भारत सरकार

परमाणु ऊर्जा विभाग

लोक सभा

अतारांकित प्रश्न संख्या-3077

उत्तर दिनांक 19/03/2025 को दिया गया

परमाणु ऊर्जा से इतर क्षेत्रों में डीएई का योगदान

3077. श्रीमती कमलजीत सहरावत
श्री बिप्लब कुमार देब

क्या प्रधानमंत्री यह बताने की कृपा करेंगे कि :-

(क) क्या यह सच है कि परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) इकाइयां परमाणु ऊर्जा उत्पादन से इतर क्षेत्रों में भी काम करती हैं और अन्य सामाजिक क्षेत्रों की सेवा करती हैं और यदि हां, तो तत्संबंधी ब्यौरा क्या है; और

(ख) औद्योगिक और ग्रामीण उद्यमों को हस्तांतरित की गईं डीएई प्रौद्योगिकियों का ब्यौरा क्या है?

उत्तर

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

(क) हां, परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) भारत का एक बहु-विषयी नाभिकीय अनुसंधान केंद्र है, जिसके पास परमाणु ऊर्जा के उपयोग के सभी क्षेत्रों में विशेषज्ञता के साथ-साथ उन्नत अनुसंधान और विकास के लिए उत्कृष्ट आधारिक ढांचा उपलब्ध है। डीएई अपने व्यापक अनुसंधान और प्रौद्योगिकीय प्रगति के माध्यम से नाभिकीय कृषि और खाद्य संरक्षण, स्वास्थ्य देखभाल, जल शुद्धिकरण, अपशिष्ट प्रबंधन और हाइड्रोजन उत्पादन जैसे विभिन्न सामाजिक क्षेत्रों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। डीएई द्वारा विकसित सामाजिक अनुप्रयोगों से संबंधित विभिन्न प्रौद्योगिकियां निम्नलिखित हैं:

नाभिकीय कृषि एवं खाद्य संरक्षण:

1. भविष्य में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए, डीएई के पास विकिरण प्रौद्योगिकी का उपयोग करके फसल सुधार, खाद्य संरक्षण के लिए सुव्यवस्थित कार्यक्रम हैं। भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (बीएआरसी), एक संघटक इकाई ने विकिरण प्रेरित उत्परिवर्तन के साथ संकर प्रजनन का उपयोग करते हुए, तिलहन (मूंगफली, सरसों, सोयाबीन और सूरजमुखी), दलहन (उड़द, मूंग, अरहर और लोबिया), चावल और जूट, गेहूं आदि में किस्में विकसित की हैं। कुल 70 (सत्तर) उन्नत फसल किस्में विकसित की गई हैं, राजपत्र में अधिसूचित की गई हैं और देश भर में व्यावसायिक खेती के लिए जारी की गई हैं। इन फसल किस्मों

में उच्च उपज, रोग प्रतिरोधक क्षमता, शीघ्र परिपक्वता, जलवायु लचीलापन, जैविक और अजैविक तनाव सहनशीलता आदि जैसे वांछनीय गुण हैं।

2. खाद्य पदार्थों का संरक्षण राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा के लिए एक और महत्वपूर्ण क्षेत्र है। कई वर्षों से कई कृषि और खाद्य सामग्रियों के संरक्षण के लिए खाद्य किरणन की व्यवहार्यता का अध्ययन किया जा रहा है। भारतीय खाद्य संरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) ने किरणित खाद्य पदार्थों के लिए मानकों और लेबलिंग आवश्यकताओं से संबंधित "खाद्य संरक्षा और मानक (खाद्य उत्पाद मानक और खाद्य योजक) छठा संशोधन, 2016 और खाद्य संरक्षा और मानक (पैकेजिंग और लेबलिंग) चौथा संशोधन, 2016" अधिसूचित किया।

खाद्य पदार्थों का विकिरण प्रसंस्करण कृषि उत्पाद और मांस खाद्य पदार्थों के उपचार में बहुत प्रभावी है। इन उत्पादों की शेल्फ-आयु का विस्तार काफी हद तक उत्पाद, किस्म और भंडारण की स्थिति पर निर्भर करता है।

बीएआरसी ने विकिरण-आधारित प्रौद्योगिकी विकसित की है, जिससे विकिरण संयंत्रों की स्थापना और विभिन्न खाद्य पदार्थों के गामा किरणन हेतु प्रोटोकॉल तैयार किए गए हैं। इस प्रौद्योगिकी का उपयोग खाद्य पदार्थों की शेल्फ-आयु बढ़ाने, संरक्षित भोजन उपलब्ध कराने और निर्यात को बढ़ावा देने के लिए किया जाता है। विभिन्न उद्देश्यों के लिए कई प्रकार के खाद्य पदार्थों का वाणिज्यिक रूप से किरणन किया जा रहा है। देश में अब तक बीएआरसी द्वारा विकसित प्रौद्योगिकी पर आधारित 28 (अट्ठाईस) किरणन संयंत्र स्थापित किए जा चुके हैं।

प्याज और आलू की गुणवत्ता विशेषताओं को बनाए रखते हुए इनकी शेल्फ-आयु को क्रमशः 7.5 माह और 8 माह तक बढ़ाने के लिए गामा विकिरण के उपयोग और नियंत्रित वातावरण में भंडारण की मानक प्रचालन प्रक्रियाएं (एसओपी) विकसित की गई हैं। इसके लिए बड़े पैमाने पर परीक्षण किए गए हैं। आमों की शेल्फ आयु को बढ़ाने के लिए विकिरण प्रौद्योगिकी आधारित एसओपी का सफलतापूर्वक निदर्शन किया गया है जिससे उन्हें समुद्री मार्ग से निर्यात किया जाना संभव हो। अनाज, गेहूं, मसाले, मशरूम, फलों और हरे टमाटर, ब्रोकली जैसी सब्जियां, मुर्गीपालन, मछली और मत्स्य उत्पादों की शेल्फ आयु को बढ़ाने के लिए एसओपी भी विकसित किए गए हैं।

कुछ विकिरण आधारित खाद्य संरक्षण तकनीकें, जिन्हें व्यावसायीकरण के लिए निजी उद्यमियों को स्थानांतरित किया गया है, वे हैं - परिरक्षक मुक्त शेल्फ स्थिर जामुन उत्पाद, अंकुरित और स्वीट कॉर्न कर्नेल, मध्यमवर्ती नमी झींगा और खाने के लिए तैयार (आरटीई) मध्यमवर्ती नमी (आईएम) फल क्यूब्स।

बीएआरसी प्रौद्योगिकी पर आधारित लीची उपचार संयंत्र मुजफ्फरपुर, बिहार के मुशहरी में स्थित राष्ट्रीय लीची अनुसंधान केंद्र, आईसीएआर में स्थापित किया गया। इस प्रौद्योगिकी को भारतीय एकस्व प्रदान किया गया है, जो लीची की शेल्फ-आयु को 60 दिनों तक बढ़ा देता है।

3. पर्यावरण-अनुकूल और जैव-निम्नीय (बायोडिग्रेडेबल) बीएआरसी-हाइड्रोजेल, जो अपने वजन से 550 गुना तक पानी अवशोषण कर सकता है, को विकसित किया गया है और शुष्क क्षेत्रों में कृषि के लिए इस्तेमाल किया गया है।

4. डीएई की संघटक इकाई इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केंद्र (आईजीकार) में गामा चैंबर सुविधा का उपयोग विभिन्न विश्वविद्यालयों द्वारा अनुसंधान उद्देश्यों के लिए बीजों और पौधों के किरणन के लिए किया गया है।

5. डीएई की संघटक इकाई राजा रामन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केंद्र (आरआरकेट), इंदौर ने स्वदेशी रूप से 10 MeV औद्योगिक इलेक्ट्रॉन लाइनेक्स, प्रक्रम प्रौद्योगिकी और चिकित्सा उपकरण के आवधिक निर्जर्मीकरण के लिए इलेक्ट्रॉन कणपुंज विकिरण प्रसंस्करण सुविधा विकसित की है। प्रचालन शुरू करने के बाद से, सुविधा ने विभिन्न चिकित्सा उपकरण उद्योगों के लिए 75 लाख से अधिक चिकित्सा उपकरणों के निर्जर्मीकरण के लिए इलेक्ट्रॉन कणपुंज सेवाएं प्रदान की हैं। आरआरकेट ने 10 MeV, 10 kW खाद्य किरणन लाइनैक भी विकसित किया है जो देश के भीतर खाद्य किरणन सुविधाएं स्थापित करने के लिए उपयोगी है। खाद्य किरणन लाइनैक प्रौद्योगिकी उन भारतीय उद्योगों और संस्थानों को "प्रौद्योगिकी अंतरण आधार" पर उपलब्ध है, जो लाइनैक के विनिर्माण में रुचि रखते हैं और/या खाद्य किरणन सुविधाएं स्थापित करने में रुचि रखते हैं। इस सुविधा का उपयोग उद्योग द्वारा कीमती रत्नों के रंग संशोधन के लिए भी किया जाता है।

6. आरआरकेट ने नियंत्रित तापमान, आर्द्रता और अक्रिय वातावरण के संयोजन के तहत खराब होने वाले फलों और सब्जियों के परिवहन के लिए “शिवाय”-शीतल वाहक यंत्र नामक तरल नाइट्रोजन शीतलन आधारित प्रौद्योगिकी विकसित की है, ताकि परिवहन के दौरान फलों और सब्जियों की ताजगी लंबे समय तक बनी रहे। इस प्रणाली का लगभग 4000 किलोमीटर मार्ग तक सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। किसान 1 रुपए/किलोग्राम की बहुत कम प्रशीतन लागत पर 1000 किलोमीटर दूर के बाजारों तक भी समान ताजगी के साथ पहुँच सकते हैं।

स्वास्थ्य सेवा:

1. **रेडियो आइसोटोप:**

   नाभिकीय चिकित्सा हृदय रोग (कार्डियोलॉजी), ऑन्कोलॉजी (कैंसर), तंत्रिका विज्ञान (न्यूरोलॉजी), मनोरोग एवं संक्रामक रोगों सहित कई मानव रोगों के गैर-आक्रामक निदान

और थायरोटॉक्सिकोसिस, थायरॉयड कैंसर, न्यूरोएंडोक्राइन ट्यूमर, न्यूरल क्रेस्ट ट्यूमर, हड्डी के दर्द निवारण आदि के उपचार के लिए रेडियोसक्रिय आइसोटोप (रेडियो-आइसोटोप) का उपयोग करता है। बीएआरसी नियमित रूप से रेडियो-आइसोटोप और विकिरण भेषजिक का उत्पादन करता है और विभिन्न प्रकार के कैंसर के उपचार के लिए नैदानिक और चिकित्सीय अनुप्रयोग हेतु भारत के विभिन्न नाभिकीय चिकित्सा केंद्रों को डीएई की एक औद्योगिक इकाई, विकिरण और आइसोटोप प्रौद्योगिकी बोर्ड (ब्रिट) के माध्यम से आपूर्ति करता है।

बीएआरसी ने चिकित्सा अनुप्रयोगों के लिए उच्च स्तरीय अपशिष्ट से सीज़ियम-137, स्ट्रॉशियम-90 और रूथेनियम-106 की प्राप्ति के लिए विभाजन प्रौद्योगिकी विकसित और प्रदर्शित की है। सीज़ियम-137 युक्त अप्रसारणीय (नॉन-डिस्पर्सिबल) कांच की पेंसिल का उपयोग रक्त किरणकों में किया जा रहा है। कैंसर के उपचार के लिए यिट्रियम-90 की मिल्किंग के लिए स्ट्रॉशियम-90 का उपयोग किया जाता है। नेत्र कैंसर के उपचार के लिए किफायती ^{106}RuBy (रूथेनियम ब्रैकीथेरेपी) प्लाक्स (गोल, नोकदार, पीडिएट्रिक) विकसित कर देश के विभिन्न अस्पतालों को आपूर्ति की गई हैं।

2. क्लोरोफिलिन गोली को एक्टोसाइट के वाणिज्यिक नाम के साथ रिजनरेटिव न्यूट्रास्युटिकल और एंटीऑक्सीडेंट के रूप में विकसित और लॉन्च किया गया है। इन गोलियों को भारतीय खाद्य संरक्षा और मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) द्वारा न्यूट्रास्युटिकल के रूप में अनुमोदित किया गया है।

3. बीएआरसी, विकिरण चिकित्सा केंद्र (आरएमसी), मुंबई और विकिरण चिकित्सा अनुसंधान केंद्र (आरएमआरसी), कोलकाता में अपनी नैदानिक रोगी सेवा इकाइयों के माध्यम से नाभिकीय चिकित्सा के क्षेत्र में और कैंसर उपचार हेतु नैदानिक और चिकित्सीय सेवाओं के लिए महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है।

4. मधुमेह पैर अल्सर और अन्य जीर्ण घावों के उपचार के लिए NOx रिलीजिंग ड्रेसिंग विकसित की गई है। प्रौद्योगिकी को एक निजी फर्म को अंतरित कर दिया गया है और विनिर्माण और वाणिज्यीकरण के लिए भारत के औषधि महानियंत्रक (डीसीजीआई) की मंजूरी मिल गई है।

5. स्तन कैंसर के शीघ्र संसूचन के लिए तापीय प्रतिबिम्बन-तकनीक का उपयोग - ग्रामीण क्षेत्रों में सहायक प्रतिबिम्बन पद्धति के रूप में स्तन कैंसर के शीघ्र संसूचन के लिए सफलतापूर्वक किया गया है और अब इसका बड़े पैमाने पर उपयोग का प्रस्ताव है।

6. चुंबकीय नैनोकणों का उपयोग करके हाइपरथर्मिया आधारित कैंसर उपचार - चुंबकीय द्रव हाइपरथर्मिया को वैकल्पिक कैंसर चिकित्सा के रूप में विकसित किया जा रहा है, जहाँ सुपर पराचुंबकीय नैनोकणों को कैंसरग्रस्त ऊतकों में इंजेक्ट किया जाता है और बाद में

उच्च आवृत्ति वाले वैकल्पिक चुंबकीय क्षेत्र के संपर्क में लाया जाता है।

7. रेडियो-आइसोटोप उत्पादन: Sr-89 का स्वदेशी उत्पादन एक महत्वपूर्ण सामाजिक आवश्यकता और एक मूल्यवान आयात प्रतिस्थापन है; यह 50.5 दिनों की अर्ध-आयु वाला शुद्ध बीटा उत्सर्जक है और इसका उपयोग अस्थि मेटास्टेटिक कैंसर की उपशामक देखभाल के लिए किया जाता है। द्रुत प्रजनक परीक्षण रिएक्टर (एफबीटीआर), कल्पाक्कम में उच्च विशिष्ट सक्रियता के साथ Sr-89 का उत्पादन सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया। उत्पाद ने यूएस, यूरोपीय और अंतर्राष्ट्रीय फार्माकोपिया के अनुसार सभी गुणवत्ता नियंत्रण मापदंडों को पूरा किया। जैव-वितरण अध्ययन प्रगति पर है। यह प्रौद्योगिकी बढ़ी हुई उपलब्धता और पूर्ण आयात प्रतिस्थापन सुनिश्चित करती है।

8. डीएई की संघटक इकाई परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन केंद्र (वीईसीसी), कोलकाता के चकगरिया परिसर में स्थित 30 MeV मेडिकल साइक्लोट्रॉन सुविधा (एमसीएफ) में प्रोटॉन कणपुंज, रेडियोआइसोटोप/विकिरण भेषजिक का उत्पादन कर रही है, जिनका उपयोग कैंसर निदान के लिए किया जाता है और उन्हें नियमित आधार पर विभिन्न अस्पतालों/नाभिकीय चिकित्सा केंद्रों में पहुंचाया जा रहा है।

9. विकिरण भेषजिक, 18F-सोडियम फ्लोराइड (हड्डी स्कैनिंग के लिए) और गैलियम-68-PSMA (प्रोस्टेट कैंसर के निदान के लिए) का वाणिज्यिक उत्पादन और आपूर्ति शुरू कर दी गई है।

10. थैलियम-201-क्लोराइड विकिरण भेषजिक (हृदय संबंधी अध्ययन करने, ब्रेन ट्यूमर के निदान के लिए) का उत्पादन और सफल मानव अनुप्रयोग भारत में पहली बार सफलतापूर्वक किया गया।

जल शोधन:

1. घरेलू और/या सामुदायिक स्तर पर पेय उद्देश्य से खारे और समुद्री जल के विलवणीकरण और संदूषित जल शोधन के लिए बीएआरसी में कई झिल्ली सहायता-प्राप्त प्रौद्योगिकियां विकसित की गई हैं। विलवणीकरण और जल शोधन में सूक्ष्मजैविक विसंदूषण, आर्सेनिक निष्कासन, लौह निष्कासन, डी-फ्लोराइडेशन, लवणता और कठोरता निष्कासन के संबंध में शोधन शामिल है। इन प्रौद्योगिकियों को वाणिज्यीकरण और क्षेत्र विशेष में उपयोग के लिए गैर-अनन्य आधार पर कई निजी उद्यमियों को अंतरित किया गया है। बीएआरसी ने कच्छ और बाड़मेर चौकियों पर बीएसएफ सीमा चौकियों, मुंबई में मध्य रेलवे प्लेटफ़ॉर्म और भारतीय रेलवे के दीन दयालु कोचों सहित भारत के 200 समकक्ष गांवों में बीएआरसी द्वारा विकसित जल शोधन प्रौद्योगिकियों को स्थापित किया है।

2. बीएआरसी ने मल अपशिष्ट जल के उपचार के लिए हाइब्रिड ग्रैन्युलर अनुक्रमण बैच रिएक्टर (hgSBR) प्रौद्योगिकी विकसित की है। इस प्रौद्योगिकी को वाणिज्यीकरण के

लिए निजी उद्यमियों को सफलतापूर्वक अंतरित किया गया है। इस प्रौद्योगिकी को कुंभ 2021 और महाकुंभ 2025 में सफलतापूर्वक उपयोग किया गया।

3. कपड़ा उद्योग से निकलने वाले अपशिष्ट से डाई हटाने की प्रौद्योगिकी विकसित की गई है और जोधपुर के एक कपड़ा संयंत्र में इसका सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया गया है।

अपशिष्ट प्रबंधन:

कीचड़ स्वच्छता (स्लज हाईजीनाइजेशन): बीएआरसी ने शुष्क वाहित मल कीचड़ के उपचार और जैविक खाद में परिवर्तित करने के लिए विकिरण स्वच्छीकरण प्रौद्योगिकी विकसित की है। बीएआरसी के प्रौद्योगिकी सहयोग से अहमदाबाद और इंदौर नगर निगम द्वारा 100 टन/दिन शुष्क कीचड़ स्वच्छीकरण संयंत्र स्थापित और प्रचालित किए गए हैं।

बायो-मीथेनेशन पर काम करने वाली प्रौद्योगिकी, शेषा को छोटी आवासीय सोसायटी से निकलने वाले जैव-निम्नीय रसोई और बगीचे के अपशिष्ट प्रबंधन के लिए विकसित किया गया है। प्रक्रिया के दौरान उत्पादित बायो-गैस का उपयोग ईंधन के रूप में किया जा सकता है और शेष प्रक्रिया अपशिष्ट का उपयोग खाद के रूप में किया जा सकता है।

(ख) आज तक डीएई ने गैर-अनन्य आधार पर व्यावसायीकरण हेतु निजी उद्यमियों को अंतरित करने के लिए लगभग 250 उपोत्पाद (स्पिन-ऑफ) प्रौद्योगिकियों को विकसित कर सार्वजनिक किया है और इन प्रौद्योगिकियों के लिए विभिन्न औद्योगिक और ग्रामीण उद्यमों को लगभग 850 लाइसेंस जारी किए गए हैं।

हाल के वर्षों में औद्योगिक और ग्रामीण उद्यमों को अंतरित की गई डीएई प्रौद्योगिकियों के आंकड़े निम्नानुसार हैं:

वर्ष	अंतरित प्रौद्योगिकियों की संख्या	उन उद्यमों की संख्या जहां पर प्रौद्योगिकियों को अंतरित किया गया।		
		औद्योगिक	ग्रामीण	कुल
2022	88	98	36	134
2023	91	91	31	122
2024	40	17	14	41

*****