केवल मादा डार्विन बार्क स्पाइडर ही दुनिया का सबसे मजबूत रेशम क्यों बनाती

यूपीएससी प्रासंगिकता

- **प्रारंभिक परीक्षा:** प्रजातियों के तथ्य, तन्यता शक्ति (Tensile strength), आवास, यौन द्विरूपता (Sexual dimorphism)।
- **सामान्य अध्ययन-III (GS-III):** जैव प्रौद्योगिकी, जैव-सामग्री (Biomaterials), जैव-प्रेरित इंजीनियरिंग (Bio-inspired engineering)।

चर्चा में क्यों?

हाल ही में 'इंटीग्रेटिव जूलॉजी' जर्नल में प्रकाशित एक अंतरराष्ट्रीय अध्ययन से पता चला है कि दुनिया की सबसे मजबूत जैविक सामग्री — **डार्विन बार्क स्पाइडर (Darwin's bark spider)** का रेशम — विशेष रूप से केवल बड़ी वयस्क मादाओं द्वारा निर्मित किया जाता है, और वह भी तब जब पारिस्थितिक स्थितियां इसकी मांग करती हैं। यह खोज विकासवादी जीव विज्ञान, सामग्री विज्ञान और प्रकृति में ऊर्जा अनुकूलन के बारे में नई जानकारी प्रदान करती है।

IAS PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

अध्ययन के बारे में विस्तार से

यह अध्ययन चीन, मेडागास्कर, स्लोवेनिया और संयुक्त राज्य अमेरिका के वैज्ञानिकों द्वारा किया गया था, जिसमें मेडागास्कर की दो मकड़ी प्रजातियों पर ध्यान केंद्रित किया गया:

1. **केरोस्ट्रिस डार्विनी (Caerostris darwini):** डार्विन बार्क स्पाइडर।
2. **केरोस्ट्रिस कुंटनेरी (Caerostris kuntneri):** इसकी करीबी संबंधी प्रजाति।

अध्ययन के मुख्य निष्कर्ष:

- असाधारण रूप से मजबूत रेशम (तन्यता शक्ति ~ 1.6 गीगापास्कल) केवल बड़ी वयस्क मादाओं द्वारा बनाया जाता है।
- नर और कम उम्र की मकड़ियों (Juveniles) द्वारा उत्पादित रेशम में कोई विशेष यांत्रिक लाभ नहीं देखा गया।

- मादाएं उच्च प्रदर्शन वाला रेशम केवल तभी बनाती हैं जब जैविक रूप से आवश्यक हो, जो ऊर्जा-कुशल विकासवादी रणनीति को दर्शाता है।
- यह खोज उस पुरानी धारणा को चुनौती देती है कि एक ही प्रजाति के सभी सदस्य समान गुणवत्ता वाला रेशम बनाते हैं।

डार्विन बार्क स्पाइडर (Caerostris darwini) के बारे में

वर्गीकरण और खोज:

- **वंश (Genus):** केरोस्ट्रिस
- **प्रजाति (Species):** केरोस्ट्रिस डार्विनी
- **खोज:** वर्ष 2010
- **आवास:** मेडागास्कर के वन पारिस्थितिकी तंत्र

अद्वितीय शारीरिक विशेषताएं:

- वयस्क मादाएं नर की तुलना में 3 **गुना बड़ी** होती हैं।
- मजबूत **यौन द्विरूपता** मादाओं पर अधिक विकासवादी दबाव का संकेत देती है।
- मादाएं ही मुख्य रूप से जाल बुनने वाली और शिकारी होती हैं।

दुनिया का सबसे मजबूत प्राकृतिक रेशम

@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

- **तन्यता शक्ति (Tensile Strength):** लगभग 1.6 GPa।
- यह लोहे की तुलना में लगभग 3 **गुना अधिक मजबूत** है।
- यह स्टील और केबलर (Kevlar) जैसे सिंथेटिक फाइबर से भी अधिक मजबूत और सख्त है।
- इस रेशम को **'ड्रैगलाइन सिल्क'** (Dragline silk) के रूप में वर्गीकृत किया गया है — जो मकड़ी के जाले की प्राथमिक संरचनात्मक सामग्री है।

ड्रैगलाइन सिल्क: यह महत्वपूर्ण क्यों है? ड्रैगलाइन सिल्क कई कार्य करता है:

- जाल (Orb webs) का संरचनात्मक आधार।
- एंकर और सपोर्ट धागे।
- सुरक्षा और बचाव की रेखाएं।

हालांकि, इस रेशम का उत्पादन ऊर्जा के दृष्टिकोण से बहुत महंगा है, विशेष रूप से इसमें मौजूद **प्रोलाइन-समृद्ध प्रोटीन (Proline-rich proteins)** के कारण, जो लचीलापन तो बढ़ाते हैं लेकिन उनके संश्लेषण के लिए उच्च ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

जाल की संरचना और शिकार की रणनीति

- मादा डार्विन बार्क स्पाइडर अब तक का सबसे बड़ा जाल बुनती है।
- **जाल का विस्तार:** 25 मीटर तक।
- **स्थान:** यह नदियों और झीलों के ऊपर बनाया जाता है।
- ये जाल डिजाइन में विरल (Sparse) होते हैं और धागों के बीच अधिक गैप होता है, लेकिन उच्च शक्ति वाले रेशम के कारण बेहद प्रभावी होते हैं।
- यह मकड़ी को उड़ने वाले कीड़ों के झुंड को पकड़ने में सक्षम बनाता है, जहाँ अन्य मकड़ियाँ नहीं पहुँच पातीं।

ऊर्जा-कुशल विकासवादी रणनीति

- **मादाएं:** कुल मिलाकर कम रेशम बनाती हैं, जाल को दोबारा बनाने में अधिक समय लेती हैं और मात्रा के बजाय **गुणवत्ता** को प्राथमिकता देती हैं।
- **नर और कम उम्र की मकड़ियाँ:** सघन (Dense) जाल बुनते हैं, सस्ते और कमजोर रेशम का उपयोग करते हैं, जिससे उनकी ऊर्जा की मांग कम रहती है।

यह विकास में संसाधनों के अनुकूल वितरण (Adaptive resource allocation) को प्रदर्शित करता है।

IAS-PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

आणविक और संरचनात्मक लाभ:

- रेशम की मजबूती प्रोटीन संरचना, आणविक संरेखण और क्रॉस-लिंकिंग दक्षता पर निर्भर करती है।
- डार्विन बार्क स्पाइडर में एक असामान्य रूप से लंबी और जटिल कताई वाहिनी (Spinning duct) होती है, जो बेहतर फाइबर निर्माण में मदद करती है।

यूपीएससी प्रारंभिक परीक्षा अभ्यास प्रश्न

प्रश्न 1. डार्विन बार्क स्पाइडर (Caerostris darwini) के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. यह मेडागास्कर के वन पारिस्थितिकी तंत्र की मूल प्रजाति है।

2. यह अब तक परीक्षण की गई सबसे मजबूत जैविक सामग्री का उत्पादन करती है।
3. नर और मादा दोनों मकड़ियाँ समान यांत्रिक शक्ति का रेशम बनाती हैं।

उपर्युक्त में से कौन से कथन सही हैं?

A. केवल 1 और 2 B. केवल 2 और 3 C. केवल 1 और 3 D. 1, 2 और 3

सही उत्तर: A

IAS-PCS Institute

प्रश्न 2. ड्रैगलाइन सिल्क (Dragline silk), जिसका उल्लेख अक्सर डार्विन बार्क स्पाइडर से संबंधित अध्ययनों में किया जाता है, का सबसे अच्छा वर्णन है:

A. शिकारियों को फंसाने के लिए उपयोग किया जाने वाला रक्षात्मक रेशम।

B. मुख्य रूप से शिकार पकड़ने के लिए उपयोग किया जाने वाला चिपचिपा रेशम।

C. मकड़ी के जाले की रीढ़ बनाने वाला संरचनात्मक रेशम।

D. विशेष रूप से अंडे की थैली की सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाने वाला रेशम।

सही उत्तर: C

Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

प्रश्न 3. निम्नलिखित में से कौन सी विशेषता डार्विन बार्क स्पाइडर के रेशम की असाधारण मजबूती को सबसे सीधे तौर पर समझाती है?

A. कैल्शियम लवणों की उच्च सांद्रता।

B. प्रोलाइन-समृद्ध रेशम प्रोटीन की उपस्थिति।

C. छोटी और संकरी कताई नलिकाएं (Spinning ducts)।

D. जीवन के सभी चरणों में समान रेशम उत्पादन।

सही उत्तर: B

प्रश्न 4. डार्विन बार्क स्पाइडर में रेशम उत्पादन के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. बड़ी वयस्क मादाएं उच्च प्रदर्शन वाले रेशम का उत्पादन केवल तभी करती हैं जब पारिस्थितिक आवश्यकता उत्पन्न होती है।
2. कम उम्र की मकड़ियाँ (Juveniles) सस्ते और कमजोर रेशम का उपयोग करके सघन जाल बनाती हैं।
3. रेशम का लचीलापन लिंग और शरीर के आकार के साथ महत्वपूर्ण रूप से बदलता रहता है।

उपर्युक्त में से कौन से कथन सही हैं?

A. केवल 1 और 2 B. केवल 2 और 3 C. केवल 1 और 3 D. 1, 2 और 3

सही उत्तर: A

प्रश्न 5. डार्विन बार्क स्पाइडर की विकासवादी रणनीति निम्नलिखित में से किस अवधारणा का सबसे अच्छा उदाहरण है?

A. लागत की परवाह किए बिना अधिकतम संसाधन उपयोग।

B. ऊर्जा व्यय और उत्तरजीविता लाभ के बीच संतुलन (Trade-off)।

C. बिना किसी पारिस्थितिक दबाव के तटस्थ विकास।

D. शिकारी-संचालित रूपात्मक अभिसरण।

सही उत्तर: B

प्रश्न 6. डार्विन बार्क स्पाइडर की जाल वास्तुकला के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. वयस्क मादाएं धागों के बीच व्यापक अंतराल के साथ विरल जाल बनाती हैं।
2. प्रति इकाई क्षेत्र में कम रेशम का उपयोग करने के बावजूद, ये जाल अत्यधिक प्रभावी होते हैं।
3. नर मकड़ियाँ कमजोर रेशम की भरपाई के लिए मादाओं की तुलना में बड़े जाल बनाती हैं।

उपर्युक्त में से कौन से कथन सही हैं?

A. केवल 1 और 2 B. केवल 2 और 3 C. केवल 1 और 3 D. 1, 2 और 3

सही उत्तर: A

प्रश्न 7. डार्विन बार्क स्पाइडर के जाले पारिस्थितिक रूप से मुख्य रूप से महत्वपूर्ण हैं क्योंकि वे:

IAS-PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

A. बिल खोदने वाले कीड़ों को पकड़ने के लिए जमीन के नीचे बनाए जाते हैं।

B. उड़ने वाले कीड़ों के झुंड को पकड़ने के लिए नदियों और झीलों के ऊपर फैले होते हैं।

C. शिकार को पंगु बनाने के लिए जहर-लेपित रेशम का उपयोग करते हैं।

D. अधिकतम दक्षता के लिए दिन में कई बार फिर से बनाए जाते हैं।

सही उत्तर: B

IAS-PCS Institute

Result Mitra

रिजल्ट का साथी

@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806