

# प्रयोग करके पौधों को जानें

## एक कार्यशाला

किशोर पंवार

पृथ्वी पर रहने वाले सभी जीव, चाहे वह पेड़ हो या जन्तु, सभी के जीवन की एक प्रमुख आवश्यकता है, भोजन। इसके बिना कोई भी जीव अपनी जैविक क्रियाएँ, मसलन श्वास लेना, चलना, प्रजनन आदि पूरी नहीं कर सकता। पौधों की भोजन सम्बन्धी क्रियाओं को समझने के लिए, पिछले साल एकलव्य फाउण्डेशन द्वारा जून महीने में आयोजित कार्यशाला में कुछ सत्र रखे गए थे। इसमें विभिन्न संस्थाओं-शालाओं एवं विविध शैक्षणिक पृष्ठभूमि के करीब 40 प्रशिक्षणार्थी शामिल हुए। इस प्रशिक्षण में कुछ प्रायोगिक कार्यों द्वारा पौधों में भोजन बनने की प्रक्रिया की विभिन्न ज़रूरतों को समझा और उसमें पत्तियों की भूमिका पर विशेष चर्चा हुई। हमने दस टोलियाँ बनाई - कोशिश थी कि हरेक टोली में चार-पाँच प्रशिक्षणार्थी हों। टोलियों में काम कैसे करना है, काम का बँटवारा कैसे करना होता है, यह सब शुरुआत में समझाया गया।

शुरुआत में चर्चा हुई कि पृथ्वी पर रहने वाले सभी जीव, चाहे पेड़-पौधे

हों या अन्य जीव-जन्तु, सभी सूर्य पर आश्रित हैं, सीधे या अप्रत्यक्ष रूप से। सभी जीव-जन्तुओं का दैनिक क्रियाकलाप सूर्य के उदय और अस्त होने से प्रभावित होता है।

पौधों का तो जीवन ही सूर्य के सहारे चलता है, उनका भोजन सूर्य के प्रकाश में ही बनता है। इसी सन्दर्भ में प्रतिभागियों से पूछा गया कि सूर्य के प्रकाश के अलावा और कौन-से कारक हैं जो इस प्रक्रिया को सम्पन्न करने के लिए ज़रूरी हैं। जवाब मिला कि सूर्य के प्रकाश के साथ हवा और पानी की भी ज़रूरत होती है।

हमने इस पूरी प्रक्रिया को समझने के लिए कुछ सरल प्रयोग करना तय किया ताकि इसमें शामिल घटकों की भूमिका को प्रायोगिक तौर पर भी जाँचा और समझा जा सके। सबसे पहले पानी की भूमिका - वह पत्तियों तक कैसे पहुँचता है, इसे समझने के लिए एक प्रयोग किया गया। यह प्रयोग बाल वैज्ञानिक, कक्षा-7, 'पौधों में पोषण'\* अध्याय में भी विस्तार से दिया गया है।

\* आप इस पाठ को एकलव्य की वेबसाइट पर जाकर देख सकते हैं।

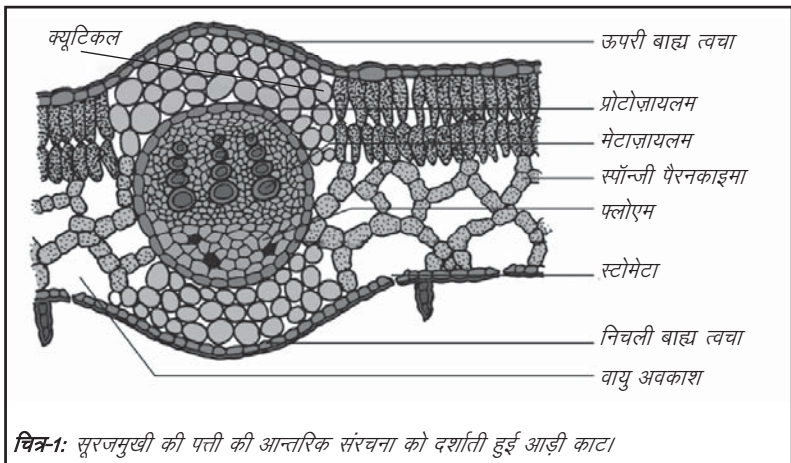
## प्रयोग-1: जड़ों से पत्तियों तक पानी का पहुँचना

इस प्रयोग को करने के लिए टोलियों से कहा गया कि वे दो-तीन छोटे पौधे, जैसे सदाबहार, गुलदाउदी, ट्रायडेक्स या ज़रबेरा आदि जड़-सहित ज़मीन से सावधानी से उखाड़ कर ले आएँ। इन पौधों को उखाड़ते समय यह सुनिश्चित कर लीजिए कि इन पर फूल खिले हों। जहाँ तक सम्भव हो सफेद फूल वाले पौधे चुनें। फिर इन पौधों की जड़ों को तुरन्त अच्छी तरह पानी से धो लें।

यदि किसी वजह से पौधे जड़-सहित न मिल पाएँ तो तने वाले हिस्से भी चलेंगे (यहाँ भी कोशिश कीजिए कि टहनी में फूल ज़रूर खिले हों और सफेद फूल हों तो बेहतर रहेगा) परन्तु उन्हें काटकर तुरन्त पानी में रख दो वरना टहनी

की पत्तियाँ-फूल मुरझा जाएँगे। अब दो प्लास्टिक की खाली बोतल या दो काँच के गिलास में एक-चौथाई साफ पानी भरो, एक गिलास में लगभग 4 चम्मच लाल स्याही डालो। इन पौधों को दोनों गिलास में बाँट दो, ज़रूरत पड़े तो इन्हें सहारा देने के लिए प्लास्टिक की स्केल या छड़ी का उपयोग भी कर सकते हो। जिसमें केवल पानी और पौधे हैं, वह हमारा गिलास A है और जिसमें लाल स्याही है वह गिलास B. अब दोनों गिलास को पौधों सहित लगभग दो घण्टे के लिए खुले में रख दो। लेकिन ध्यान रहे उन पर तेज़ धूप न पड़े, नहीं तो वे मुरझा सकते हैं और ऐसे में हमारा प्रयोग सफल नहीं होगा। दो घण्टे बाद दोनों पौधों पर लगे सफेद रंग के फूलों को ध्यान से देखो।

क्या गिलास B में रखे सफेद रंग के फूल की पंखुड़ियों या पंखुड़ियों के



चित्र इंटरनेट से सामान

किनारों पर कुछ-कुछ लाल रंग दिखाई दिया? और गिलास A का फूल लाल क्यों नहीं हुआ?

प्रयोग के नतीजों को देखकर आपको समझ में आ ही गया होगा कि सफेद फूल का रंग लाल क्यों हो गया। प्रशिक्षणार्थियों ने बताया कि लाल रंग का पानी जड़ या तने से होता हुआ पत्तियों और फूल तक पहुँच गया। पानी तो गिलास A के पौधे में भी जड़ से ऊपर तने में चढ़ा है - तभी वह मुरझाया नहीं। लेकिन उस पानी में लाल रंग न होने से वह हमें दिखाई नहीं दिया।

प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के लिए इसी तरह से मिट्टी से पानी जड़ों की सहायता से तनों के माध्यम से होता हुआ पत्तियों तक पहुँचता है।

यह बात तो हुई पानी की लेकिन पत्तियों में हवा कैसे पहुँचती है? क्या वह अन्दर ही रहती है या उसके आने-जाने का भी कोई रास्ता है? इन बातों को समझने के लिए हमने कुछ और प्रयोग किए।

पत्तियाँ चूँ तो दिखने में ठोस नज़र आती हैं परन्तु वास्तव में उनके अन्दर भी हवा भरी होती है और उनमें वातावरण से हवा का आदान-प्रदान भी होता रहता है (चित्र-1)। आइए, पत्तियों में हवा की उपस्थिति का पता लगाने के लिए एक प्रयोग करते हैं।



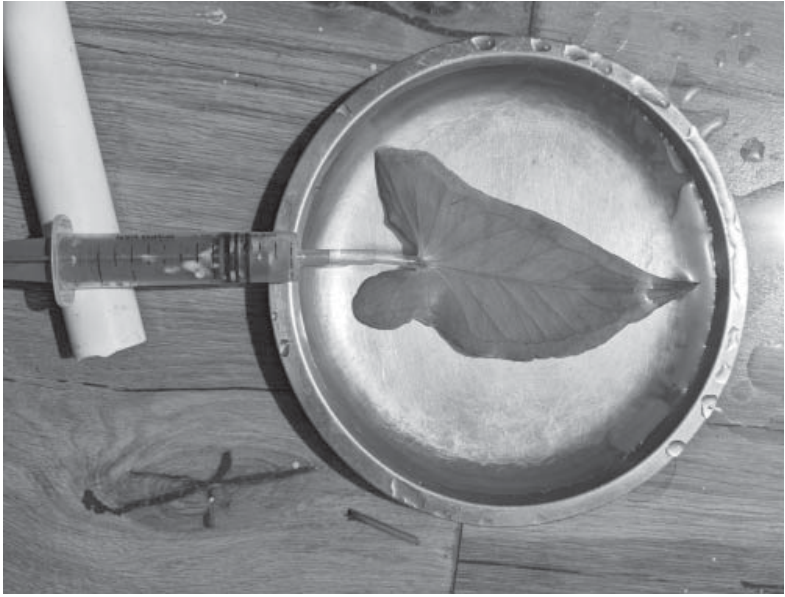
**चित्र-2:** अकेलीफा की पत्ती की निचली सतह से गर्म पानी में निकलते बुलबुले।

फोटो: किशोर पंवार

## प्रयोग-2: गर्म पानी में पत्तियों की सतह पर उठते बुलबुले

आसपास से दो-तीन तरह की पत्तियाँ तोड़कर उन्हें गर्म पानी से भरी एक तश्तरी में इस तरह डुबाया गया कि उनकी निचली सतह ऊपर की ओर रहे। ध्यान से देखने पर पत्ती की सतह से कहीं-कहीं बुलबुले बनते या निकलते नज़र आते हैं (चित्र-2)।

यही तो वे छिद्र हैं जहाँ से पत्ती की एयर-कैविटी में भरी हवा, गर्म पानी के कारण फैलकर बाहर



फोटो: किसान पवार

**चित्र-3:** पत्ती में छिद्र की उपस्थिति दिखाने का सेटअप।

निकलती है। इन छिद्रों को स्टोमेटा कहते हैं।

### **प्रयोग 3: पत्ती की सतह से आते-जाते बुलबुले**

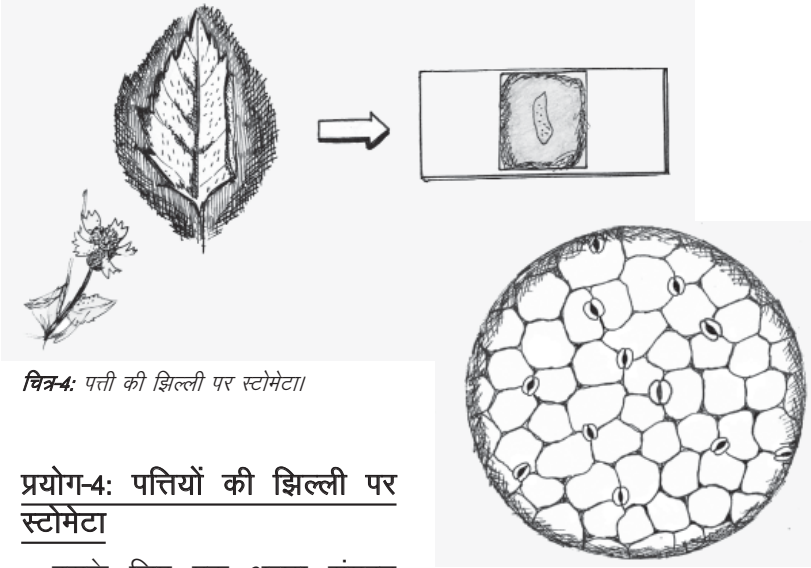
यह देखने के लिए तुम्हें एक सिरिंज जिसकी सुई निकली हुई हो, एक पेट्री डिश या प्लेट, साइकिल की ट्यूब में लगाने वाले रबर के वॉल्व का एक टुकड़ा तथा लम्बे डण्डल वाली दो-तीन प्रकार की पत्तियाँ चाहिए होंगी।

किसी एक पत्ती को तोड़कर तुरन्त सिरिंज के आगे वाले हिस्से में सीधे या रबर के वॉल्व की सहायता से

फँसा दो। अब पत्ती को पूरा-का-पूरा पानी में डुबोकर रखो (चित्र-3)।

फिर सिरिंज के पिस्टन को दबाओ। क्या तुम्हें पत्ती की सतह पर कहीं-कहीं बुलबुले बनते एवं निकलते दिखाई दिए? यदि बुलबुले दिखाई दे रहे हैं तो दरअसल यही वह जगह या छेद हैं जिन्हें पिछले प्रयोग में हमने स्टोमेटा के रूप में पहचाना था।

अब पिस्टन को वापस बाहर की ओर खींचो और देखो उन बुलबुलों का क्या हुआ। जहाँ से निकले थे, क्या वहीं वापस चले गए?



चित्र-4: पत्ती की झिल्ली पर स्टोमेटा।

#### प्रयोग-4: पत्तियों की झिल्ली पर स्टोमेटा

इसके लिए एक अच्छा संयुक्त सूक्ष्मदर्शी, सेफ्रेनिन तरल जैसी सामग्री के अलावा कुछ पत्तियाँ जैसे - सदाबहार, आँकड़ा, रियो या ट्रायडेक्स जैसी मांसल पत्ती चाहिए। इन पत्तियों को तेज़ी-से फाड़ने पर कुछ जगह पतली पारदर्शी झिल्ली नज़र आती है। यही वह झिल्ली है जिस पर स्टोमेटा होते हैं। इस झिल्ली का एक छोटा-सा टुकड़ा लेकर स्लाइड पर रखो। उस पर एक दो बून्द पानी और सेफ्रेनिन तरल की एक बून्द डालो। अब कवर स्लिप रखकर सूक्ष्मदर्शी के लो-पॉवर और फिर हाई-पॉवर में देखो। जो दिखाई देगा उसका एक चित्र बनाओ। कोशिकाओं के बीच में जो किडनी या सेम के बीज के आकार जैसी रचना दिखाई देती है, वही स्टोमेटा है

(चित्र-4)। ये छिद्र खुलते और बन्द भी होते हैं। इन्हीं में से हवा का आदान-प्रदान होता है।

प्रशिक्षकों को अब तक की गई इन दो-तीन गतिविधियों से पौधों के भोजन निर्माण में हवा और पानी का महत्व तथा पत्तियों में हवा के आने-जाने के रास्ते तो पता चल चुके थे।

परन्तु बात तो सूरज की रोशनी को लेकर शुरू हुई थी। रोशनी की भूमिका जानने के लिए एक और मज़ेदार प्रयोग किया गया।

#### प्रयोग-5: रोशनी का कमाल और हवा के बुलबुले

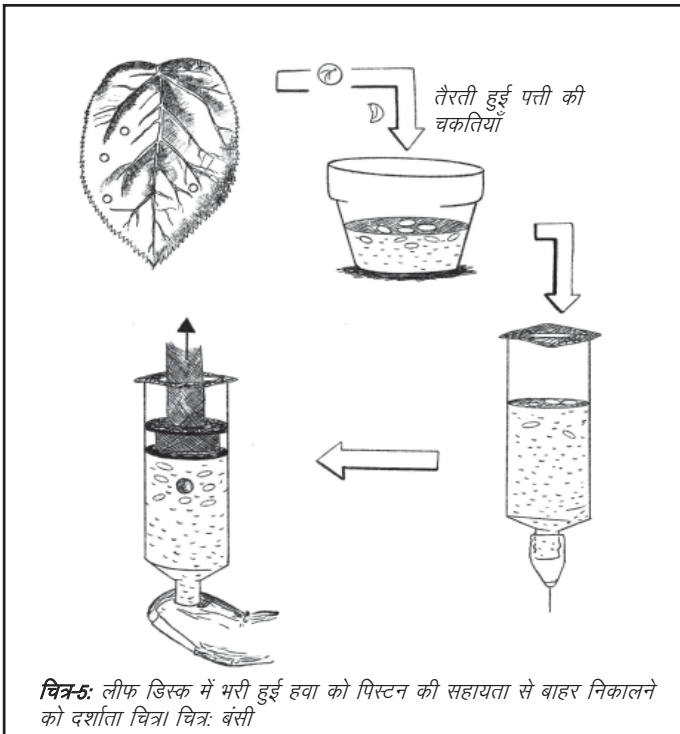
इस प्रयोग को करने के लिए कम लम्बाई के दो छोटे गिलास या

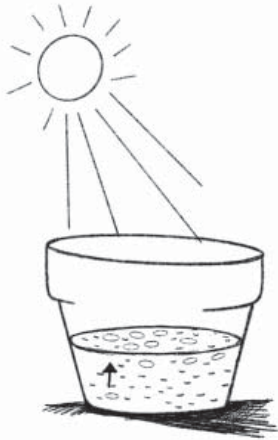
पारदर्शी प्लास्टिक के डिस्पोज़ेबल कप चाहिए। इसके साथ ही पालक, मेथी, रियो या कमल, वॉटर लिली जैसी थोड़ी मांसल पत्तियाँ, पंचिंग मशीन और पाँच-दस मिलीलीटर वाली बिना सुई वाली सिरिंज। और थोड़ा-सा मीठा सोडा यानी सोडियम बायकार्बोनेट भी, जो रसोई में ही मिल जाएगा। फिर प्रयोग सिलसिलेवार इस तरह किया गया।

1. सबसे पहले पंचिंग मशीन से 20-25 पत्तियों की चकतियाँ (डिस्क)

पंच करके काटकर तुरन्त ही पानी में डालना है। पानी में डालने पर ये तैरती हैं, पर हमें तो इन्हें पहले पानी में डुबाना है।

2. अतः इन्हें सिरिंज का पिस्टन निकालकर पिछले वाले हिस्से से उस पानी में डालना है जिसमें थोड़ा-सा सोडियम बायकार्बोनेट मिला हो।
3. फिर सिरिंज के मुँह पर जहाँ सुई लगाई जाती है, वहाँ पर अपनी उँगली रखकर पिस्टन को ताकत





(अ)



(ब)

**चित्र-6:** (अ) धूप में रखा हुआ कप; (ब) छाया में रखा हुआ कप। चित्र: बंसी

- से अपनी ओर खींचो, आपको पत्तियों की डिस्क से हवा के बुलबुले निकलते नज़र आएँगे (चित्र-5)।
- यही वह हवा है जो पत्ती को गर्म पानी में डालने पर निकली थी। अपनी उँगली हटाकर पिस्टन को फिर ऊपर लाएँ जब तक पानी की एक-दो बून्दें बाहर न निकलने लगें।
  - अब फिर उँगली से पिस्टन को अपनी ओर ज़ोर-से खींचें।  
ऐसा तीन-चार बार करने से लगभग सभी डिस्क पानी में नीचे की ओर बैठ जाएँगी और पहले की तरह से सिरिंज बन्द करके सोडियम बायकार्बोनेट भी पत्तियों के अन्दर चला जाएगा।

- अब पिस्टन को बाहर निकालकर इन लीफ डिस्क को 10-10 की संख्या में पानी भरे प्लास्टिक के पारदर्शी कप या काँच के गिलास में डाल दो।
- आप देखेंगे कि सभी डिस्क तली में बैठ गई हैं। अब इनमें से एक कप को बाहर धूप में रख दो और दूसरे को वहीं पास में छाया में रहने दो।
- ध्यान से देखो, किस कप की लीफ डिस्क धीरे-धीरे ऊपर उठ रही है। सूरज की रोशनी वाले कप की या छाया में रखे कप की (चित्र-6)?  
यानी कि प्रकाश संश्लेषण अर्थात् भोजन निर्माण की क्रिया लीफ डिस्क को धूप में रखते ही शुरू हो जाती है। इस क्रिया में निकलने वाली

ऑक्सीजन के बुलबुले बनने से पत्ती की डिस्क हल्की हो जाती हैं और ऊपर उठने लगती हैं।

जैसे ही पत्तियों पर धूप पड़ती है, उनमें भोजन बनना चालू हो जाता है। हवा, पानी और हरा पदार्थ तो पहले से ही उपलब्ध थे, बस धूप ही नहीं थी। धूप मिलते ही पत्तियों में भोजन बनने लगता है, जो शुरुआत में तो शर्करा के रूप में होता है परन्तु बाद में स्टार्च और अन्य पदार्थों में बदल जाता है। इस क्रिया में ऑक्सीजन के बुलबुले निकलना भोजन बनने की क्रिया के शुरु होने का प्रमाण है। यही वह ऑक्सीजन है जो अन्य सभी जीवों को ज़िन्दा रखती है। इसीलिए

तो कहते हैं कि पेड़-पौधे हवा को शुद्ध करते हैं।

जीने के लिए सभी जीवों को भोजन चाहिए। कुछ जीव अपना भोजन खुद बना लेते हैं, उदाहरण के लिए विविध वनस्पतियाँ। और अन्य जीव इन वनस्पतियों या अन्य जीवों को अपना भोजन बनाते हैं।

\* \* \*

आम तौर पर प्रशिक्षणों में जब भी पत्तियों को लेकर बातचीत होती है तो एक सवाल अवश्य पूछा जाता है कि हरे रंग के अलावा अन्य रंगीन पत्तियों (क्रोटन वगैरह) में क्लोरोफिल होता है या नहीं। सामान्यतः हमारा

### लीफ डिस्क प्रयोग तालिका

	पत्ती का नाम	पत्ती को ऊपर आने में लगा समय (मिनट में)
1.	पालक	2-5
2.	बैगर्स बाउल	5-7
3.	ट्रेड्सकेंशिया (पर्पल हार्ट)	9-10
4.	कोलियस	3-4
5.	मनी प्लांट (हरा)	3-4
6.	मनी प्लांट (पीला-सफेद)	5-7

इस प्रयोग में पत्ती की चकती (डिस्क) को ऊपर आने में लगने वाला समय कई बातों पर निर्भर करता है जैसे पत्ती में क्लोरोफिल की मात्रा, डिस्क का वजन, धूप की तेज़ी, कप में पानी की ऊँचाई, पानी में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा आदि।



जवाब होता है कि क्लोरोफिल तो ज़रूरी है, बिना इसके प्रकाश संश्लेषण कैसे होगा? पौधा बढ़ रहा है, इसका अर्थ है कि उसमें भोजन बनाने की प्रक्रिया अर्थात् प्रकाश संश्लेषण हो रहा है और आप तो यह जानते ही हैं कि इस क्रिया में हरे रंग का क्लोरोफिल तो निहायत ज़रूरी है ही। दूसरा और बेहतर जवाब यह होता था कि आप इन पत्तियों की क्रोमेटोग्राफी करके देखेंगे तो समझ आएगा कि क्लोरोफिल कम मात्रा में है, लेकिन है तो सही। अन्य रंगों की मौजूदगी की वजह से इन पौधों में वह हमें नज़र नहीं आता। क्लोरोफिल को क्रोमेटोग्राफी करके देखना आसान नहीं है, इसलिए कभी मुमकिन नहीं हो पाया।

इस सवाल का प्रायोगिक और ठोस जवाब हमें इस कार्यशाला में मिला जब 12 प्रशिक्षणार्थियों ने मनी प्लांट की पत्तियों से प्रकाश संश्लेषण वाला प्रयोग किया। उन्होंने पत्तियों से

हरी-पीली-सफेद चकतियों को काटा। फिर सोडियम बायकार्बोनेट वाले पानी के साथ इस प्रयोग को दोहराकर देखा गया। जब इन चकतियों को अलग-अलग करके धूप में रखा, तो शानदार नतीजे मिले और हमें बार-बार उठने वाले सवालों का जवाब मिल गया। मानी-प्लांट की पीली-सफेद चकतियाँ देर से ऊपर आईं, अर्थात् वे भी प्रकाश संश्लेषण का कार्य करती हैं, परन्तु कम मात्रा में। उनको ऊपर आने में हरी चकतियों की तुलना में लगभग दुगुना समय लगा। यानी कि हरी पत्तियों में तुलनात्मक रूप से क्लोरोफिल ज्यादा मात्रा में होता है। मुझे लगता है कि अवधारणाओं को समझने और प्रयोगों को विविध तरह से डिज़ाइन करने के लिहाज़ से ऐसी कार्यशालाएँ अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। उतना ही ज़रूरी है कि शिक्षक अपनी कक्षाओं में बच्चों को ऐसे प्रयोग करने के मौके दें।

---

**किशोर पंवार:** शासकीय होल्कर विज्ञान महाविद्यालय, इन्दौर में बीज तकनीकी विभाग के विभागाध्यक्ष और वनस्पतिशास्त्र के प्राध्यापक रहने के बाद सेवानिवृत्त। 'होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम' से लम्बा जुड़ाव रहा है जिसके तहत *बाल वैज्ञानिक* के अध्यायों का लेखन और प्रशिक्षण देने का कार्य किया है। *एकलव्य* द्वारा जीवों के क्रियाकलापों पर आपकी तीन किताबें प्रकाशित। शौकिया फोटोग्राफर, लोक भाषा में विज्ञान लेखन व विज्ञान शिक्षण में रुचि।