

भारत सरकार
परमाणु ऊर्जा विभाग
लोक सभा
अतारांकित प्रश्न संख्या-497
उत्तर दिनांक 23/07/2025 को दिया गया

विभिन्न क्षेत्रों में परमाणु ऊर्जा का अनुप्रयोग

497. श्री राजीव राय

क्या प्रधानमंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि :-

- (क) क्या परमाणु ऊर्जा के अनुप्रयोग को लागत-प्रभावी होने के कारण हमारी अर्थव्यवस्था के विभिन्न क्षेत्रों के लिए लाभकारी माना गया है और यदि हाँ, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है;
- (ख) क्या कृषि क्षेत्र में परमाणु ऊर्जा के उपयोग के कारण कृषि उत्पादन में वृद्धि हुई है और यदि हाँ, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है;
- (ग) खाद्य संरक्षण में परमाणु ऊर्जा का किस हद तक उपयोग किया जा रहा है और क्या उत्तर प्रदेश राज्य में परमाणु ऊर्जा पर आधारित कोई खाद्य संरक्षण केंद्र स्थापित किया गया है और यदि हाँ, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है; और
- (घ) क्या सरकार देश में कृषि उत्पादन और खाद्य संरक्षण में परमाणु ऊर्जा के उपयोग का विस्तार करने पर विचार कर रही है और यदि हाँ, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है?

उत्तर

राज्य मंत्री, कार्मिक, लोक शिकायत और पेंशन तथा प्रधानमंत्री कार्यालय (डॉ. जितेंद्र सिंह)

- (क) हां, परमाणु ऊर्जा को देश की ऊर्जा मांग को पूरा करने के अलावा कृषि, खाद्य संरक्षण, रक्षा और सुरक्षा, स्वास्थ्य देखभाल, जल शोधन आदि क्षेत्रों में उपयोगी माना गया है। विभिन्न क्षेत्रों में परमाणु ऊर्जा के प्रमुख योगदान इस प्रकार हैं:

नाभिकीय कृषि:

विकिरण प्रेरित उत्परिवर्तन और संकर प्रजनन के माध्यम से व्यावसायिक खेती के लिए परमाणु ऊर्जा विभाग (डीईई) की संघटक इकाई भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी) द्वारा 71 नई फसल किस्में विकसित की गई हैं, जिनमें चावल, दालें, तिलहन, जूट, ज्वार, गेहूं आदि शामिल हैं। ये किस्में उच्च उपज, शीघ्र परिपक्वता, जैविक एवं अजैविक तनाव सहनशीलता और जलवायु लचीलापन जैसी विशेषताओं से युक्त हैं। ये किस्में देश भर में व्यावसायिक खेती के लिए अपनाई जा रही हैं और किसान समुदाय को आर्थिक लाभ दे रही हैं।

डीईई की औद्योगिक इकाई विकिरण एवं आइसोटोप प्रौद्योगिकी बोर्ड (ब्रिट), खाद्य एवं कृषि उत्पादों के विकिरण प्रसंस्करण के लिए कोबाल्ट-60 (Co-60) आधारित सीलबंद विकिरण स्रोतों का उत्पादन और आपूर्ति करता है।

खाद्य संरक्षण:

विकिरण प्रसंस्करण का उपयोग कृषि उत्पादों, मछली और मसालों की शेल्फ आयु बढ़ाने के लिए प्रभावी रूप से किया जा रहा है। आम की शेल्फ आयु 35 दिन तक बढ़ जाने से समुद्री मार्ग से निर्यात करना

सस्ता हुआ है। प्याज और आलू की शेल्फ आयु क्रमशः 7.5 माह और 8 माह तक बढ़ जाने से किसानों का नुकसान कम हुआ है और उन्हें आर्थिक लाभ मिला है। विभिन्न खाद्य वस्तुओं का विकिरण प्रसंस्करण भारतीय खाद्य संरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) द्वारा अनुमोदित है।

पऊवि की संघटक इकाई राजा रामन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केंद्र (आरआरकेट) ने 10 Mev, 10 kW खाद्य विकिरण लाइनैक विकसित किया है जो देश के भीतर खाद्य प्रसंस्करण सुविधाओं की स्थापना में उपयोगी है। यह खाद्य लाइनैक तकनीक भारतीय उद्योगों एवं संस्थानों को उपलब्ध कराई जा रही है।

शीतल वाहक यंत्र – “शिवाय” प्रौद्योगिकी का विकास फलों और सब्जियों को नियंत्रित तापमान, आर्द्रता और निष्क्रिय वातावरण में परिवहन हेतु किया गया है जिससे परिवहन के दौरान ताजगी कायम रह सके। यह तकनीक भारत और चीन में एकस्व (पेटेंट) प्राप्त हो चुकी है। यह तकनीक प्रशीतन स्रोत के लिए तरल नाइट्रोजन का उपयोग करती है। इसलिए, यह किफायती और 100% पर्यावरण-अनुकूल है और इसमें शीतलन हेतु डीजल या बिजली की खपत नहीं होती। यह तकनीक इनकुबेशन मोड के अन्तर्गत मेसर्स टाटा मोटर्स, पुणे और अकेले तरल नाइट्रोजन पर आधारित प्रशीतित कंटेनरों के विकास के लिए मेसर्स फर्मेक, इंदौर को अंतरित की गई है।

“शिवाय” प्रौद्योगिकी से व्युत्पन्न “मत्स्य” प्रणाली मत्स्य परिवहन के लिए विकसित की गई है। यह प्रणाली केन्द्रीय मत्स्य प्रौद्योगिकी संस्थान (सीआईएफटी), कोच्चि के मछली पकड़ने वाली नौका सागर हरिता पर इंस्टाल की गई है जहां नियंत्रित तापमान, नियंत्रित आर्द्रता और निष्क्रिय वातावरण में मछलियों के ताज़ा रहने का परीक्षण किया गया।

रक्षा एवं सुरक्षा:

बीएआरसी ने हल्के और किफायती भाभा कवच की एक उपोत्पाद (स्पिन-ऑफ) तकनीक स्वदेशी रूप से विकसित की है। यह एक बुलेटप्रूफ जैकेट है जो खतरे के स्तर III+ [भारतीय मानक ब्यूरो (बीआईएस) स्तर 5 सुरक्षा] के लिए सुरक्षा प्रदान कर सकती है। इसका उपयोग अब सीमा सुरक्षा बल (बीएसएफ), केंद्रीय रिजर्व पुलिस बल (सीआरपीएफ), केंद्रीय औद्योगिक सुरक्षा बल (सीआईएसएफ), भारत-तिब्बत सीमा पुलिस (आईटीबीपी) और भारतीय सेना द्वारा किया जा रहा है। यह तकनीक व्यावसायीकरण के लिए भारतीय कंपनियों को सफलतापूर्वक अंतरित की गई है। स्वदेशी कार्गो कंटेनर स्कैनर प्रणाली को सफलतापूर्वक डिज़ाइन, विकसित और प्रदर्शित किया गया है। यह आयात-प्रतिस्थापन तकनीक क्षेत्र परीक्षणों और बाद में उपयोग के लिए उपलब्ध है।

स्वास्थ्य सेवा:

बीएआरसी में स्वास्थ्य सेवा के लिए रेडियो आइसोटोप या तो अनुसंधान रिएक्टरों से या भुक्तशेष नाभिकीय ईंधन के प्रसंस्करण से उपयोगी आइसोटोप के पृथक्करण से प्राप्त किए जाते हैं। बीएआरसी ने नेत्र कैंसर के उपचार के लिए आयात-विकल्प के रूप में स्वदेशी व किफायती रूथेनियम-106 (Ru-106) नेत्र पट्टिकाएँ विकसित की हैं। ये पट्टिकाएँ परमाणु अपशिष्ट से निष्कर्षित Ru-106 से बनाई जाती हैं। नाभिकीय अपशिष्ट से निष्कर्षित अन्य उपयोगी रेडियो-आइसोटोप में स्ट्रॉशियम-90 (Sr-90) और सीज़ियम-137 (Cs-137) शामिल हैं, जिनसे कैंसर के उपचार हेतु यिट्रियम-90 (Y-90) और रक्त किरणक हेतु Cs ग्लास पेंसिल का उत्पादन होता है। बीएआरसी विकिरण - भेषजिक के लिए आयोडीन-125 (I-125), आयोडीन-131 (I-131), ल्यूटेशियम-177 (Lu-177), और समेरियम (Sm-153) जैसे कई रेडियो आइसोटोप का भी उत्पादन करता है और कैंसर निदान एवं चिकित्सीय अनुप्रयोगों के लिए ब्रिट द्वारा विभिन्न अस्पतालों को आपूर्ति करता है।

रेडियो-आइसोटोप उत्पादन: स्ट्रॉशियम-89 (Sr-89) का स्वदेशी उत्पादन एक महत्वपूर्ण सामाजिक आवश्यकता और एक मूल्यवान आयात विकल्प है; यह 50.5 दिनों की अर्ध-आयु वाला एक शुद्ध बीटा

उत्सर्जक है, और इसका उपयोग अस्थि मेटास्टेटिक कैंसर की उपशामक देखभाल के लिए किया जाता है। कल्पाक्कम स्थित द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर (एफबीटीआर) में उच्च विशिष्ट सक्रियता वाले Sr-89 के उत्पादन का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया गया। यह उत्पाद अमेरिकी, यूरोपीय और अंतर्राष्ट्रीय फार्माकोपिया के अनुसार सभी गुणवत्ता नियंत्रण मानकों को पूरा किया। जैव-वितरण अध्ययन पूरा करता है। यह तकनीक बढ़ी हुई उपलब्धता और पूर्ण आयात विकल्प को सुनिश्चित करती है।

मेडिकल साइक्लोट्रॉन सुविधा (एमसीएफ) में उत्पादित रेडियोआइसोटोप का उपयोग कैंसर निदान और चिकित्सा के लिए किया जाता है। ब्रिट के सहयोग से उत्पादित रेडियोआइसोटोप/विकिरण भेषजिक नियमित रूप से विभिन्न अस्पतालों/नाभिकीय चिकित्सा केंद्रों को आपूर्ति किए जाते हैं, जिससे आम आदमी के इलाज की लागत में कमी आती है।

विकिरण के लिए लाइनैक: आरआरकेट ने चिकित्सा उपकरणों के आवधिक निर्जर्मीकरण के लिए स्वदेशी रूप से 10 MeV औद्योगिक इलेक्ट्रॉन लाइनैक प्रक्रम प्रौद्योगिकी और इलेक्ट्रॉन कणपुंज विकिरण प्रसंस्करण सुविधा विकसित की है। देश में इस तरह की यह पहली सुविधा है और इसे परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद (एईआरबी) और खाद्य एवं औषधि प्रशासन (एफडीए) से लाइसेंस प्राप्त है। यह इंदौर में वाणिज्यिक रूप से प्रचालित है और नियमित रूप से विनियमित चिकित्सा उपकरणों के आवधिक निर्जर्मीकरण के लिए इलेक्ट्रॉन कणपुंज प्रसंस्करण सेवाएँ प्रदान कर रही है। वर्ष 2021 में प्रचालन शुरू करने के बाद से, इस सुविधा ने विभिन्न चिकित्सा उपकरण उद्योगों के लिए 1 करोड़ से अधिक चिकित्सा उपकरणों के निर्जर्मीकरण के लिए इलेक्ट्रॉन कणपुंज सेवाएँ प्रदान की हैं।

ब्रिट रोगों के शीघ्र निदान और कैंसर उपचार हेतु नैदानिक और चिकित्सीय विकिरण भेषजिक का प्रमुख उत्पादक और आपूर्तिकर्ता बना हुआ है।

जल उपचार:

कपड़ा/डाई अपशिष्टों के प्रभावी उपचार और डाई हटाने हेतु विकिरण-ग्राफ्टेड सूती कपड़े-आधारित मैट्रिक्स की एक और उपोत्पाद तकनीक विकसित की गई है। निस्यंदित पानी का औद्योगिक उद्देश्यों के लिए पुनः उपयोग किया जा सकता है। यह अभिनव प्रयोग पर्यावरण संरक्षण के लिए एक कम लागत वाला, कुशल समाधान प्रदान करता है। इस तकनीक को व्यावसायीकरण के लिए निजी उद्यमियों को हस्तांतरित किया जाता है।

नाभिकीय ऊर्जा:

नाभिकीय विद्युत ऊर्जा संयंत्रों (एनपीपी) से लगभग 56681 मिलियन यूनिट (एमयू) स्वच्छ बिजली का उत्पादन किया गया, जो देश में उत्पादित कुल बिजली का लगभग 3% है और इससे पर्यावरण में लगभग 49 मिलियन टन CO₂(e) का उत्सर्जन कम हुआ। वर्ष 2024-25 के दौरान नाभिकीय विद्युत संयंत्रों से बिजली का औसत प्रशुल्क 3.83 रुपये प्रति यूनिट था।

विभिन्न क्षेत्रों में ऐसे अन्य महत्वपूर्ण योगदान:

U-233 ईंधन चालित कल्पाक्कम मिनी रिएक्टर (कामिनी) का नाभिकीय और रणनीतिक क्षेत्रों के लिए महत्वपूर्ण घटकों की न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी, न्यूट्रॉन परिरक्षण और पदार्थों के न्यूट्रॉन सक्रियण हेतु सफल प्रचालन जारी है। इस सुविधा का उपयोग न्यूट्रॉन कणपुंज प्रयोग करने के लिए भी किया जाता है। अंतरिक्ष कार्यक्रम में प्रयुक्त पायरो उपकरणों का कामिनी में नियमित रूप से परीक्षण किया गया।

ब्रिट इरीडियम-192 (Ir-192) रेडियोग्राफी एक्सपोजर उपकरणों का विनिर्माण कर उद्योगों को आपूर्ति करता है तथा पेट्रोकेमिकल और अन्य उद्योगों को आने वाली समस्याओं के निवारण के लिए आइसोटोप आधारित सेवाएं प्रदान करता है।

(ख) हां, देश की विभिन्न कृषि-पारिस्थितिकी के लिए उपयुक्त उन्नत फसल किस्मों को विकसित करने के लिए नाभिकीय विकिरण का उपयोग किया जाता है। इन किस्मों से मौजूदा जाँच किस्मों की तुलना में अधिक उपज होती है। इन किस्मों में बेहतर पोषण गुण या जैविक और अजैविक तनावों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता भी है। कई राज्यों के किसानों ने इन उन्नत किस्मों की खेती करके फसल उत्पादकता में वृद्धि अवलोकित की है, जिसके फलस्वरूप कृषि आय में सुधार हो सकेगा। गामा किरणों से प्रेरित ट्राइकोडर्मा उत्परिवर्ती उपभेदों का उपयोग करके मृदा जनित रोगों से होने वाले फसल नुकसान को कम किया जा सकता है।

(ग) खाद्य संरक्षण के लिए विकिरण तकनीक का देश भर में व्यावसायिक रूप से उपयोग किया जा रहा है। आज देश में 28 खाद्य विकिरण सुविधाएँ प्रचालित हैं, जिनमें से 22 निजी क्षेत्र के स्वामित्व में हैं।

उत्तर प्रदेश में, एक विकिरण सुविधा, मेसर्स सोलास इंडस्ट्रीज प्राइवेट लिमिटेड, कोसी कलां, मथुरा वर्ष 2021 से खाद्य संरक्षण के लिए प्रचालित है। एक अन्य विकिरण सुविधा मेसर्स क्यू-लाइन हेल्थ केयर प्राइवेट लिमिटेड द्वारा लखनऊ में निर्माण की जा रही है।

ब्रिट, निजी/राज्य सरकार के क्षेत्रों की खाद्य विकिरण और चिकित्सा उपकरणों के निर्जर्मीकरण हेतु गामा विकिरण प्रसंस्करण सुविधाएँ स्थापित करने में आवश्यक तकनीक सहयोग और Co-60 स्रोत की आपूर्ति करता है। अब तक, देश में ऐसी 39 सुविधाओं की स्थापना हो चुकी हैं। उत्तर प्रदेश राज्य में निजी क्षेत्र में ऐसी दो सुविधाएँ चालू की गई हैं और वे माँग के आधार पर विकिरण प्रसंस्करण सेवाएँ प्रदान कर रही हैं।

(घ) हां, परमाणु ऊर्जा विभाग निरंतर अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों के माध्यम से कृषि उत्पादन में विकिरणों और रेडियोआइसोटोपों के उपयोग में संलग्न रहा है। ये कार्यक्रम विभिन्न राज्यों के विभिन्न कृषि विश्वविद्यालयों और भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) के अनुसंधान संस्थानों के सहयोग से प्रचालित किए जा रहे हैं। इसके अतिरिक्त, विभाग ने सामाजिक लाभ के लिए कृषि में परमाणु ऊर्जा के अनुप्रयोग हेतु मौजूदा और नए राज्य कृषि विश्वविद्यालयों और अन्य अनुसंधान संगठनों के साथ कई और समझौता ज्ञापनों की योजना बनाई है।

डीईई निजी एवं राज्य सरकार के क्षेत्रों की खाद्य विकिरण और चिकित्सा उपकरणों के निर्जर्मीकरण हेतु गामा विकिरण प्रसंस्करण सुविधाएँ स्थापित करने में आवश्यक तकनीक सहयोग और Co-60 स्रोत की आपूर्ति करता है।
