“सेंट ऑफ कंट्रोल” वैज्ञानिकों ने टिड्डी दलों के स्वार्मिंग तंत्र को हल किया

UPSC से संबंधित:

खाद्य सुरक्षा, कृषि-बायोटेक्नोलॉजी, पर्यावरण-अनुकूल कीट नियंत्रण, टिड्डी आपदा तैयारी, और सतत खेती प्रथाएँ GS पेपर 3 के महत्वपूर्ण विषय हैं, जो कृषि को पर्यावरण, प्रौद्योगिकी, और लचीलापन से जोड़ते हैं।

चर्चा में क्यों ?

- चीन अकादमी ऑफ साइंसेज के जूलॉजी संस्थान के वैज्ञानिकों ने टिड्डी के झुंड बनाने की प्रक्रिया को लेकर एक महत्वपूर्ण खोज की है।
- उन्होंने उस फेरोमोन और एंजाइम-आधारित रासायनिक संकेतों की पहचान की है, जो टिड्डियों में समूह बनने के व्यवहार को उत्तेजित करते हैं।
- एक संभावित आणविक अवरोधक, 4-नाइट्रोफेनोल (4NP), पाया गया है, जो इस तंत्र को बाधित कर सकता है।
- यह खोज पर्यावरण-अनुकूल टिड्डी नियंत्रण विधियों के द्वार खोलती है, जिससे हानिकारक रासायनिक कीटनाशकों पर निर्भरता कम हो सकती है।

Result Mitra

महत्व:

- यह खोज उन देशों के लिए मददगार हो सकती है, खासकर अफ्रीका और एशिया के, जहां टिड्डियों के झुंड कृषि और खाद्य सुरक्षा के लिए खतरा बने हुए हैं।

पृष्ठभूमि: टिड्डी के खतरे को समझना

- टिड्डियाँ, विशेष रूप से रेगिस्तानी टिड्डी (Schistocerca gregaria), लंबे समय से शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में खाद्य सुरक्षा के लिए एक प्रमुख खतरा रही हैं।
- 2019-2020 में टिड्डियों के प्रकोप ने पूर्वी अफ्रीका, पाकिस्तान और भारत में व्यापक तबाही मचाई, जिससे किसानों की फसलें नष्ट हो गईं और हजारों लोगों की आजीविका प्रभावित हुई।
- परंपरागत नियंत्रण विधियाँ, मुख्य रूप से रासायनिक कीटनाशकों के माध्यम से, पर्यावरणीय समस्याओं का कारण बनी हैं, जिनमें मृदा और जल का संदूषण और मानव एवं पशु स्वास्थ्य के लिए खतरे शामिल हैं।
- इसलिए, जैविक नियंत्रण और फेरोमोन-आधारित हस्तक्षेप जैसी पर्यावरण-अनुकूल विकल्पों में रुचि बढ़ रही है, जो सतत कीट प्रबंधन के लिए सहायक हो सकते हैं।

Result Mitra

प्रमुख वैज्ञानिक खोज: टिड्डी दल के स्वार्मिंग तंत्र का रहस्य सुलझा

- फेरोमोन का पता चला: 4-विनाइलैनिसोल (4VA)
- यह रासायनिक पदार्थ टिड्डियों द्वारा भोजन करने के बाद छोड़ा जाता है, खासकर उनके पिछले पैरों से।
- यह एक एग्रीगेशन फेरोमोन के रूप में कार्य करता है, जिसका मतलब है कि यह पास की टिड्डियों को आकर्षित करता है, जिससे वे झुंड में बदल जाती हैं।
- यह सेरोटोनिन का रिसाव उत्तेजित करता है, जो एकल टिड्डियों को समूह में बदल देता है।
- एंजाइम्स का योगदान: 4VPMT1 और 4VPMT2
- ये एंजाइम एक पूर्ववर्ती अणु (4VP) को सक्रिय फेरोमोन 4VA में परिवर्तित करते हैं।
- 4VPMT1 इस प्रक्रिया में प्रमुख भूमिका निभाता है।
- यह पूरा तंत्र फिनाइलएलनिन (एक अमीनो एसिड) के पाचन से सक्रिय होता है, जो प्राकृतिक रूप से पौधों में पाया जाता है।

महत्वपूर्ण हस्तक्षेप: स्वार्मिंग व्यवहार को रोकना

- अवरोधक का उपयोग: 4-नाइट्रोफेनोल (4NP)
- 4NP 4VPMT एंजाइम्स की सक्रिय साइट से जुड़ता है, इस प्रकार 4VP से 4VA में परिवर्तित होने की प्रक्रिया को रोकता है।
- प्रभाव: टिड्डियाँ समूह में नहीं बदल पातीं, जिससे झुंड बनने से रोकता है।

चिंता का विषय:

- 4NP जहरीला और पर्यावरण में लंबे समय तक बना रहने वाला है — यह आमतौर पर रंग, दवाइयों और कीटनाशकों में इस्तेमाल होता है।
- यह मानवों और पारिस्थितिकी तंत्र के लिए जोखिम उत्पन्न कर सकता है, इसलिए इसके सुरक्षित उपयोग के लिए आगे और शोध की आवश्यकता है।

वैकल्पिक नियंत्रण दृष्टिकोण

1. RNA इंटरफेरेंस (RNAi):

- यह एक जीन-साइलेंसिंग तकनीक है जो 4VPMT एंजाइमों का उत्पादन रोकती है, जिससे फेरोमोन का संश्लेषण नहीं हो पाता।

2. जाल लगाने की रणनीति:

- संश्लेषित फेरोमोन का उपयोग करके टिड्डियों को आकर्षित किया जाता है और फिर उन्हें बायोपेस्टिसाइड्स के द्वारा नष्ट किया जाता है — यह एक लक्षित और पर्यावरण-अनुकूल तरीका है।

3. फेरोमोन छिड़काव:

- संश्लेषित फेरोमोन छिड़कने से एग्रीगेशन संकेतों को विघटित किया जाता है, जिससे झुंड बनने की प्रक्रिया टूट जाती है।

4. जैविक रूप से संशोधित (GM) टिड्डियाँ:

- ऐसी एकल-चरण जीएम टिड्डियों को छोड़ा जाता है, जो एग्रीगेशन फेरोमोन पर प्रतिक्रिया नहीं करतीं, जिससे जंगलों में झुंड बनाने के व्यवहार को कम किया जा सकता है।

5. संयुक्त विधि:

- छोटे अणु अवरोधकों (जैसे 4NP के विकल्प) को जैव नियंत्रण एजेंट्स (फंगी, बैक्टीरिया) के साथ मिलाकर बहु-स्तरीय नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है।

Result Mitra

पारिस्थितिकी और कृषि महत्व

- 1 वर्ग किमी के टिड्डी झुंड (लगभग 40 मिलियन टिड्डियाँ) एक दिन में उतना भोजन खा सकती हैं, जितना 35,000 लोग खाते हैं।
- जलवायु संबंधित घटनाएँ जैसे बाढ़ और भारी वर्षा अक्सर टिड्डी प्रकोप को प्रेरित करती हैं — जैसा कि 2019-2020 के प्रकोप में देखा गया।
- प्रभावी टिड्डी नियंत्रण खाद्य सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण है, विशेषकर उन कृषि आधारित अर्थव्यवस्थाओं में जैसे भारत, इथियोपिया और केन्या, जहां लाखों लोग कृषि पर निर्भर हैं।

आने वाली चुनौतियाँ

- पर्यावरण और स्वास्थ्य जोखिमों से बचने के लिए 4-नाइट्रोफेनोल (4NP) के गैर-जरूरी विकल्पों की आवश्यकता है।
- नए उपायों का क्षेत्र परीक्षण और पारिस्थितिकी सुरक्षा सत्यापन बड़े पैमाने पर लागू करने से पहले अत्यंत आवश्यक है।
- स्केलेबल, लागत-कुशल और त्वरित प्रतिक्रिया देने वाले टिड्डी नियंत्रण प्रणालियों का विकास अभी भी एक बड़ी चुनौती है।
- सीमा पार झुंडों की गति के कारण मजबूत अंतरराष्ट्रीय समन्वय और पूर्व चेतावनी तंत्र की आवश्यकता है।

Result Mitra

निष्कर्ष

- टिड्डियों के फेरोमोन-नियंत्रित स्वार्मिंग व्यवहार की खोज और लक्षित अणुओं के माध्यम से इसे अवरुद्ध करने की क्षमता सतत कीट नियंत्रण में एक महत्वपूर्ण प्रगति है।
- महत्वपूर्ण एंजाइमों (जैसे 4VPMT1) और फेरोमोनों (जैसे 4VA) की पहचान करके वैज्ञानिकों ने विषैले रासायनिक कीटनाशकों के बजाय पर्यावरण-अनुकूल विकल्प प्रदान किए हैं, जो अक्सर पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य को नुकसान पहुँचाते हैं।
- हालांकि, 4NP जैसे यौगिकों की विषाक्तता के कारण, सुरक्षित, स्केलेबल और क्षेत्रीय रूप से परीक्षण किए गए समाधान, जैसे RNAi-आधारित कीटनाशक या बायोपेस्टिसाइड-एकीकृत दृष्टिकोणों को विकसित करने की तत्काल आवश्यकता है।

- भारत और अन्य जलवायु-संवेदनशील देशों के लिए, यह खोज खाद्य सुरक्षा, फसल उत्पादकता, और ग्रामीण आजीविका की रक्षा करने में मदद कर सकती है — साथ ही साथ वैश्विक पर्यावरणीय स्थिरता और हरित कृषि के प्रयासों का समर्थन भी कर सकती है।

मॉडल UPSC मेन्स प्रश्न

प्रश्न: टिड्डियों के झुंड शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में खाद्य सुरक्षा और ग्रामीण आजीविका के लिए गंभीर खतरा उत्पन्न करते हैं। जैविक कीट नियंत्रण में हालिया प्रगति पर चर्चा करें, विशेष रूप से फेरोमोन-आधारित नियंत्रण रणनीतियों के संदर्भ में।

Result Mitra