भारतीय विज्ञान संस्थान
का शोध समाचार पत्र

अंक 4, 2020

केरनल

संपादकीय

दीमक और कीडों जैसे छोटे जानवरों से हम क्या सीख सकते हैं? केरनल के इस अंक में आईआईएससी परिसर में टीले का निर्माण करने वाले दीमकों का अध्ययन करने वाली एक अंतःविषयक टीम और एक तंत्रिका विज्ञान/न्यूरोसाइंस प्रयोगशाला का वर्णन है, जो जानवरों के संचलन में अंतर्दृष्टि के लिए एक मुक्त-जीवित गोलकृमि/राउंडवॉर्म पर अन्वेषण कर रही है।

साथ ही इसमें "अंतरिक्ष ईंटें" स्पेस ब्रिक्स कैसे बनाई जा सकती हैं, कैसे काँच क्रिस्टल में बदल जाता हैं, और आईआईएससी के अन्य हालिया शोध भी शामिल हैं।

दीमक से स्मार्ट निर्माण के सबक

आईआईएससी में दीमक टीला (फोटो: अल्फ्रेड डैनियल)

आईआईएससी परिसर में पाए गए दीमक के विशाल टीले, स्थायी निर्माण के बारे में महत्वपूर्ण खोज करने के लिए पारिस्थितिकीविदों और इंजीनियरों दोनों को प्रेरित कर रहे हैं।

एक अप्रशिक्षित आंख के लिए, विशाल दीमक टीले - आईआईएससी परिसर में चारों तरफ फैली रेतीली/कीचड़ संरचनाएं - साधारण से अलग कुछ भी नहीं दिखती हैं। हालांकि, वे पारिस्थितिकविदों और वास्तुकारों के लिए सूचनाओं का खजाना हैं, जो दशकों से इन जटिल संरचनाओं का अध्ययन कर रहे हैं। “सभी दीमक ऐसे टीले नहीं बनाते; ये विशाल टीले कवक खेती (फंगस-फार्मिंग)दीमक द्वारा बनाए जाते हैं, ”पारिस्थितिकी विज्ञान केंद्र, आईआईएससी में प्रोफेसर रेनी एम बोर्जस बताती हैं। ये दीमक अपने टीले में कवक की खेती करते हैं, जिसके लिए उन्हें स्थिर तापमान और आर्द्रता बनाए रखने की आवश्यकता होती है। आईआईएससी कैंपस (और दक्षिण भारत) में इन विशेष दीमक की बहुतायत, एक प्रमुख कारण था कि बोर्जस ने उनका अध्ययन करने का निर्णय लिया। इन प्रजातियों के बीच परस्पर संवाद को समझने के लिए बोर्जस प्रयोगशाला इन दीमकों पर एक बड़े लक्ष्य के हिस्से के रूप में अन्वेषण कर रही है। पहले के एक अध्ययन में, उदाहरण के लिए, उन्होंने खोजा कि कैसे दीमक अपने कवक के

शेष भाग पृष्ठ 2 पर

फोटो: निखिल मोरे

खेतों को परजीवियों से बचा कर रखते हैं। जहाँ मिट्टी वैज्ञानिकों, वास्तुकारों और इंजीनियरों ने दीमक टीलों के अंदर स्व-संगठन, सामाजिक व्यवहार और गर्मी और द्रव्य स्थानांतरण पर अध्ययन किया है, कुछ लोगों ने यह चिढ़ाने की कोशिश की है कि ये कीड़े अपने घरों का कैसे अचूक रूप से निर्माण करते हैं, और इनकी आंतरिक संरचना कैसी दिखती है, वह कहती है।

इन सवालों का पता लगाने के लिए, कुछ वर्ष पहले, बोर्जस ने सिविल इंजीनियरिंग विभाग में एसोसिएट प्रोफेसर तेजस जी मूर्ति के साथ मिलकर काम करने का निर्णय लिया। मूर्ति याद करते हैं कि कैसे इन आकर्षक प्रणालियों के बारे में एक लंच चर्चा ने उनकी रुचि को बढ़ाया, जब उनके एक पूर्व सहयोगी ने लापरवाही से उल्लेख किया कि यह "यह एक शांत दानेदार यांत्रिकी समस्या" हो सकती है। चर्चा बाद में व्यापक हुई और पीएचडी की छात्रा निकिता जकारिया के साथ, उन्होंने और अधिक विशिष्ट प्रश्न पूछना शुरू किया, जैसे: एक टीले के अंदर जलवायु कैसे नियंत्रित होती है? वास्तव में दीमक उन्हें कैसे बनाते हैं? टीलों को मजबूती और स्थिरता कौन देता है? "कोई भी वास्तव में इंजीनियरिंग और पारिस्थितिक [दोनों] दृष्टिकोण से नहीं देख रहा था," बोर्गेस कहते हैं।

हालांकि, उनका काम चुनौतियों से परिपूर्ण था, जिनमें से एक का काम आवासीय टीले से नमूना संग्रह करना था, जकारिया कहते हैं। "मैं अपना नमूना एकत्र करने के लिए टीले को नष्ट नहीं करना चाहता था और इसलिए नमूना संग्रहण के लिए मुझे अपनी स्वयं की ड्रिलिंग मशीन बनानी पड़ी। इसने सुनिश्चित किया कि टीले को कम से कम क्षति पहुंचे।" शोधकर्ताओं को भी दीमक के टीले के भीतर की स्थितियों को इस प्रकार से दोहराना पड़ा जैसे कि वे प्रयोगशाला में रहती हो। इसके अलावा, क्षेत्र/फील्ड में, टीम को कुछ ऐसे लोगों से भी निपटना पड़ा, जो गलती से इन टीलों से इसलिए डरते थे कि वे सांपों के निवास स्थल थे, या उन्हें पवित्र स्थल मानते थे। इसलिए, टीम को आईआईएससी परिसर में अपने सभी शोध टीलों पर नोटिस लगाने पड़े।

जुलाई 2017 में साइंटिफिक रिपोर्ट्स में प्रकाशित उनके पहले संयुक्त अध्ययन में, उन्होंने दीमक टीला मिट्टी के भौतिक, रासायनिक और इंजीनियरिंग गुणों की जांच की, और एक एकात्मक संरचना बोलस (ईंट की तरह) नामक एक संरचना की पहचान की जो दीमक द्वारा बिल्डिंग ब्लॉक के रूप में उपयोग की जाती है। ये बोलस दो आकारों में आते हैं जो प्रौढ़/वयस्क और अप्रौढ़ श्रमिक दीमक द्वारा निर्मित किए जाते हैं, दो श्रमिक जातियां (दीमक में भी सैनिक और प्रजनन जातियां होती हैं)। टीले के निर्माण के दौरान बड़ी और छोटी बोलस चिपक जाती हैं, जो सामग्री की सख्त पैकिंग में योगदान कर सकती हैं। टीम ने उन सामग्रियों की श्रेणियों की भी जांच की, जिनके साथ दीमक अपने टीले का निर्माण करती है। मूर्ति कहते हैं, "हमने निष्कर्ष निकाला कि पानी की उपस्थिति में एक दानेदार सामग्री और जिसमें कार्बनिक पदार्थ होते हैं, टीले के निर्माण के लिए आदर्श है।"

2020 में रॉयल सोसाइटी ओपन साइंस में प्रकाशित एक अन्य अध्ययन में, उन्होंने पाया कि जिन चीज़ों ने टीलों की मजबूती को बढ़ाया, वह मिट्टी में नमी का एक विशिष्ट स्तर था और उसके बाद मिट्टी का चूषण - छिद्रों में ये कितना ऋणात्मक जल दबाव बनाते है। इसके अलावा, टीले को मौसम प्रतिरोधी करने के लिए, ये दीमक मिट्टी को अपने स्राव के साथ मिलाते हैं। यही कारण है कि ये टीले बारिश में नहीं बहते हैं। “हमने सोचा कि दीमक से स्राव इन टीलों की स्थिरता के लिए महत्वपूर्ण कारक हैं; और यह कि ये स्राव मिट्टी पर लागू किए जाते हैं। यह पता चला है कि चूषण इस अद्भुत रूप से मजबूत मिट्टी के कपड़े बनाता है, अनिवार्य रूप से बहुत अधिक स्राव की आवश्यकता इनको बचाती है, कुछ ऐसा जो दीमक के क्रमागत विकास हेतु लाभदायक है, बोर्जस कहती हैं।

शोधकर्ताओं ने स्वयं टीले के निर्माण की भी जांच की और पाया कि यह एक द्वि-स्तरित संरचना है जिसमें अधिक छिद्रयुक्त बाहरी बट्रेस और कम छिद्रपूर्ण (सघन) आंतरिक आवरण होता है, जो स्थिरता को बढ़ाता है और बेहतर वेंटिलेशन की भी अनुमति देता है। ये नतीजे इस वर्ष अगस्त में साइंटिफिक रिपोर्ट्स में प्रकाशित हुए थे।

एक अंतःविषय टीम के रूप में काम करने से शोधकर्ताओं को इस तरह के व्यापक प्रश्नों का जवाब पाने में मदद मिली है, बोर्जस कहती हैं। "[इससे] निपटना न तो एक शुद्ध दानेदार यांत्रिकी समस्या के रूप में और नहीं एक पशु व्यवहार की समस्या के रूप में संभव है।" मूर्ति के अनुसार इन दीमक के टीलों का अध्ययन कम कार्बन निर्माण प्रौद्योगिकियों और इमारतों में वेंटिलेशन सिस्टम की डिजाइन के लिए महत्वपूर्ण रूप से प्रभावकारी है। "यह बहुत आकर्षक है कि इतनी ऊर्जा खर्च किए बिना, पृथ्वी की संरचना जो सदियों तक बनी रह सकती है, बनाई जा सकती है।"

- वैशाली चंद्र

फोटो : दिवाकर बादल

चाँद पर निवास के लिए अंतरिक्ष ईंटें

बैक्टीरिया और ग्वार गम का उपयोग करके, आईआईएससी और इसरो के शोधकर्ताओं ने चाँद संरचनाओं के लिए "अंतरिक्ष ईंट" बनाने के लिए एक प्रक्रिया विकसित की है

अंतरिक्ष अन्वेषण में एक महत्वपूर्ण कदम आगे क्या हो सकता है, आईआईएससी और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के शोधकर्ताओं की एक टीम ने चंद्रमा पर ईंट जैसी संरचना बनाने के लिए एक स्थायी प्रक्रिया विकसित की है। यह चाँद की मिट्टी और संभावित लोडिंग संरचनाओं में मिट्टी को मजबूत करने के लिए बैक्टीरिया और ग्वार बीन्स का उपयोग करती है। इन "अंतरिक्ष ईंटों" का अंततः चंद्रमा की सतह पर रहने के लिए संरचनाओं के निर्माण हेतु उपयोग किया जा सकता है, शोधकर्ताओं का सुझाव है।

"यह वास्तव में अत्यंत रोमांचक है क्योंकि यह दो अलग-अलग क्षेत्रों - जीव विज्ञान और यांत्रिक इंजीनियरिंग - को एक साथ लाता है," आलोक कुमार, यान्त्रिकी इंजीनियरिंग विभाग, आईआईएससी में सहायक प्रोफेसर कहते हैं, जो हाल ही में प्रकाशित दो अध्ययनों, सेरामिक्स इंटरनेशनल और पीएलओएस वन के लेखकों में से एक हैं।

पिछली सदी में अंतरिक्ष की खोज में तेजी आई है। पृथ्वी के संसाधनों के तेजी से घटने के कारण, वैज्ञानिकों ने चंद्रमा और संभवतः अन्य ग्रहों पर निवास के लिए अपने प्रयासों को बहुत तेज किया है।

बाहरी अंतरिक्ष में एक पाउंड सामग्री भेजने की लागत लगभग 7.5 लाख रुपये है। आईआईएससी और इसरो टीम द्वारा विकसित प्रक्रिया यूरिया का उपयोग करती है - जिसे मानव मूत्र से प्राप्त किया जा सकता है - और चंद्रमा की सतह पर निर्माण के लिए कच्चे माल के रूप में चाँद की मिट्टी के साथ उपयोग किया जा सकता है। इससे कुल व्यय में काफी कमी आती है। इस प्रक्रिया में कार्बन फुटप्रिंट भी कम है क्योंकि इसमें समर्थन के लिए सीमेंट की बजाय ग्वार गम का उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग पृथ्वी पर टिकाऊ ईंटों को बनाने के लिए भी किया जा सकता है।

कुछ सूक्ष्मजीव चयापचय पथ के माध्यम से खनिजों का उत्पादन कर सकते हैं। इस तरह के एक जीवाणु, जिसे स्पोरोसार्सिना पेस्टुरि कहा जाता है, यूरिया और कैल्शियम का उपयोग एक चयापचय पथ के माध्यम से करता है जिसे मूत्रनली चक्र कहा जाता है, कैल्शियम कार्बोनेट क्रिस्टल उपोत्पाद बनाता है। " इस तरह के जीवित जीव कैम्ब्रियन काल की शुरुआत से ही खनिज वर्षा में शामिल हैं, और आधुनिक विज्ञान ने अब उनके लिए एक उपयोग पाया है," कुमार कहते हैं।

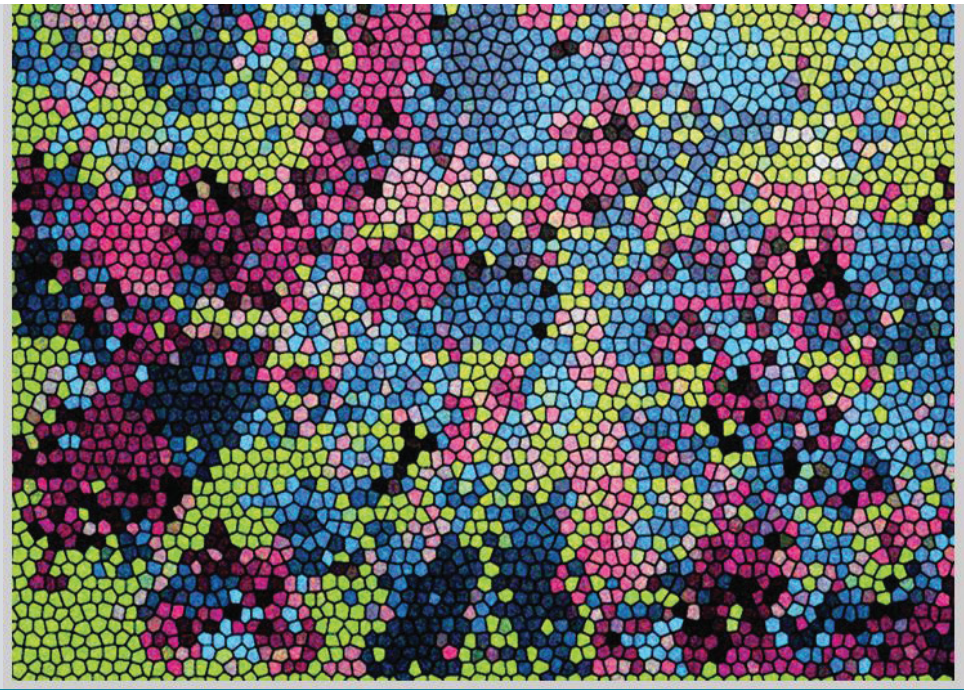
इस क्षमता का लाभ उठाने के लिए, आईआईएससी के कुमार और सहयोगियों ने इसरो के वैज्ञानिकों अर्जुन डे और आई वेणुगोपाल के साथ मिलकर काम किया। उन्होंने सबसे पहले बैक्टीरिया को चाँद मिट्टी के साथ मिलाया। फिर, उन्होंने स्थानीय स्तर पर ग्वार फलियों से निकाले गए गोंद के साथ आवश्यक यूरिया और कैल्शियम स्रोतों को जोड़ा। ग्वार गम को कार्बोनेट वर्षा के लिए एक मचान के रूप में सेवा सामग्री की ताकत बढ़ाने के लिए जोड़ा गया था। ऊष्मायन के कुछ दिनों के बाद प्राप्त अंतिम उत्पाद में महत्वपूर्ण ताकत और मशीनीक्षमता थी। “हमारी सामग्री को एक साधारण लैथ का उपयोग करके किसी भी मुक्त आकार में ढाला/निर्मित किया जा सकता है। यह लाभप्रद है क्योंकि यह पूरी तरह से विशिष्ट सांचों की आवश्यकता को दरकिनार कर देता है - जो कास्टिंग द्वारा विभिन्न प्रकार के आकार बनाने की कोशिश करते समय एक आम समस्या होती है, ”एक अन्य लेखक, आईआईएससी के यांत्रिक इंजीनियरींग विभाग में सहायक प्रोफेसर कौशिक विश्वनाथन बताते हैं। "यह क्षमता, बिना अतिरिक्त बांधने के तंत्र की आवश्यकता के, चांद पर निर्माण के लिए जटिल इंटरलॉकिंग संरचनाओं को बनाने हेतु भी उपयोग में लाई जा सकती है, ।"

पीएलओएस वन अध्ययन, आईआईएससी में एक डीबीटी-बायोकेयर फेलो रश्मि दीक्षित द्वारा कल्पित की गई, जिन्होंने इस पेस्टुरि के स्थान पर अन्य स्थानीय रूप से उपलब्ध मिट्टी जीवाणुओं के उपयोग की खोज की। बैंगलोर में विभिन्न मिट्टी के नमूनों का परीक्षण करने के बाद, शोधकर्ताओं ने इसी तरह के गुणों के साथ एक आदर्श विकल्प पदार्थ पाया: बेसिलस वेलेज़ेंसिस। जहां एस पेस्टुरि की सिर्फ एक शीशी की कीमत रु. 50,000 है; वहीं दूसरी ओर, बी. वेलेन्जिस, लगभग दस गुना कम महंगा है, शोधकर्ताओं का कहना है।

लेखकों का मानना है कि अंतरिक्ष में इमारतों के निर्माण की दिशा में यह पहला महत्वपूर्ण कदम है। “हमें अलौकिक आवासों को देखने से पहले काफी दूरी तय करनी हैं। हमारा अगला कदम अधिक स्वचालिता और समानांतर उत्पादन प्रक्रिया के साथ बड़ी ईंटें बनाना है, ”कुमार कहते हैं। "इसके साथ ही, हम इन ईंटों की ताकत को और बढ़ाना चाहेंगे और विभिन्न लोडिंग परिस्थितियों जैसे प्रभावों और संभवतः चंद्रकंप के तहत इनका परीक्षण करेंगे।"

- रोहिणी मुरुगन

चित्र सौजन्य: राजेश गणपति



विकांचीकरण गैर रहस्यमता

जवाहरलाल नेहरू उन्नत वैज्ञानिक अनुसंधान केंद्र और आईआईएससी के वैज्ञानिकों ने कल्पना की है कि प्रयोगों में कैसे पहली बार काँच क्रिस्टल में बदल जाता है

काँच/ग्लास प्रकृति में अनाकार होता है - इसकी परमाणु संरचना में क्रिस्टलीय सामग्रियों में देखी गई दोहरावदार व्यवस्था शामिल नहीं है। लेकिन कभी-कभी, यह एक प्रक्रिया से गुजरता है जिसे विकांचीकरण कहा जाता है, जो एक ग्लास का क्रिस्टल में रूपांतरण है – जो कि अक्सर उद्योगों में एक अवांछित प्रक्रिया होती है। विकांचीकरण की गतिशीलता ठीक तरीके से नहीं समझी जाती है क्योंकि यह प्रक्रिया बेहद धीमी हो सकती है, जिसमें दशकों या उससे अधिक तक का समय लग सकता है।

अब, जवाहरलाल नेहरू उन्नत वैज्ञानिक अनुसंधान केंद्र (JNCASR) के राजेश गणपति, एसोसिएट प्रोफेसर, के नेतृत्व में शोधकर्ताओं की एक टीम, और अजय सूद, आईआईएससी के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग के डीएसटी ईयर ऑफ चेयर प्रोफेसर एवं आईआईएससी के प्रोफेसर और उनके पीएचडी छात्र दिव्या गणपति (आईआईएससी) के सहयोग से/ने मिलकर प्रयोगों में पहली बार विकांचीकरण की कल्पना की है। इस अध्ययन के परिणाम नेचर फिजिक्स में प्रकाशित किए गए हैं।

प्रयोग कोलाइड कणों से बने ग्लास के साथ किया जाना था। चूँकि प्रत्येक कोलाइडल कण को एक परमाणु के विकल्प के रूप में माना जा सकता है, लेकिन परमाणु से दस हजार गुना बड़ा होने के कारण, इसकी गतिशीलता को एक ऑप्टिकल माइक्रोस्कोप के साथ वास्तविक समय में देखा जा सकता है, "दिव्य गणपति कहते हैं। "इसके अलावा, इस प्रक्रिया को तेज करने के लिए हमने कणों के बीच के फेरबदल को तेज कर दिया ताकि यह नरम हो और कांच में पुनर्व्यवस्था अक्सर होती रहे।"

एक ग्लास बनाने के लिए, टीम ने उच्च घनत्व तक पहुंचने के लिए एक साथ कोलाइड्स को जाम कर दिया। उन्होंने क्रिस्टलीकरण के लिए दो मार्गों का अनुसरण करते हुए कांच के विभिन्न क्षेत्रों का अवलोकन किया: संरचना में तेजी से पुनर्व्यवस्था के साथ एक हिमस्खलन-मध्यस्थता मार्ग, और समय के साथ धीरे-धीरे होने वाली पुनर्व्यवस्थाओं के साथ एक सहज विकास मार्ग।

इन निष्कर्षों में अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए, शोधकर्ताओं ने यह निर्धारित करने के लिए मशीन अधिगम के तरीकों का प्रयोग किया कि क्या कांच में कुछ सूक्ष्म संरचनात्मक विशेषता छिपी हुई थी जो पहले से तय करती है कि कौन से क्षेत्र बाद में क्रिस्टलीकृत होंगे और किस मार्ग के माध्यम से होंगे। कांच के विकारग्रस्त होने के बावजूद, मशीन लर्निंग मॉडल "सॉफ्टनेस" नामक एक संरचनात्मक विशेषता की पहचान करने में सक्षम था जो पहले यह तय करने के लिए पाया गया था कि कांच के कौन से कण पुनर्व्यवस्थित करते हैं और कौन से नहीं।

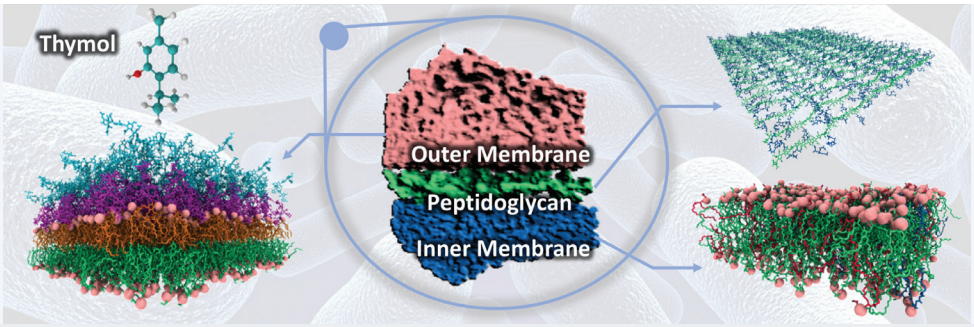
शोधकर्ताओं ने तब पाया कि ग्लास में जिन क्षेत्रों में कण समूहों में बड़े "सॉफ्टनेस" मूल्य थे, वे क्रिस्टलीकृत थे और वह "सॉफ्टनेस" भी क्रिस्टलीकरण मार्ग के प्रति संवेदनशील थी। शायद अध्ययन से उभरने वाली सबसे चौंकाने वाली बात यह थी कि लेखकों ने कोलाइडल ग्लास के अपने मॉडल चित्रों को फेड किया था और यह उन क्षेत्रों का सटीक अनुमान लगाता था जो पहले ही दिनों में क्रिस्टलीकृत हो गए थे। अजय सूद कहते हैं, "इससे एक शक्तिशाली तकनीक के लिए रास्ता तैयार होता है, जो पहले से "सॉफ्टनेस" 'को अच्छी तरह से पहचानने और टालने का मार्ग प्रशस्त करता है।"

दवा उद्योग जैसे क्षेत्रों में विकांचीकरण को समझना महत्वपूर्ण है, जो स्थिर अमोघ दवाओं का उत्पादन करने का प्रयास करता है क्योंकि वे अपने क्रिस्टलीय समकक्षों की तुलना में शरीर में तेजी से घुलते हैं। यहां तक कि तरल परमाणु कचरे को कांच के मैट्रिक्स में एक ठोस के रूप में कांचीकृत किया जाता है ताकि इसका सुरक्षित रूप से गहराई से भूमिगत निपटान किया जा सके और खतरनाक पदार्थों को पर्यावरण में लीक होने से रोका जा सके।

लेखकों का मानना है कि यह अध्ययन कांच की अंतर्निहित संरचना और स्थिरता के बीच संबंध को समझने में एक महत्वपूर्ण कदम है। "यह वास्तव में अच्छा है कि एक मशीन लर्निंग एल्गोरिदम यह अनुमान लगा सकता है कि ग्लास कब क्रिस्टलीकृत होने जा रहा है और यह कब तक ग्लासी रहने वाला है। यह मोबाइल फोन पर गोरिल्ला ग्लास की तरह अधिक स्थिर ग्लास डिजाइन करने के लिए प्रारंभिक कदम हो सकता है, जो आधुनिक तकनीक में सर्वव्यापी है, "राजेश गणपति कहते हैं।
संरचनात्मक मापदंडों में हेरफेर करने की क्षमता तकनीकी रूप से महत्वपूर्ण लंबे समय तक ग्लासी अवस्थाओं का एहसास करने के लिए नए तरीकों की शुरूआत कर सकती है।

- गौरी पाटिल (लेखकों से इनपुट्स के साथ)

चित्र: प्रद्युम्न शर्मा



जीवाणु झिल्लियों में बाधाओं का आकलन

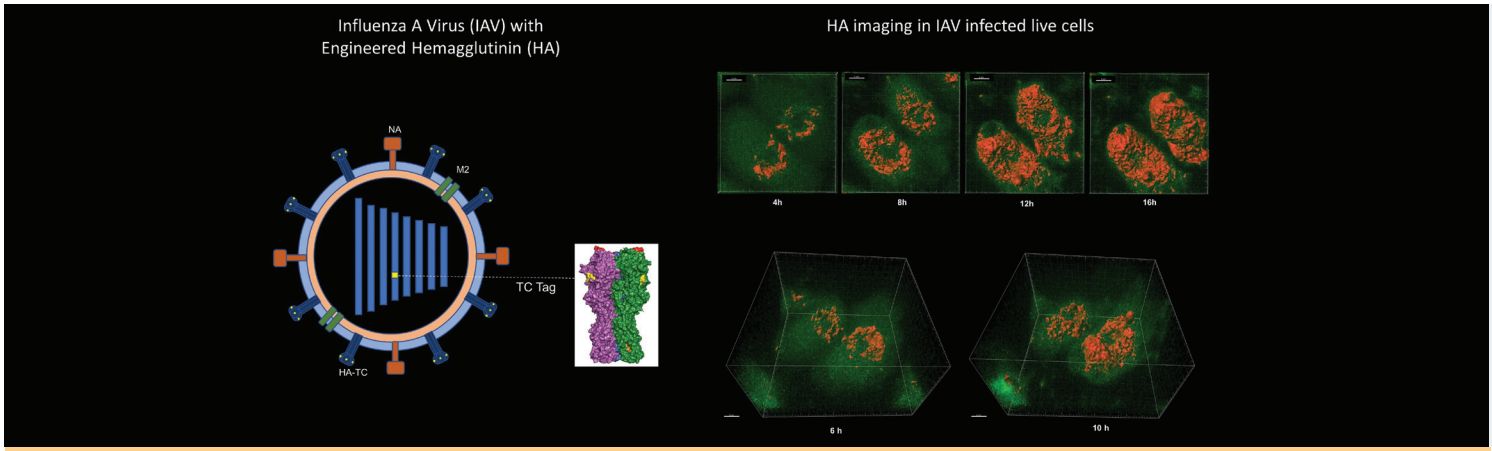
यूनीलीवर आरएंडडी के साथ रासायनिक इंजीनियरिंग और भौतिकी विभाग के शोधकर्ताओं ने यह समझने के लिए बेहतर प्रयोगशाला और कंप्यूटर मॉडल विकसित किए हैं कि जीवाणुरोधी यौगिक बैक्टीरिया झिल्ली में कैसे प्रवेश कर सकते हैं। एक अध्ययन में, थाइमोल के प्रवेश के लिए एक मार्कर के रूप में लिपिड गतिशीलता का उपयोग करना - व्यक्तिगत स्वच्छता उत्पादों में प्रयोग किया जाने वाला एक जीवाणुरोधी अणु - समूह ने झिल्ली में मौजूद अवरोधों के स्थान का पता लगाया। उन्होंने पाया कि बाहरी झिल्ली में फॉस्फोलिपिड की मात्रा बढ़ने से थायमॉल को इसमें प्रवेश करने की अनुमति मिली।

एक अन्य अध्ययन में, उन्होंने झिल्ली के पेप्टिडोग्लाइकन परत का एक सरलीकृत आणविक मॉडल विकसित किया, जिससे कम्प्यूटेशनल प्रयास कई सौ गुना कम होने की उम्मीद है। इस मॉडल का उपयोग करते हुए, थाइमोल जैसे छोटे अणुओं को पेप्टिडोग्लाइकन परत को तेजी से पारित करते हुए पाया गया।

अध्ययन उन मॉडलों को फिर से बनाने की क्षमता का वर्णन करता है जिनका उपयोग जटिल जीवाणु झिल्ली के माध्यम से छोटे अणुओं के पारित होने का परीक्षण करने के लिए किया जा सकता है। यह बैक्टीरिया के संक्रमण से निपटने के लिए संभावित एंटीबायोटिक दवाओं की जांच, और जीवाणु संक्रमण से निपटने के लिए आदर्श दवा अणुओं के विकास की संभावना को खोलता है।

- शतरूपा सरकार (लेखकों से इनपुट्स के साथ)

चित्र सौजन्य: वायरस / शशांक त्रिपाठी



इन्फ्लूएंजा संक्रमण की जीवंत इमेजिंग के लिए आदर्श विधि

इन्फ्लुएंजा ए के उपप्रकार एक वायरस (IAV) पक्षियों और मनुष्यों सहित कुछ स्तनधारियों में "फ्लू" का कारण बनता है। इनफ्लुएंजा हेमाग्लगुटिनिन (HA) इन विषाणुओं की सतह पर एक ग्लाइकोप्रोटीन है जो वायरल प्रवेश को सक्षम करने के लिए मेजबान कोशिकाओं के झिल्लियों को बांधता है और इस प्रकार संक्रमण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

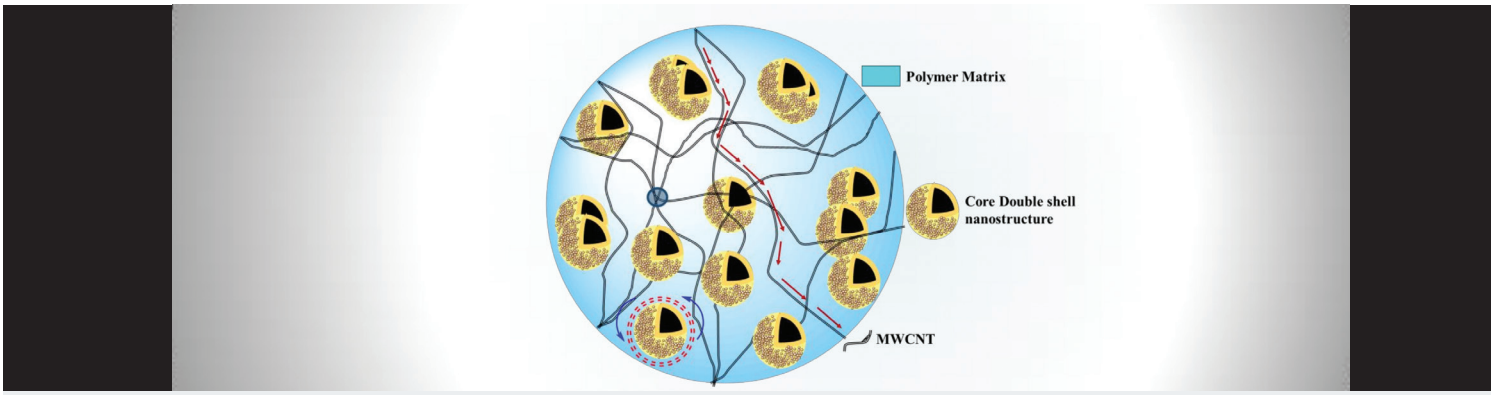
वैज्ञानिकों ने इस प्रोटीन की संरचना और संश्लेषण का व्यापक अध्ययन किया है।

हालांकि, इस के बारे में बहुत कम जान पाया गया है कि एचए मेजबान कोशिका के अंदर ऑर्गेनेल के नेटवर्क में कैसे आगे बढ़ता है और कैसे
झिल्ली तक पहुंचता है। आईएवी से संक्रमित कोशिकाओं में एचए की लाइव इमेजिंग इस तरह के अध्ययन को सक्षम कर सकती है। संक्रामक रोगों के केंद्र में शशांक त्रिपाठी सहित विभिन्न देशों के शोधकर्ताओं, ने संक्रमित कोशिकाओं में एचए के दृश्य को सक्षम करने के लिए एक नई विधि विकसित करने के लिए सहयोग किया है।

इस तकनीक में एक पुनः संयोजक वायरस को इंजीनियरिंग करना शामिल है जिसमें टेट्रा सिस्टीन टैग होता है जो बाई आर्सनिक रंगों की उपस्थिति में प्रतिदीप्ति का उत्सर्जन करता है, और तेजी से पता लगाया जा सकता है। इस विधि का उपयोग मेजबान झिल्ली के साथ वायरल संलयन के बाद भी आईएवी संक्रमण का अध्ययन करने के लिए किया जा सकता है, और एंटीवायरल दवाओं की खोज में सहायता कर सकता है।

- समीरा अग्निहोत्री

चित्र: युधाजित भट्टाचार्जी



ईएमआई परिरक्षण के लिए मजबूत नैनोस्ट्रक्चर

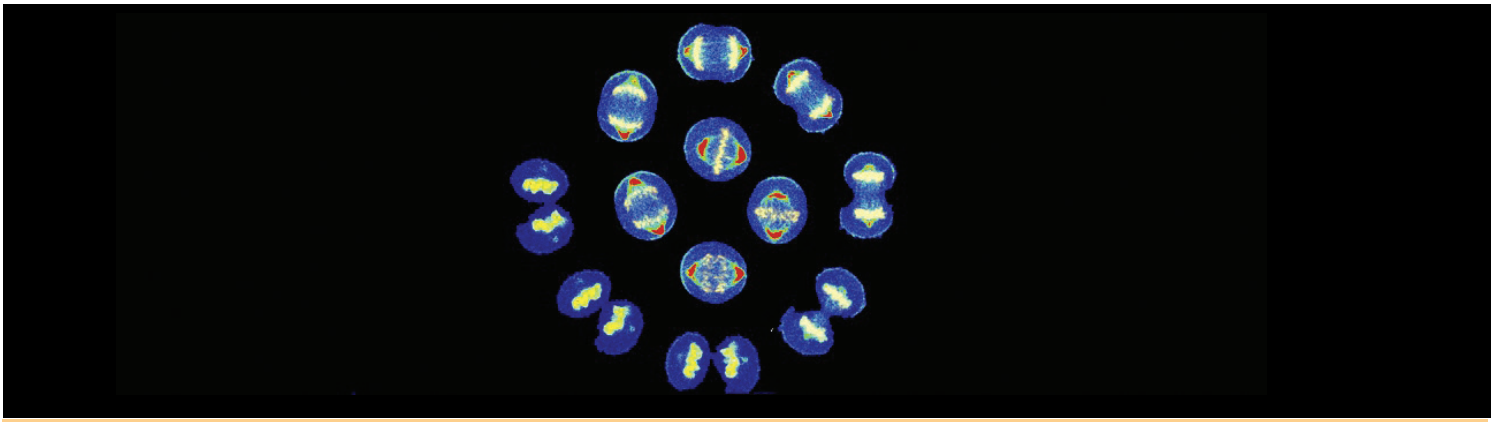
विद्युत-चुम्बकीय इंटरफेरेंस (ईएमआई) एक स्थिर मुद्दा है जो आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स को प्रभावित करता है क्योंकि यह शोर, बाधित सर्किट का मुख्य स्रोत है। मौजूदा ईएमआई परिरक्षण सामग्री की दक्षता और मजबूती काफी कम है, जो उन्हें उच्च अंत इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए प्रतिकूल बनाती है। इसे दूर करने के लिए, सामग्री इंजीनियरिंग विभाग के शोधकर्ताओं ने एक बहुलक और नैनो कंपोजिट के मिश्रण से एक नैनो-संरचना को तैयार किया है।

उन्होंने कोर-डुअल-कोशिका नैनॉस्ट्रक्चर विकसित करने के लिए कोशिका सामग्री के रूप में कोर और आयरन ऑक्साइड (Fe_3O_4) और सिलिका (SiO_2) के रूप में एक संवाहक कार्बन नैनोस्फेयर (CNS) को शामिल किया। बहु नैनोकम्पोजिट्स को पॉलीविनाइलिडीन फ्लोराइड के एक बहुलक मैट्रिक्स में एकीकृत किया गया था, जिसके परिणामस्वरूप अत्यधिक उच्च आर्किटेक्चर के साथ ईएमआई ढालें बनी।

टीम ने कई कोर-कोशिका विन्यासों को डिज़ाइन किया तथा तुलना की और पाया कि CNS @ SiO_2 @ Fe_3O_4 ने आने वाले विद्युत चुम्बकीय विकिरण का अधिकतम क्षीणन दिखाया - एक उल्लेखनीय 99%। ये नैनोस्ट्रक्चर 99.9% तक यूवी विकिरण को अवरुद्ध करने में भी प्रभावी थे। सामग्री उच्च तापमान पर और यांत्रिक तनाव के तहत भी टिकाऊ है, जिससे यह लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए उपयुक्त है।

- गौरी पाटिल

चित्र सौजन्य: सचिन कोटक लैब



दो एंजाइमों के बीच टग-ऑफ-वार जो कोशिका विभाजन में स्पिंडल बलों को चलाता है

जब यूकेरियोटिक कोशिकाएँ विभाजित होती हैं, तो धागा-जैसी संरचनाएँ जो धागा/स्पिंडल फ़ाइबर के नाम से जानी जाती है, प्रतिरूपित गुणसूत्रों की एक प्रति को अपनी बेटी कोशिका में खींचने में मदद करती हैं। त्रुटि मुक्त कोशिका विभाजन सुनिश्चित करने के लिए इसे खींचने के लिए जिम्मेदार बलों को सही समय पर उत्पन्न किया जाना चाहिए। जंतु कोशिकाओं में, नुमा/NuMA नामक एक प्रोटीन इस प्रक्रिया में एक अभिन्न भूमिका निभाती है।

उन तरीकों में से एक ऐसा है जो कोशिकाएं ऐसे प्रोटीनों को नियंमित करती हैं, जो फॉस्फेट समूहों को जोड़कर या हटाकर होता है। जब NuMA को T2055 नामक एक अमीनो एसिड अवशेषों में डी फॉस्फोराइलेटेड किया जाता है, तो यह कोशिका कॉर्टेक्स को स्थानीयकृत करती है जहां यह स्पिन्डल बलों को उत्पन्न करने के लिए आवश्यक मोटर प्रोटीन, डायनिन को एंकर करने में मदद करती है। हालांकि, सीडीके1 जैसे एंजाइम, फॉस्फोराइलेटिंग नुमा द्वारा इसके स्थानीयकरण को अवरुद्ध कर सकते हैं।

इन दोनों प्रक्रियाओं की गतिशीलता के बारे में बहुत कम जाना गया हैं। माइक्रोबायोलॉजी और सेल बायोलॉजी विभाग के शोधकर्ताओं ने अब T2055 पर NuMA को डी फॉस्फोराइलेटिंग के लिए जिम्मेदार पीपी2ए नामक एक एंजाइम की सबयूनिट (B55γ) की पहचान और विशेषीकरण किया है। शोधकर्ताओं का सुझाव है कि सीडीके1 और पीपी2ए-B55γ के बीच एक रस्साकशी कोर्टिकल NuMA स्तरों को नियमित करती है।

चूंकि B55γ का निम्न स्तर प्रोस्टेट कैंसर से जुड़ा हुआ है, भविष्य के शोध कैंसर की प्रगति में धुरी गठन की भूमिका को उजागर करने का प्रयास करेंगे।

- रोहिणी मुरुगन

चित्र: युधाजित भट्टाचार्जी

एक कीड़ा हमें सिखा सकता है कि जानवर कैसे चलते हैं

कविता बाबू की प्रयोगशाला पशु संचलन को रेखांकित करने वाले आणविक तंत्र की खोज कर रही है

उनके निधन से पहले, भारत के सबसे प्रसिद्ध तंत्रिकाजैववैज्ञानिकों/न्यूरोबायोलॉजिस्टों में से एक, वेरोनिका रोड्रिग्स दर्जनों विद्यार्थियों के गुरु/परामर्शदाता रहे - न केवल उनके अपने बल्कि देश भर के कई स्नातक विद्यार्थियों, जिन्होंने टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान (TIFR), मुंबई में अपनी प्रयोगशाला में अपना ग्रीष्मकाल बिताया। वर्ष 1996 में, कविता बाबू उनमें से एक थीं।

कविता तब सेंट जोसेफ कॉलेज, बैंगलोर में बीएससी की विद्यार्थी थी, जो भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान और गणित में पढ़ाई करती थी। "मुझे वास्तव में गर्मियों में वहाँ, फल मक्खी के जीव विज्ञान पर काम करने में, विशेष रूप से आनुवंशिकी पर, बहुत मज़ा आया, " वह याद करती हैं। इस अनुभव ने उन पर इतना गहरा प्रभाव डाला कि उन्होने जीवविज्ञानी बनने का फैसला किया।

अपनी स्नातक की डिग्री के बाद, कविता ने जैव प्रौद्योगिकी में एक स्नातकोत्तर/मास्टर कार्यक्रम जॉइन किया। उस समय, रोड्रिग्स की सलाह पर, उन्होंने सिंगापुर में इंस्टीट्यूट ऑफ मॉलिक्यूलर एंड सेल्युलर बायोलॉजी में फल फ्लाई बायोलॉजिस्ट विलियम चिया से उनके साथ काम करने की संभावनाओं के बारे में बात की। उनके प्रथम वर्ष के बाद, उन्होंने अपना मास्टर कार्यक्रम छोड़ दिया और विकास जीव विज्ञान में चिया के साथ पीएचडी करने चली गई।

लेकिन आनुवांशिकी और न्यूरोबायोलॉजी के लिए उनका प्यार, जिसे उन्होने रोड्रिग्स लैब में उजागर किया था, अंततः उन्होंने संयुक्त राज्य अमेरिका के मैसाचुसेट्स जनरल अस्पताल में न्यूरोजेनेटिक्स पर अपने पोस्टडॉक्टरल शोध के लिए आगे बढ़ने हेतु ले गया।

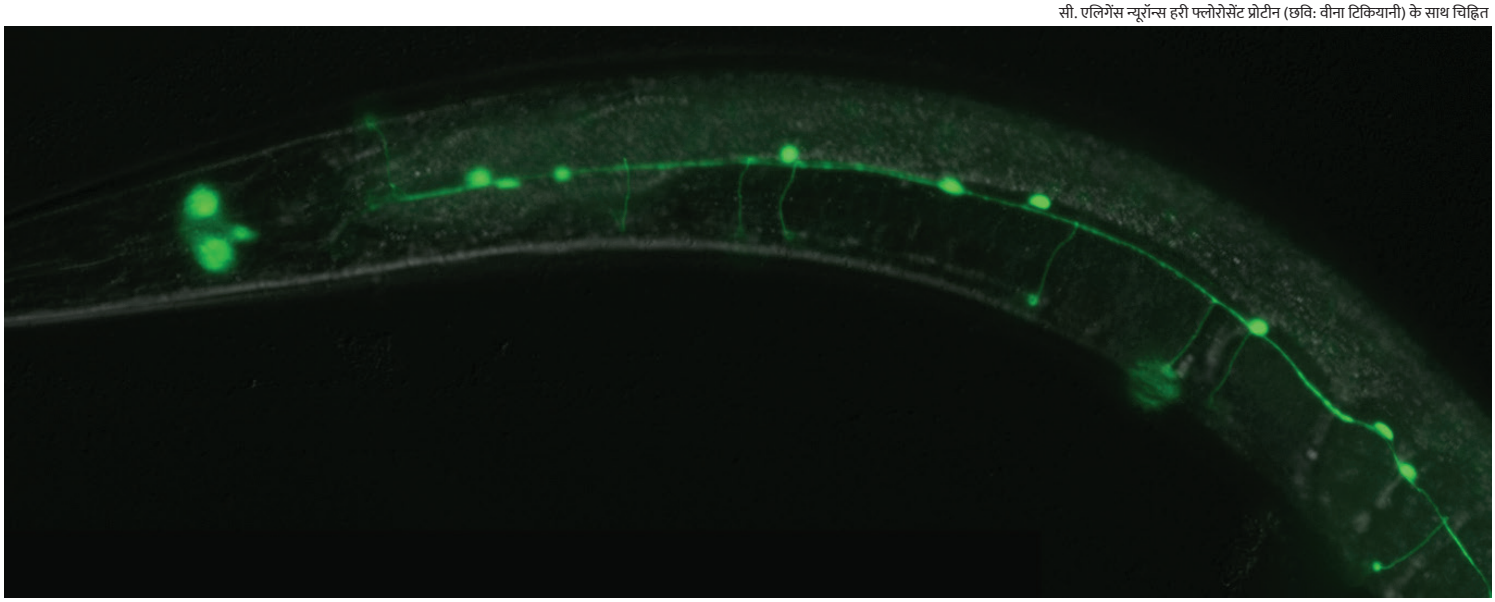
वर्ष 2011 में, कविता भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान (IISER), मोहाली में एक संकाय सदस्य के रूप में भारत वापस आ गईं, जहाँ उन्होंने अपनी प्रयोगशाला स्थापित की। लेकिन उत्तर में सात साल से अधिक समय बिताने के बाद, वह दक्षिण भारत वापस आना चाहती थी, और इसलिए आईआईएससी में आवेदन किया। और वर्ष 2019 में, उन्होंने आईआईएससी में सेंटर फॉर न्यूरोसाइंस (CNS) में एसोसिएट प्रोफेसर के रूप में जॉइन किया।
सीएनएस में, कविता की प्रयोगशाला एक छोटे, स्वतंत्र गोलकृमि/राउंडवॉर्म का अध्ययन करती है, जिसे सेनोरहैबडाइटिस एलिगेंस कहा जाता है, जिसे सी. एलिगेंस के नाम से जाना जाता है। क्योंकि इसकी शरीर योजना अपेक्षाकृत सरल है और यह पारदर्शी है, यह जैविक अध्ययनों के लिए एक महत्वपूर्ण जैविक मॉडल बन गया है।
एक और अच्छा कारण है कि क्यों कविता जैसे जीवविज्ञानी सी. एलिगेंस के शौकीन हैं: अकशेरुकी में लगभग 20,000 जीन (मनुष्यों में लगभग 25,000 की तुलना में) हैं, जिनमें से कई "संरक्षित" हैं, वह कहती हैं। संरक्षित जीनों और उन प्रोटीनों को समझना जिनके लिए वे कोड करते हैं – वे जो विकास के उन्नतिक्रम में बदलते नहीं हैं - शोधकर्ताओं को जैविक लक्षणों की उत्पत्ति और विकास के बारे में निष्कर्ष निकालने की अनुमति देते है।

कविता इनमें अंतर्निहित न्यूरोजेनेटिक्स को समझने में रुचि रखती है कि ये कीड़े कैसे चलते हैं। " मुझे नहीं पता, यदि आपने किसी कीड़े को चलते हुए देखा है, यह अनिवार्य रूप से एक सांप की तरह एक साइनसोइडल संचलन होता है,"वह बताती हैं। "वे क्या आणविक तंत्र हैं जो इस कीड़े को आगे बढ़ने की अनुमति देते हैं जैसा कि यह करता है? इसे रुकने की अनुमति देते हैं जैसा कि यह करता है? इसे पीछे जाने की अनुमति देते हैं? मुड़ता है? " चलने की गति के इस तंत्र को समझने के लिए, उनकी प्रयोगशाला दो व्यापक प्रश्नों को संबोधित कर रही है।

पहला यह है कि संचलन को सुविधाजनक बनाने के लिए न्यूरॉन्स एक-दूसरे के साथ कैसे संवाद करते हैं। इस प्रश्न का जवाब देने के लिए, वे और उनके विद्यार्थी संकेतन/सिग्नलिंग के दौरान न्यूरॉन्स द्वारा भेजे गए न्यूरोपेप्टाइड्स नामक छोटे प्रोटीन की भूमिका का अध्ययन कर रहे हैं।

दूसरा प्रश्न जो कि कविता को कुरेदता/बताता है कि न्यूरॉन्स मांसपेशियों की कोशिकाओं के साथ कैसे संवाद

सी. एलिगेंस न्यूरॉन्स हरी फ्लोरोसेंट प्रोटीन (छवि: वीना टिकियानी) के साथ चिह्नित



करते हैं। वह मानती हैं कि इस प्रश्न का उत्तर अन्तर्ग्रथन/साइनेप्स में विशिष्ट अणुओं की भूमिका में हो सकता है - दो न्यूरॉन्स के बीच और एक न्यूरॉन और एक मांसपेशी कोशिका के बीच रासायनिक जंक्शन – जिन्हें कोशिका आसंजन अणु कहा जाता है। वे यह भी जानना चाहती है कि क्या इन अणुओं में मांसपेशियों के संकुचन के लिए आवश्यक संकेत संचरण के पूर्व और पश्च श्लेष/साइनेप्टिक चरण में कुछ अन्य प्रकार्य भी होते हैं।

जंतुओं की चाल-गति को समझने की उनकी जिज्ञासा/खोज में, कविता और उनके विद्यार्थियों ने अनेक महत्वपूर्ण खोजें की हैं। उदाहरण के लिए, उनकी पीएचडी की विद्यार्थी श्रुति थपलियाल ने एक कोशिका आसंजन अणु, जो न्यूरोमस्कुलर जंक्शन पर CASY-1 सिग्नल कहलाता है, को दिखाया है और यह GABA, एक निरोधात्मक न्यूरो ट्रांसमीटर की रिहाई के लिए आवश्यक है।

उनके दो अन्य विद्यार्थियों, पल्लवी शर्मा और वीना टिकियानी ने अणुओं के एक सेट पर काम किया है, जिन्हें क्लुडिन कहा जाता है, जो किसी जीव की कोशिकाओं की सबसे बाहरी परत पर मौजूद होते हैं। जब क्लुडीन्स बाधित होते हैं, तो यह इन परतों के विघटन की ओर जाता है, कभी-कभी कैंसर का कारण बनता है। कविता ने कहा, "हम यह देखना चाहते हैं कि क्या क्लुडीन्स न्युरोन में व्यक्त किए जाते हैं और क्या वे वास्तव में न्यूरॉन्स में कार्य करते हैं।" उनके शोध में दो क्लाउडिन को व्यक्त किया है, जो दोनों न्यूरॉन्स में व्यक्त होते हैं और साइनेप्स पर मौजूद होते हैं। "ये क्लाउडीन्स," वह आगे जारी रखती है, "न्यूरोमस्कुलर पेशी जंक्शन पर पोस्ट-सिनैप्टिक रिसेप्टर्स को बनाए रखने के लिए आवश्यक है।"

अपने शोध योगदान के लिए, कविता को पहले ही जानकी अम्मल नेशनल वूमेन बायोलोजिस्ट अवार्ड और इनोवेटिव यंग बायोटेक्नोलॉजिस्ट अवार्ड जैसे कई पुरस्कार मिल चुके हैं। वे इस मान्यता पहचान से खुश है जो उसके रास्ते में आ गई है लेकिन जल्दी से यह बताती है कि विज्ञान एक टीम स्पोर्ट है। "यह महसूस करना महत्वपूर्ण है कि दिन के अंत में पुरस्कार न केवल मेरे काम के कारण जीते गए, बल्कि इसलिए कि मेरे पास प्रयोगशाला में मेरे साथ काम करने वाले लोगों का एक शानदार समूह है।"

- शतरूपा सरकार

कविता बाबू अपने प्रयोगशाला सदस्यों के साथ (फोटो: सिजू सुरेंद्रन)

संचार कार्यालय
भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc)
बेंगलुरु - 560012
kernel.ooc@iisc.ac.in | office.ooc@iisc.ac.in n

संपादकीय टीम
दीपिकाएस
कार्तिक रामास्वामी
रंजिनी रघुनाथ
समीरा अग्निहोत्री
वैशाली चंद्रा
वी. तिलगम
जे.आर.गोपाल कृष्णन

डिजाइन
TheFool.in