिरिक्त पानी निकालकर ज्वार के दानों को निर्जमीकृत

पॉलीप्रोपॉलीन थैलों में डालकर कपास अवरोधक का सहायता से बंद कर देते हैं। ज्वार के इन थैलों को 15 वर्ग इंच के दबाव पर 20–40 मिनट तक *आटोक्लेव* में *स्टरलाइज्ड* करते हैं। ठण्डा हो जाने पर ज्वार के दानों की थैली में 5 मि.मी. *ट्राइकोडर्मा* मातृ संवर्धन को निवेशित करते हैं। तत्पश्चात थैली को बंद करके 27 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर 10–15 दिनों के लिए *बी.ओ.डी. इन्क्यूबेटर* में रख देते हैं। 15 दिनों के बाद *ट्राइकोडर्मा* का *कल्चर* ज्वार पर अच्छी तरह से वृद्वि कर जाने के बाद दानों को सुखाकर उसे पीसकर निर्जमीकृत *टाल्क पाउडर* में 1:9 के अनुपात में मिलाकर 2 ग्राम *सी.एम.सी.* (*काबोक्सी मिथाइल सेल्यूलेज*) डालकर अच्छी तरह से मिलाकर *बैग* में *पैक* कर देते हैं।

चित्र 9. *ट्राइकोडर्मा फार्म्यूलेशन* का उत्पादन एंव *पैंकेजिंग* की विधियाँ

संस्थान द्वारा पंजीकृत *ट्राइकोडर्मा* की प्रजातियॉ

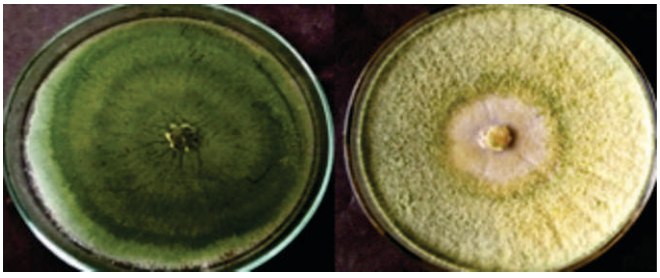
किसी भी जैव नियंत्रक का वृहद स्तर पर व्यावसायिक उत्पादन व शोध एंव प्रसार करने के लिए उसका पंजीकरण व वृहद रूप से अध्ययन करना अति आवश्यक हैं। इसी कड़ी में भाकअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर द्वारा ट्राइकोडर्मा की सैकड़ों से अधिक *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* का विस्तारपूर्वक गहन अध्ययन, विभिन्न मृदा व बीजजनित बीमारियो के प्रति प्रयोगशाला, *ग्रीनहाउस* एंव खेतो पर परीक्षण किया गया।

देश के विभिन्न दलहन उत्पादक राज्यों/प्रभावों से पृथक किए गये, *ट्राइकोडर्मा आइसोलेट्स* के वृहद रूप से अनेक मानको पर किये गये अध्ययन व शोध के आधार पर *ट्राइकोडर्मा* की बहुआयमी अतिप्रभावी *आइसोलेट्स* प्रजातियॉ, *ट्राइकोडर्मा एस्परेलम* (*आई.आई.पी.आर.टीएच–*31) व (*ट्राइकोडर्मा एफ्रोहारजीयानम* (*आई.आई.पी.आर.टीएच–*33) की पहचान की गयी। तत्पश्चात इन अति प्रभावी चिन्हित *आइसोलेट्स* को *आई.सी.ए.आर–एन.बी.ए.आई.एम,* मऊ द्वारा पंजीकृत (रजि.न. *एन.ए.आई.एम.सी.सी.आर–*5) और (रजि.न. *एन.ए.आई.एम.सी.सी.आर–*6) किया गया।

पंजीकृत *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों का *पाउडर* आधारित *फारमुलेशन* **"दलहनडर्मा** (*आई.आई.पी.*

*आर.टीएच–*31)" एंव **"दलहनडर्मा–1"** (*आई.आई.पी.आर.टीएच–*33) के नाम से विकसित किया गया हैं। जिसका *आईसीएआर एग्रोइनोवेट* लिए द्वारा वृहद रूप से उत्पादन एंव प्रयोग करने की अनुमति भी प्रदान की गयी हैं।

भविष्य में विकसित *फारमुलेशन* का वृहद स्तर पर उत्पादन व गुणवत्ता परीक्षण के साथ साथ इनका अन्य जैव नियंत्रक कम्पनियों के माध्यम से फसलों में दलहनी विस्तार किया जाएगा, जिसके फलस्वरूप स्वस्थ व पोषण युक्त दलहन उत्पादन को बढ़ावा मिलेगा।



आईआईपीआरटीएच –31 *आईआईपीआरटीएच*

आईआईपीआरटीएच –31 **और** ***आईआईपीआरटीएच*** –33
के रूपात्मक व सूक्ष्म अवलोकन और विकसित

ट्राइकोडर्मा फार्म्यूलेशन **के प्रयोग की विधि –**

1. **बीजोपचार:** बीजोपचार दलहनी फसलों में सबसे जरूरी एवं ज्यादा प्रयोग की जाने वाली प्रभावी विधि है। इसके लिए प्रति कि.ग्रा. बीज में 10 ग्राम *ट्राइकोडर्मा/ट्राइकोडर्मा पाउडर* (*फार्म्यूलेशन*) जिसमें 2×10^{6} *सी.एफ.यू.* प्रति ग्राम होता है, को मिश्रित कर छाया में सुखा लें फिर बुवाई करें। बीजोपचार करके बुवाई करने से बीजों का जमाव शत–प्रतिशत होता है तथा बीजजनित रोगों के प्रकोप से बचाव होता है।

चित्र 10 ***ट्राइकोडर्मा फार्म्यूलेशन*** **द्वारा उपचारित अरहर, चना और मसूर**

2. **बीज प्रारम्भनः** बीज बोने से पहले खास तरह के घोल की बीजों पर एक परत चढ़ाकर छाया में सुखाने की क्रिया को *'सीड प्राइमिंग'* या बीज प्रारम्भन कहा जाता है। *ट्राइकोडर्मा* से *सीड प्राइमिंग* करने हेतु सर्वप्रथम गाय के गोबर का गारा (*स्लरी*) या गुड़ का शीरा बनाएँ। प्रति लीटर *स्लरी* या शीरे में 10 ग्राम *ट्राइकोडर्मा* उत्पाद मिलाएँ और इसमें लगभग एक किलोग्राम बीज डुबोकर रखें। इसे बाहर निकालकर छाया में थोड़ी देर सूखने दें फिर बुवाई करें। यह प्रक्रिया खासकर अनाज, दलहन और तिलहन फसलों की बुवाई से पहले की जानी चाहिए।

3. **मृदा शोधनः** इस विधि के अर्न्तगत 2.0 से 2.5 किलोग्राम *ट्राइकोडर्मा पाउडर* को 25 किलोग्राम कम्पोस्ट (गोबर की सड़ी खाद) में मिलाकर एक सप्ताह तक छायादार स्थान पर रखकर उसे गीले बोरे से ढंकें ताकि इसके बीजाणु अंकुरित हो जाएं। इस कम्पोस्ट को एक एकड़ खेत में फैलाकर मिट्टी में मिला दें फिर बुवाई/रोपाई करें। इस विधि का प्रयोग ज्यादातर बडे आकार के क्षेत्रों में किया जाता है।

4. **पौधों पर छिड़कावः** कुछ खास तरह के रोगों जैसे पर्ण चित्ती, झुलसा आदि की रोकथाम के लिए पौधों में रोग के लक्षण दिखाई देने पर 5–10 ग्राम *ट्राइकोडर्मा पाउडर* प्रति लीटर पानी में मिलाकर एक से दो बार 10 से 15 दिनों के अन्तराल पर छिड़काव करें।

चित्र 11. दोहरी संवर्धन तकनीक के माध्यम से मिट्टी जनित रोगजनकों के खिलाफ *ट्राइकोडर्मा* की विरोधी कार्रवाई की पहचान

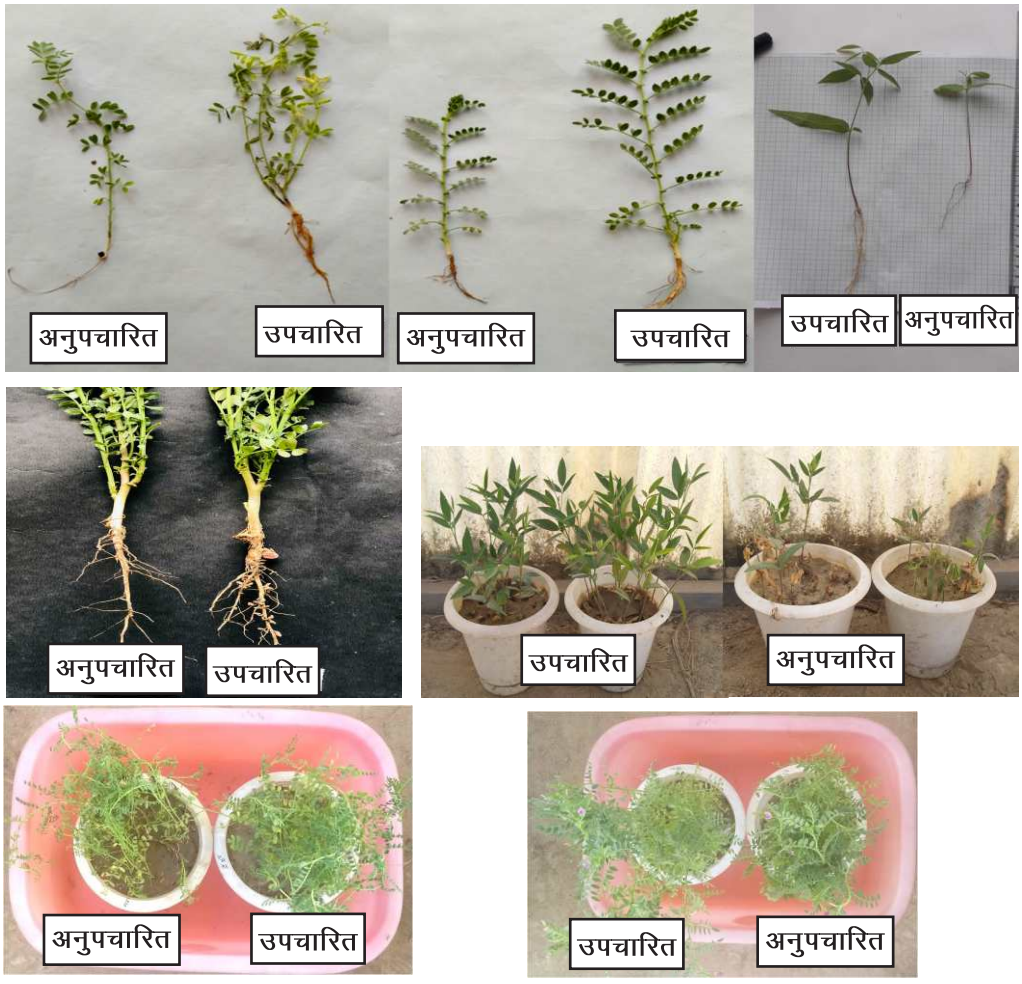
ट्राइकोडर्मा का दलहनी फसलों में प्रभाव

प्रयोगशाला में प्रभावः

1. *ट्राइकोडर्मा* के प्रयोग से दलहनी फसलों में लगने वाले विभिन्न मृदा एवं बीजजनित रोगों जैसे उकठा, *कॉलर रॉट*, जड़ गलन, प्रंकद विगलन तथा विगलन, *फाइटोफ्थोरा* अंगमारी आदि से बचाव होता है।

ग्रीनहाउस में प्रभावः

2. *ट्राइकोडर्मा* के प्रयोग से दलहनी फसलों में जमाव अच्छा होता है एवं पौधों की बढ़वार अच्छी होने के साथ–साथ पैदावार में बढ़ोतरी दर्ज की जाती है। *ट्राइकोडर्मा* के मृदा उपचार से दलहनी फसलों में *नोड्यूलेशन* और जड़ों की संख्या में भी वृद्धि होती है (चित्र 12)।



चित्र 12. *ट्राइकोडर्मा* की पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने वाली गतिविधियाँ

3. यह पौधो में *एंटीआक्सीडेंट* गतिविधि को भी बढ़ाता है, जिन दलहनी फसलों में *ट्राइकोडर्मा* का उपयोग किया गया उन पौधों में पोषक तत्वों में गुणवत्ता खनिज तत्व और *एंटीआक्सीडेंट* गतिविधि अधिक पायी जाती है।

4. *ट्राइकोडर्मा* दलहनी फसलों में रोगजनकों के विरुद्ध तंत्रगत अधिग्रहित प्रतिरोधक क्षमता की क्रियाविधि को सक्रिया करता है।

5. यह मृदा में उपस्थित कार्बनिक पदार्थ को बढ़ाता है। जिससे पौधों को पोषक तत्व आसानी से उपलब्ध होते हैं।

ट्राइकोडर्मा फॉर्म्युलेशन का प्रभाव

प्रयोगशाला में प्रभाव

ट्राइकोडर्मा फारमुलेशन को जब बीज उपचार द्वारा दलहनी फसलों में उपयोग किया गया। तब पौधे को अंकुरण, जड़ की लंबाई और घनत्व और शक्ति सूचकांक मुख्य में वृद्धि दर्ज की गई। उपचारित पौधे में मृत्यु दर गैर उपचारित पौधे की तुलना में कफी कम दर्ज की जाती है (चित्र 13)। रक्षा *एंजाइम इंडक्शन* के लिए किए गए शोध में पाया गया कि *आईआईपीआरटीएच–*31 और *आईआईपीआरटीएच–*33 उपचारित पौधों में *फिनोल, पीपीओ, पॉक्स, पाल* आदि एंजाइम की गतिविधि भी अधिक पायी गयी।

चित्र 13. *ग्रीन हाउस* परिस्थितियों में चने के पौधों पर *ट्राइकोडर्मा* उपचार का सकारात्मक प्रभाव

चित्र 14. *ग्रीन हाउस* परिस्थितियों में मसूर के पौधों पर *ट्राइकोडर्मा* उपचार का सकारात्मक प्रभाव

प्रक्षेत्र पर प्रभाव

ट्राइकोडर्मा फारमुलेशन द्वारा उपचारित बीज का प्रक्षेत्र पर अरहर, चना और मसूर में संयुक्त रूप से परीक्षण किया गया। *दलहनडर्मा* द्वारा उपचारित पौधो में 92.6 से 93 प्रतिशत अंकुरण दर्ज किया गया। जबकि अनुपचारित बीज में 68.2 से 66 प्रतिशत तक ही अंकुरण पाया गया। उपचारित पौधों में 9–12 फली हर पौधे में पायी गयी। जबकि गैर उपचारित पौधे से काफी अधिक थी। *दलहनडर्मा* द्वारा उपचारित पौधों में *पेरोक्साइड, पॉलीफेनोल्स, पाल* गतिविधियाँ अनुपचारित पौधों की तुलना मुख्य 65 प्रतिशत तक अधिक प्रेरित की गयी।

चित्र 15. अरहर चना और मसूर फसलों पर *फारमुलेशन* का प्रभाव

सावधानियाँ

1 *ट्राइकोडर्मा* या उससे बने विभिन्न उत्पादों के उपयोग के 4–5 दिन बाद तक रासायनिक फफूँदनाशकों का उपयोग नहीं करना चाहिए।

2 *ट्राइकोडर्मा* या उससे बने उत्पादों को कभी भी बिना नमी वाली मृदा में उपयोग न करें।

3 *ट्राइकोडर्मा* उपचारित बीज को सीधी धूप की किरणों में नहीं रखना चाहिए।

4 *ट्राइकोडर्मा* उपचारित गोबर की खाद को अधिक समय तक न रखें।

निष्कर्ष एवं संभावनाएं

ट्राइकोडर्मा प्रजातियाँ मिट्टी और पौधो की जड़ों में आसानी से मिलने वाला लाभकारी जैविक कवक है। उन्नत कृषि प्राप्त करने के लिए *ट्राइकोडर्मा* एक सुरक्षित, लागत प्रभावी व पर्यावरण हितैषी जैव निंयत्रक है। दलहनी फसलों में खाद एवं उर्वरकों का प्रयोग कम से कम होता है, जिसके फलस्वरुप *ट्राइकोडर्मा* दलहनी फसलों में नाइट्रोजन स्थिरीकरण, जीवाणु एवं बीज की क्रियाशीलता को भी बढ़ा देता है तथा मृदा उर्वरता बढ़ाने में भी काफी योगदान देता है। यह मृदाजनित रोगों के प्रभाव को कम करने के साथ–साथ वातावरणीय प्रतिकूलता से दलहनी फसलों में होने वाले विकारों को भी नियंत्रित करता है। यह एक अति प्रभावी प्राकृतिक जैव नियंत्रक है जिससे फसलों की गुणवत्ता को भी बनाए रखता है। साथ ही साथ मृदा में नमी की मात्रा को भी संचित करके रखता है। जैव नियंत्रक होने के नाते मृदा में मौजूद मित्र कीटों व सहजीवी जीवाणुओं को भी नुकसान नहीं पहुँचाता है जिससे मृदा में वायु संचार बना रहता है। *ट्राइकोडर्मा* रोगकारक जीव के शरीर से चिपककर उसकी बाहरी परत को कुछ प्रतिजैविक पदार्थों द्वारा गलाकर उसके अन्दर का सारा पदार्थ उपयोग में लेता है। जिससे रोग कारक जीव नष्ट हो जाता है। इस प्रक्रिया में *ट्राइकोडर्मा* विभिन्न प्रकार के प्रतिजैविक पदार्थों को उत्पन्न करता है, जो रोग कारकों के लिये विष का काम करता है। इसके चलते इन फसलों में *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैव नियंत्रकों एवं *फार्मुलेशन* के अनुसंधान एवं प्रयोगों की अपार सम्भावनाएं हैं। इनके प्रयोग करने से कार्बनिक एवं प्राकृतिक खेती को भी बढ़ावा मिलेगा।

स्वस्थ धरा संपन्न किसान, ये है *ट्राइकोडर्मा* की पहचान
ट्राइकोडर्मा जैवनियंत्रक को प्रयोग में लाएं
मृदा की उत्पादकता बढ़ाएं
फसल को स्वस्थ एवं पोषण युक्त बनाएं
किसानों को समृद्ध, सम्पन्न एवं खुशहाल बनाएं
भारत को आत्मनिर्भर बनाएं
ट्राइकोडर्मा को प्रयोग में लाएं
ट्राइकोडर्मा अपनाएं, *ट्राइकोडर्मा* अपनाएं
प्राकृतिक खेती की तरफ कदम बदाएं...!!

किसानों के खेतों पर *ट्राइकोडर्मा* सूत्रीकरण का विभिन्न परियोजनाओं के अर्न्तगत सफल परीक्षण

सफलता की कहानी – किसानों की जुबानी

मैं, चिरंजीव दुबे, ग्राम कुशमरा, ब्लाक कुरारा, जिला हमीरपुर, उत्तर प्रदेश का रहने वाला हूँ। मैं पिछले दस वर्षों से भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर द्वारा प्रायोजित किए जाने वाले विभिन्न परियोजनाओं के अर्न्तगत प्रशिक्षण, तकनीकी प्रदर्शन, संगोष्ठी आदि में भाग लेता रहता हूँ। संस्थान द्वारा प्रदत्त तकनीकियों, गोष्ठियों के माध्यम से दी गयी जानकारियों के आधार पर मैने दलहनी फसलों के उत्पादन में वृद्धि दर्ज की है। संस्थान द्वारा विकसित *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैव *फार्मूलेशन 'दलहनडर्मा'* का पिछले चार वर्षों से चना, अरहर एवं मसूर में मृदाजनित बीमारियों के प्रबंधन के लिए भी प्रयोग कर रहा हूँ, जिसके फलस्वरूप इन फसलों में लगने वाली बीमारियों जैसे उकठा एवं जड़ गलन में कमी दर्ज की गयी। साथ ही साथ, दलहनडर्मा जैव *फार्मूलेशन* पौधों की बढ़वार व मृदा की उर्वरता बढ़ाने में भी सहायक है। संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा दी गयी जानकारियों को मैं अपने गांव समाज के लोगों को भी सूचित कर उनको भी लाभान्वित करवा रहा हूँ, जिससे हमारे क्षेत्र में दलहनी फसलों की बीमारियों की वृद्धि में कमी एवं उपज में वृद्धि दर्ज की गयी है

चिरंजीव दुबे
ग्राम– कुशमरा
ब्लाक– कुरारा
जिला– हमीरपुर, उत्तर प्रदेश

मैं, मुकेश प्रजापति, ग्राम करहिया, ब्लाक मौदहा, जिला हमीरपुर (उत्तर प्रदेश) का निवासी हूँ। मैं पिछले सात सालों से भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर से जुड़ा हूँ। संस्थान द्वारा विकसित *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैव *फार्मुलेशन 'दलहनडर्मा '* का पिछले चार वर्षों से आईआईटीएम, पुणे द्वारा वित्त पोषित परियोजना के अंतर्गत मृदाजनित बीमारियों के प्रबंधन के लिए भी प्रयोग कर रहा हूँ, जिसके फलस्वरूप मृदाजनित बीमारियों में कमी दर्ज की गयी है। साथ ही साथ *दलहनडर्मा जैव फार्मुलेशन* पौधों की बढ़वार व मृदा की उर्वरता बढ़ाने में भी बखूबी रोल निभा रहा है। साथ ही साथ यह पर्यावरण अनुकूल भी है। संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा दी गयी जानकारियों से मै लाभान्वित तो हो ही रहा हूँ, साथ ही साथ अपने अन्य किसान भाईयों को भी लाभ हो रहा है।

मुकेश प्रजापति
ग्राम– करहिया
ब्लाक– मौदहा
जिला– हमीरपुर, उत्तर प्रदेश

मैं गत तीन वर्षों से भाकृअनुप–भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर से जुड़ा हूँ, जिससे हमें आज कम लागत में अधिक उपज प्राप्त कर रहे हैं तथा हमारी फसलों में कम से कम रोग व कीट का प्रकोप हो रहा है। उकठा, जड़ गलन तथा फली बेधक कीट कम से कम फसलों को क्षति पहुंचा पहुंचा रहे हैं। भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर के माध्यम से हमे समय–समय पर समुचित व सटीक जानकारी तथा उत्तम किस्मों की रोगरोधी प्रजाति के बीज उपलब्ध कराए गए, साथ में *दलहनडर्मा* जो कि एक *ट्राइकोडर्मा* आधारित जैविक *फार्मूलेशन* है जिसका विकास उत्तर प्रदेश विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लखनऊ वित्तपोषित परियोजना के सहयोग से किया गया है। दलहनडर्मा *फार्मूलेशन* से बीज उपचारित करने से अरहर एवं चना में रोगों का प्रकोप कम से कम देखने को मिला है और दलहनी फसलों में कल्लों (शाखा) की संख्या में वृद्धि करता है, साथ ही साथ पौधों की बढ़वार में भी सहायक होता है। इससे उत्पादन में अत्यधिक वृद्धि होती है। इस परियोजना से अत्यधिक किसान लाभान्वित हो रहे हैं तथा उनकी आमदनी में भी वृद्धि हो रही है, जिसके फलस्वरूप उनके आर्थिक स्तर में भी अधिक सुधार हो रहा है।.

किसान का बेटा हूँ, खेती करना मेरा कर्म है
अपने साथ दूसरों का पेट भरना मेरा धर्म है

विज्ञान शुक्ला
ग्राम– खेरवा
ब्लाक– महुआ
जिला– बाँदा, उत्तर प्रदेश

महत्वपूर्ण साहित्य

- प्रसून सी.एच. (1794). *डिस्पोसिटा मेथोडिका* कवकनाशी। रोमर की न्यूज पत्रिका. बॉट, 1: 81–128
- गैरी ई हरमन, सी पी कुबिसेक (1998). *ट्राइकोडर्मा एंड ग्लियोक्लेडियम। वॉल्यूम* 1 *बेसिक बायोलॉजी, टैक्सोनॉमी एंड जेनेटिक्स वॉल्यूम* 1, *सीआरसी प्रेस*
- राजेंद्रकुमार पी. सुजाता के. राव के.एस. कुमार एन.पी. वीरक्तमठ बी.सी. बालचंद्रन एस.एम, बिस्वाल ए.क, सुंदरम आर.एम. (2006) चावल में तेजी से बीज और अनाज की शुद्धता के आकलन के लिए उपयुक्त डीएनए के अलगाव के लिए एक प्रोटोकॉल चावल का जीन। न्यूजल., 23 पीपी. 92–95
- एशूस्टर,एम श्मोल (2010) ट्राइकोडर्मा का जीव विज्ञान और जैव प्रौद्योगिकी आवेदन माइक्रोबायल। बायोटेक्नॉल, 87 (3) : 787–799
- पी.चावेरी, एफ. ब्रैंको–रोचा, डब्ल्यू. जक्लिट्स्च, आर. गाजिस, टी. डेगेनकोल्ब, जी.जे. सैमुअल्स (2015) ट्राइकोडर्मा हारजियानम प्रजाति परिसर के सिस्टेमैटिक्स और वाणिज्यिक जैव नियंत्रण उपभेदों की पुनः पहचान मायकोल, 107 (3), : 558–590
- मिश्रा आर के, पांडे सोनिका, मिश्रा मोनिका, राठौर उत्कर्ष सिंह, कुलभूषण एम त्रिपाठी, कृष्ण कुमार (2021) ट्राइकोडर्माः दलहन रोगजनकों के सतत प्रबंधन के लिए एक प्रभावी और संभावित *बायोकंट्रोल एजेंट*। *ट्राइकोडर्मा* पुस्तक में: स्प्रिंगर द्वारा कृषि अनुप्रयोग 159–180
- मिश्रा, आर के., पांडे एस, मिश्रा एम, राठौर यू.एस, नइमुउददीन, कृष्ण कुमार और सिंह बी. (2020) *ट्राइकोडर्मा* की जैव नियंत्रण क्षमता का विल्ट रोगों के खिलाफ आकलन खाद्य फलियों का जर्नल। 33:50–54
- मिश्रा आर.के., मिश्रा मोनिका, पांडे सोनिका, सबाले पी.आर. और नइमुउददीन (2021)। दालों के राइजोस्फीयर से स्वदेशी ट्राइकोडर्मा उपभेदों की खोज और फ्यूजेरियम ऑक्सीस्पोरम एफ.एसपी.सिसेरी के खिलाफ उनकी जैव नियंत्रण क्षमता। *भारतीय फाइटोपैथोलॉजी*।
- मिश्रा आर के, पांडे सोनिका, मिश्रा मोनिका, कोंडा अरविंद के., राठौर यूएस और नईमुद्दीन (2020)। *ट्राइकोडर्मा* प्रजातियों से *बायोकंट्रोल जीन* (*ईच*–42 और *एक्सआईएन*–2) की पहचान। आईसीएआर–आईआईपीआर, न्यूजलैटर, जुलाई–सितंबर, 31 (3) : 3–4।
- मिश्रा आर के, पांडे सोनिका, मिश्रा मोनिका, राठौर यूएस और ऋषि सलोनी (2020)। टिकाऊ मिट्टी और पौधों के स्वास्थ्य प्रबंधन में बायोरेमेडिएशन और फाइटोरेमेडिएशन के लिए *ट्राइकोडर्मा*। एनविस एनबीआरआई न्यूजलेटर, वॉल्यूम 16, नंबर 2।
- आरके मिश्रा, पांडे सोनिका, मिश्रा मोनिका, राठौर उत्कर्ष सिंह, नइमुउददीन, मो. अकरम और सिंह बंसा (2020)। संभावित स्वदेशी ट्राइकोडर्मा प्रजातियों की दालों के राइजोस्फीयर से पहचाना गया। आईसीएआर–आईआईपीआर, न्यूजलैटर, जून–मार्च, वॉल्यूम 31, नंबर 1. पीपी–5

- मिश्रा आरके, मिश्रा मोनिका, पांडे सोनिका, नईमुद्दीन, साबाले पीआर और सिंह बंसा (2020) दलहनडर्मा (आईआईपीआरटीएच–31) : दलहनी फसलों के मृदाजनित रोगों के प्रबंधन के लिए बहु–लक्षण ट्राइकोडर्मा आधारित सूत्रीकरण। खाद्य फलियों का जर्नल। 33:123–126।
- मिश्रा आरके, पांड सोनिका, मिश्रा मोनिका और नइमुउददीन (2019)। ट्राइकोडर्मा एफ्रोहार्जियानमः राइजोस्फीयर से पहचाना गया नया जैविक नियंत्रक आईसीएआर–आईआईपीआर, न्यूजलैटर, जुलाई–सितंबर वॉल्यूम 30 नंबर 3 पीपी–5।
- पांडे सोनिका, मिश्रा मोनिका, मिश्रा आरके, नईमुद्दीन और सिंह बंसा (2020)। ट्राइकोडर्मा प्रजाति मुरझाने वाले रोगाणु (फ्यूजेरियम उडम) द्वारा चुनौती दिए गए अरहर के पौधों में प्रेरित प्रतिरोध प्राप्त करता है। जलवायु स्मार्ट फसलों के रूप में दालों पर आई सी पल्स अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन, चुनौतियां और अवसर।
- पांडे सोनिका, मिश्रा आरके, मिश्रा मोनिका, राठौर यू.एस., नईमुद्दीन और सिंह बंसा (2021)। ट्राइकोडर्मा हारजियानम (IIPRTh–3) : अरहर के लवण प्रभावित क्षेत्रों में मृदाजनित रोगों के प्रबंधन के लिए एक प्रभावशाली जैव– नियंत्रक आत्मनिर्भरता और पोषण सुरक्षा के लिए दलहन उत्पादन को बनाए रखने पर राष्ट्रीय संगोष्ठी पल्स वेबकॉन आईसीएआर–आईआईपीआर, कानपुर।
- मुखर्जी पी के, बेंजामिन ए हॉरविट्ज, अल्फ्रेडो हेरेरा–एस्ट्रेला, मोनिका श्मोल, और चार्ल्स एम केनेरली जीनोम एरा में ट्राइकोडर्मा रिसर्च अन्नू रेव फाइटोपैथोल 2013. 51:105 29
- मुखर्जी पी के, ब्यूनसांटेई एन, मोरन–डीज एमई, ड्रूजिना आईएस, केनरली सीएम। ट्राइकोडर्मा विरेन में गैर–राइबोसोमल पेप्टाइड सिंथेटेस (एनआरपीएस) के कार्यात्मक विश्लेषण से मक्का में प्रेरित प्रणालीगत प्रतिरोध प्रतिक्रिया में शामिल एक पॉलीकेटाइड सिंथेज (पीकेएस) ६ एनआरपीएस हाइब्रिड एंजाइम का पता चलता है। सूक्ष्म जीव विज्ञान। 2012158: 155–65।
- मुखर्जी पी के, वाइस्ट ए, रुइज एन, केइटली ए, मोरन–डीज एमई, मैकक्लुस्की के, पाउचस वाईएफ, केनरली सीएम। नए पेप्टाइबोल के दो वर्ग ट्राइकोडर्मा विरेन के एकल गैर–राइबोसोमल पेप्टाइड सिंथेटेस द्वारा संश्लेषित होते हैं। जे बायोल केम। 2011 286(6):4544–54।
- मुखर्जी पी के, हॉरविट्ज बीए, केनरली सीएम। ट्राइकोडर्मा में माध्यमिक चयापचय – एक जीनोमिक परिप्रेक्ष्य। सूक्ष्म जीव विज्ञान। 2012. 158:35–45
- जी.ई. हरमन, सी.आर. हॉवेल, ए. विटर्बो, आई. चेत, और एम. लोरिटो, ''ट्राइकोडर्मा प्रजाति–अवसरवादी, अविरल पौधे सहजीवन,'' प्रकृति समीक्षा माइक्रोबायोलॉजी, वॉल्यूम। 2, नहीं। 1, पीपी 43–56, 2004।
- जी जे सैमुअल्स, ''ट्राइकोडर्माः सिस्टमैटिक्स, द सेक्शुअल स्टेट, एंड इकोलॉजी,'' फाइटोपैथोलॉजी, वॉल्यूम 96, 2, पीपी. 195–206, 2006।
- जी.जे. सैमुअल्स, पी. चावेरी, डी. एफ. फर्र, और ईबी मैक्रे, ट्राइकोडर्मा ऑनलाइन, सिस्टेमैटिक माइकोलॉजी एंड माइक्रोबायोलॉजी लेबोरेटरी, 2009।

स्वच्छ भारत

एक कदम स्वच्छता की ओर

ISO 9001-2008

भाकृअनुप-भारतीय दलहन अनुसंधान संस्थान, कानपुर 208 024

ICAR-Indian Institute of Pulses Research, Kanpur 208 024