खण्ड-13, अंक-1, वर्ष-2025, मु0प्र0 20-26
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v13i1.4
SJIF (2025) : 8.749

शोध पत्र

Ocimum sanctum L.-Nature's Polypharmacological Shield: A Comprehensive Review of Phytochemistry, Bioactivity, and Biomedical Potential

Khushnuma Naz[1] and Pramila Pandey[2]
[1]Department of Botany, University of Lucknow-226 007, UP, India
[2]Department of Botany, B.S.N.V.P.G. College, Charbagh, Lucknow-226 001, UP, India
pramila28@gmail.com

Received: 27-10-2025, Accepted: 10-12-2025

Abstract- *Ocimum sanctum L.* (Tulsi) has gained significant scientific attention as a versatile medicinal plant with exceptional therapeutic breadth, integrating traditional ethnomedicinal wisdom with modern biomedical potential. This review provides a comprehensive synthesis of its phytochemical diversity, pharmacological activities, and mechanistic insights, emphasizing its relevance as a natural, polypharmacological defense system against contemporary diseases. Tulsi exhibits an extraordinary phytochemical repertoire comprising terpenoids, flavonoids, phenolics, alkaloids, sterols, fatty acids, and vitamins, many of which are responsible for its potent antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory actions. The essential oil fraction-rich in eugenol, β-caryophyllene, and methyl eugenol-imparts remarkable pharmacodynamic efficacy through free-radical scavenging, enzyme modulation, and immune regulation. Experimental findings demonstrate strong hepatoprotective, hypolipidemic, antidiabetic, and neuroprotective effects, mediated by improved oxidative homeostasis and metabolic balance. The immunomodulatory and anticancer potential of Tulsi extracts further underscores its role in cellular protection and apoptosis regulation. Environmental and extraction-related factors, including solvent polarity and post-harvest conditions, significantly influence the metabolite profile, necessitating process standardization for reproducible outcomes. Collectively, the diverse biochemical interactions of *Ocimum sanctum* position it as a model medicinal plant for developing phytotherapeutics that complement synthetic drugs in managing oxidative, inflammatory, and degenerative disorders. Future translational research should focus on clinical validation, nanocarrier formulations, and molecular docking studies to unlock its full therapeutic potential.

Keywords- *Ocimum sanctum L.*; Tulsi; phytochemistry; antioxidant activity; immunomodulatory; hepatoprotective; anti-inflammatory; anticancer; bioactive metabolites; traditional medicine; drug discovery.

ओसीमम सैंक्टम एल.- प्रकृति का बहुऔषधीय कवचः पादप रसायन, जैवसक्रियता और जैवचिकित्सा क्षमता की एक व्यापक समीक्षा

खुशनुमा नाज[1] एवं प्रमिला पांडे[2]
[1]वनस्पति विज्ञान विभाग, लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ–226 007, उ0प्र0, भारत
[2]वनस्पति विज्ञान विभाग, बी.एस.एन.वी. पी.जी. कॉलेज, लखनऊ–226 001, उ0प्र0, भारत
pramila28@gmail.com

सार– ओसीमम सैंक्टम एल. (तुलसी) ने असाधारण चिकित्सीय व्यापकता वाले एक बहुमुखी औषधीय पौधे के रूप में महत्वपूर्ण वैज्ञानिक ध्यान आकर्षित किया है, जो पारंपरिक नृजातीय औषधीय ज्ञान को आधुनिक जैवचिकित्सा क्षमता के साथ एकीकृत करता है। यह समीक्षा इसकी पादप रासायनिक विविधता, औषधीय गतिविधियों और यांत्रिक अंतर्दृष्टि का एक व्यापक संश्लेषण प्रदान करती है, जो समकालीन रोगों के विरुद्ध एक प्राकृतिक, बहुऔषधीय रक्षा प्रणाली के रूप में इसकी प्रासंगिकता पर बल देती है। तुलसी में टेरपेनॉइड्स, फ्लेवोनॉइड्स, फेनोलिक्स, एल्कलॉइड्स, स्टेरोल्स, फैटी एसिड्स और विटामिन्स का एक असाधारण फाइटोकेमिकल संग्रह होता है, जिनमें से कई इसके शक्तिशाली एंटीऑक्सीडेंट, एंटीमाइक्रोबियल और सूजन–रोधी गुणों के लिए प्रभावी हैं। यूजेनॉल, β–कैरियोफिलीन और मिथाइल यूजेनॉल से भरपूर इसका आवश्यक तेल अंश, मुक्त–मूलक अपमार्जन, एंजाइम मॉड्यूलेशन और प्रतिरक्षा विनियमन के माध्यम से उल्लेखनीय औषधीय प्रभावकारिता प्रदान करता है। प्रायोगिक निष्कर्ष श्रेश्ठतर ऑक्सीडेटिव होमियोस्टेसिस और चयापचय संतुलन द्वारा मध्यस्थता वाले मजबूत यकृत–सुरक्षात्मक, लिपिड–कम करने वाले, मधुमेह–रोधी और तंत्रिका–सुरक्षात्मक प्रभावों को प्रदर्शित करते हैं। तुलसी के अर्क की प्रतिरक्षा–नियंत्रक और कैंसर–रोधी क्षमता कोशिकीय सुरक्षा और एपोप्टोसिस विनियमन में इसकी भूमिका को और भी रेखांकित करती है। पर्यावरणीय और निष्कर्षण–संबंधी कारक, जिनमें विलायक ध्रुवता और कटाई–पश्चात की स्थितियाँ सम्मिलित हैं, मेटाबोलाइट प्रोफाइल को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करते हैं, जिससे पुनरुत्पादित परिणामों के लिए प्रक्रिया मानकीकरण आवश्यक हो जाता है। कुल मिलाकर, ओसीमम सैंक्टम की विविध जैव–रासायनिक अंतःक्रियाएँ इसे ऑक्सीडेटिव, सूजन और अपक्षयी विकारों के प्रबंधन में सिंथेटिक दवाओं के पूरक फाइटोथेरेप्यूटिक्स विकसित करने के लिए एक आदर्श औषधीय पौधे के रूप में स्थापित करती हैं। भविष्य के अनुवादात्मक अनुसंधान को इसकी पूर्ण चिकित्सीय क्षमता को उजागर करने के लिए नैदानिक सत्यापन,

नैनोकैरियर फॉर्मूलेशन और आणविक डॉकिंग अध्ययनों पर केंद्रित होना चाहिए।

बीज शब्द– ओसीमम सैंक्टम एल., तुलसी, फाइटोकेमिस्ट्री, एंटीऑक्सीडेंट गतिविधि, इम्यूनोमॉड्यूलेटरी, हेपेटोप्रोटेक्टिव, सूजनरोधी, कैंसररोधी, जैवसक्रिय मेटाबोलाइट्स, पारंपरिक चिकित्सा, औषधि खोज

1. **परिचय–** इक्कीसवीं सदी में चिकित्सा विज्ञान में हुई विशिष्ट प्रगति के बावजूद, समकालीन रोग उपचार के प्रति प्रायः असंगत दृष्टिकोण, समकालीन समाज को ग्रसित करने वाले रोगाणुओं के अत्यधिक तेजी से होने वाले उत्परिवर्तन के कारण, लगातार बढ़ रहे बहुऔषधि प्रतिरोध और अप्रभावी चिकित्सा के समूह को नियंत्रित करने में विफल रहा है।[26] दुनिया भर में स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं के समाधान के लिए, विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) ने पारंपरिक चिकित्सा और पारंपरिक स्वास्थ्य प्रणालियों को समकालीन चिकित्सा उपचारों के साथ एकीकृत करने की सलाह दी है।[25] ओसीमम सैंक्टम एल. (OS), जिसे पवित्र तुलसी या तुलसी भी कहा जाता है, को लंबे समय से हर्बल चिकित्सा के पारंपरिक उपयोग के मुख्य आधारों में से एक माना जाता है। यह एशिया, अफ्रीका और मध्य व दक्षिण अमेरिका के उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों का मूल निवासी है।[27] 30 से 60 सेमी की ऊँचाई तक बढ़ने वाला, यह सुगंधित पौधा सीधा, बारहमासी होता है और इसका तना लाल या बैंगनी रंग का उप–चतुर्भुजाकार रोएँदार होता है। प्रजातियों के आधार पर, पत्तियों के आकार और आकृतियाँ अलग–अलग होती हैं। पत्तियों के किनारे पूरे या दाँतेदार, दाँतेदार और नुकीले होते हैं और ये सरल, विपरीत, अण्डाकार, आयताकार, कुंद या नुकीले हो सकते हैं। हरी पत्तियों में हल्का तीखा और सुगंधित स्वाद होता है और ये 5 सेमी तक ऊँची हो सकती हैं। छोटे फूल एक ही बेलनाकार स्पाइक के घने गुच्छों में समूहित होते हैं और गुलाबी से बैंगनी रंग के होते हैं। काष्ठीय, शाखाओं वाले, रोएँदार, शाकीय, सीधे और चतुर्भुजाकार सूखे तने होते हैं। जड़ मुलायम, रेशेदार, शाखाओं वाली, रोएँदार, बाहर से हरे–भूरे रंग की और अंदर से हल्के काले रंग की होती है। गोल से अंडाकार आकार के, बीज 0.1 सेमी लंबे, भूरे रंग के, तीखे स्वाद वाले और गंधहीन होते हैं।[8] विभिन्न प्रकार की बीमारियों, जैसे खांसी, अस्थमा, अतिसार, बुखार, पेचिश, गठिया, नेत्र रोग, ओटिटिस, अपच, हिचकी, उल्टी, जठरीय, हृदय और जननांग संबंधी विकार, पीठ दर्द, त्वचा रोग, दाद, कीड़े, सांप और बिच्छू के काटने और मलेरिया के लिए तुलसी के पत्तों, तने, फूल, जड़, बीज और यहां तक कि पूरे पौधे का उपयोग करके उपचार करने की सलाह दी गई है।[7,12,21]

Taxonomic Position of *Ocimum sanctum* (Tulsi)
Kingdom: Plantae
Subkingdom: Trasceobionta
Superdivision: Spermatophyta
Division: Magnoliophyta
Class: Magnoliopsida
Subclass: Asteridae
Order: Lamiales
Family: Lamiaceae
Genus: *Ocimum*
Species: *sanctum*

2. **पादप रसायन–** ओसीमम सैंक्टम (तुलसी) पादप की रासायनिक मानावली उल्लेखनीय रूप से विविध है, जिसमें चिकित्सीय और पोषण संबंधी महत्व वाले जैवसक्रिय उपापचयजों की एक विस्तृत श्रृंखला निहित है। इन घटकों की सांद्रता और संरचना कई पर्यावरणीय और कृषि संबंधी कारकों से अत्यधिक प्रभावित होती है, जिनमें मिट्टी की विशेषताएँ, वर्षा, आर्द्रता, तापमान, कटाई की अवधि और कटाई के बाद की देखभाल और भंडारण की स्थितियाँ शामिल हैं।[1] प्रारंभिक पादप रासायनिक वि लेशणों से प्राथमिक और द्वितीयक उपापचयजों की एक विस्तृत श्रृंखला की उपस्थिति स्पष्ट हुई है, जैसे कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, लिपिड, टेरपेनोइड्स (विशेष रूप से वाष्पशील तेल), एल्कलॉइड्स, ग्लाइकोसाइड्स, फ्लेवोनोइड्स, सैपोनिन्स और टैनिन।[24] तुलसी अपनी पोषण संरचना के लिए भी प्रसिद्ध है, जिसमें इसकी ताजी पत्तियों में लगभग 37% प्रोटीन और अमीनो एसिड, 25% लिपिड और फैटी एसिड, 27% कार्बोहाइड्रेट, 10% खनिज और 1% विटामिन शामिल हैं।[3,18] पत्तियों के तत्व विश्लेषण से कार्बन (42%), हाइड्रोजन (9.4%), ऑक्सीजन (51%), नाइट्रोजन (7.4%), और सल्फर (0.7%) जैसे आवश्यक तत्वों की उपस्थिति का संकेत मिलता है।[15] तुलसी के सबसे महत्वपूर्ण पादप अवयवों(फाइटोकॉन्स्टिट्यूएंट्स) में से एक इसका वाष्पशील (आवश्यक) तेल है, जो इसकी विशिष्ट सुगंध में योगदान देता है। पत्तियों से लगभग 0.7% (v/w) तेल प्राप्त होता है, जिसमें कई टेरपेनोइड्स और फेनोलिक यौगिक शामिल होते हैं, जिनमें (E)–β–ओसीमीन, β–कैरियोफिलीन, β–पिनीन और यूजेनॉल (67.4–72.8%)प्रमुख घटक होते हैं, साथ ही 1,8–सिनेओल, एस्ट्रागोल, β–बिसाबोलीन, (Z)–α–बिसाबोलीन, कैम्फेन, (E)–α–बर्गमोटीन, जर्मेक्रीन डी, चौविकोल, α–कैरियोफिलीन और मिथाइल यूजेनॉल भी होते हैं।[20] आवश्यक तेल अंश में कई अतिरिक्त यौगिकों की भी पहचान की गई है, जिनमें रोजमैरिनिक एसिड, मिथाइल सिनामेट, बोर्नियोल एसीटेट, फार्नेसिल अल्कोहल, β–यूडेसमेन, फाइटोल, β–एलेमीन, α–बिसाबोलोल, ह्यूमुलीन ऑक्साइड और मिरिस्टैल्डिहाइड आदि शामिल हैं[4,17,27,28]। ये यौगिक मुख्य रूप से पौधे की रोगाणुरोधी,

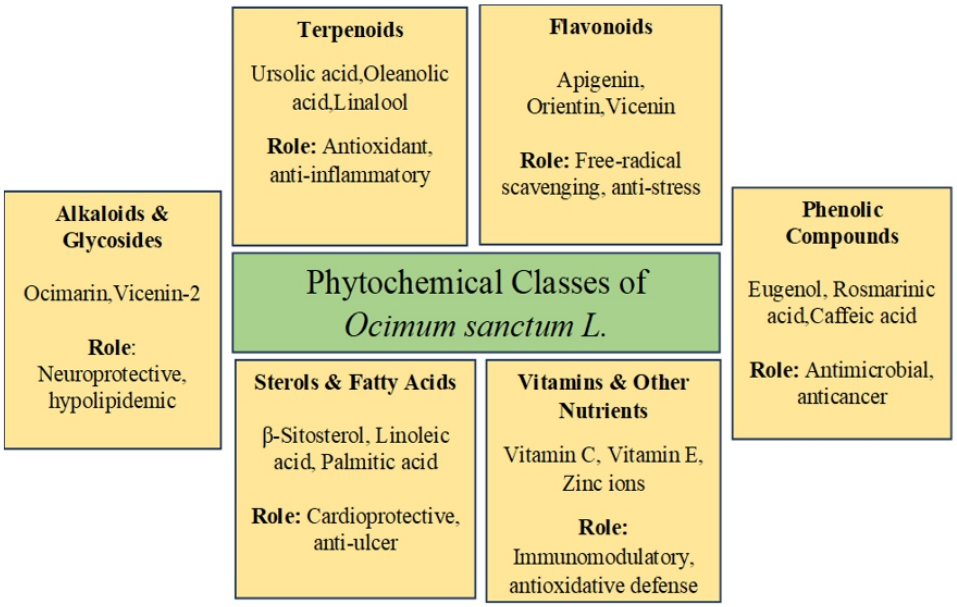
एंटीऑक्सीडेंट और सूजनरोधी गतिविधियों के लिए प्रभावी हैं।

तुलसी के पत्ते कैल्शियम, आयरन, मैग्नीशियम, फास्फोरस, पोटेशियम, सोडियम और जिंक जैसे आवश्यक खनिजों का एक महत्वपूर्ण स्रोत हैं, यद्यपि ताजे और सूखे रूपों में इनकी सांद्रता भिन्न होती है।[32] मैंगनीज, तांबा, मोलिब्डेनम, निकल, लिथियम, क्रोमियम, सीसा, आर्सेनिक और पारा जैसी भारी धातुओं की भी सूक्ष्म मात्रा पाई गई है।[13] ओ. सैंक्टम के बीजों से निकाले गए स्थिर तेल में मुख्य रूप से असंतृप्त वसा अम्ल होते हैं, जिनमें (9Z,12Z)–ऑक्टाडेका–9,12–डायनोइक एसिड (लिनोलिक एसिड), (9Z,12Z,15Z)–ऑक्टाडेका–9,12,15–ट्राइएनोइक एसिड (लिनोलेनिक एसिड), एलेडिक एसिड, ओलिक एसिड, पामिटिक एसिड और स्टीयरिडोनिक एसिड शामिल हैं। लिनोलिक और लिनोलेनिक एसिड से प्राप्त ओमेगा–6 (द–6) और ओमेगा–3 (द–3) फैटी एसिड कोशिका झिल्ली के रखरखाव में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और प्रोस्टाग्लैंडीन, थ्रोम्बोक्सेन और ल्यूकोट्रिएन के अग्रदूत के रूप में कार्य करते हैं, जिससे कई शारीरिक मार्ग प्रभावित होते हैं।[5] ओसीमम सैंक्टम विटामिनों का भी एक समृद्ध भंडार है, जिनमें रेटिनॉल (A), एस्कॉर्बिक एसिड (C), थायमिन (B_1), राइबोफ्लेविन (B_2), नियासिन (B_3), पाइरिडोक्सिन (B_6), फोलिक एसिड, सायनोकोबालामिन (B_{12}), टोकोफेरोल (E), कैल्सिफेरोल (D), और फाइलोक्विनोन (K) निहित हैं।[22] ये सूक्ष्म पोषक तत्व सामूहिक रूप से प्रतिरक्षा विनियमन, एंटीऑक्सीडेंट रक्षा और कार्सिनोजेनिक क्षति के विरुद्ध कोशिकीय सुरक्षा में योगदान करते हैं। इसके अतिरिक्त, तुलसी के पत्ते फेनोलिक यौगिकों और फ्लेवोनोइड्स से समृद्ध होते हैं, जैसे ओरिएंटिन, विसेनिन, वैनिलिन, उर्सोलिक एसिड, गैलिक एसिड, वैनिलिक एसिड, एपिजेनिन, ल्यूटोलिन, मोलडिस्टिन, और कई ग्लाइकोसिलेटेड डेरिवेटिव जिनमें 4–एलिल–1–O–β–D–ग्लूकोपाइरानोसिल–2– हाइड्रॉक्सीबेन्जीन और 4–एलिल–1–O–β–D–ग्लूकोपाइरानोसिल मेथॉक्सीबेन्जीन सम्मिलित हैं।[34] तुलसी के पत्तों और हवाई भागों के अल्कोहलिक अर्क में अतिरिक्त फाइटोकेमिकल्स जैसे स्टिग्मास्ट्रोल, ट्रायकोन्टानॉल फेरुलेट, आइसोओरिएंटिन, विटेक्सिन, आइसोविटेक्सिन, एस्कुलेक्टिन, क्लोरोजेनिक एसिड, गैल्यूटोलिन, सिरसिनोल, प्रोटोकैटेच्यूइक एसिड, 4–हाइड्रॉक्सीबेन्जॉइक एसिड, और पाए गए हैं। β–सिटोस्टेरॉल. 2,6,33 इन यौगिकों की सहक्रियात्मक उपस्थिति ओ. सैंक्टम की एक एडाप्टोजेनिक, हेपेटोप्रोटेक्टिव, एंटी–इंफ्लेमेटरी और एंटीऑक्सीडेंट जड़ी बूटी के रूप में बहुआयामी औषधीय प्रासंगिकता को मजबूत करती है।

ओसीमम सैंक्टम के प्रमुख फाइटोकेमिकल घटक और उनका जैविक महत्व

फाइटोकेमिकल वर्ग	प्रमुख घटक	निष्कर्षण प्रकार स्रोत	रिपोर्ट की गई जैविक भूमिका	संदर्भ
प्राथमिक मेटाबोलाइट्स	कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, लिपिड, अमीनो एसिड, फैटी एसिड, खनिज, विटामिन	ताजी पत्तियाँ, बीज का तेल	पोषण संतुलन, ऊर्जा चयापचय, संरचनात्मक अखंडता	1,3,18
वाष्पशील (आवश्यक) तेल	यूजेनॉल(67–73%), β–कैरिओफिलीन, (E)–β–ओसीमीन, β–पाइनीन, 1,8–सिनेओल, एस्ट ागोल, मिथाइल यूजेन ॉल, कैम्फेन, जर्मेक्रीनडी, α–बर्गामोटीन	पत्ती का तेल(0.7%)	एंटीऑक्सीडेंट, रोगाणुरोधी, सूजनरोधी, सुगंधित गुण शक्तिशाली	4,20,28
फेनोलिक यौगिक	रोजमेरिनिक एसिड, गैलिक एसिड, वैनिलिक एसिड, प्रोटोकैटेच्यूइक एसिड, क्लोरोजेनिक एसिड, मिथाइलसिनामेट	हवाई भाग, एथेनॉलिक और मेथनॉलिक अर्क	एंटीऑक्सीडेंट, कैंसर रोधी, सूजनरोधी	6,17,33
फ्लेवोनोइड्स	ओरिएंटिन, विसेनिन, ल्यूटोलिन, एपिजेनिन, एपिजेनिन–7–ओ–ग्लुकुरोनाइड, आइसोविटेक्सिन, विटेक्सिन, आइसोरिएंटिन, मोलुडिस्टिन	पत्ती और हवाई भाग के अर्क (अल्कोहलिक और जलीय)	मुक्त कणों का निराकरण, तनावरोधी, यकृत–सुरक्षात्मक, अनुकूली	2,34,22

ट्राइटरपीन्स और स्टेरोल्स	उर्सोलिक एसिड, β–सिटोस्टेरॉल, स्टिग्मास्टेर ॉल, α–अमोर्फीन, ट्रायकोन्टानॉलफेरुलेट	पत्ती और तने के अर्क	अल्सररोधी, सूजनरोधी, हृदय–सुरक्षात्मक, यकृत–सुरक्षात्मक कोशिका झिल्लियों का रखरखाव,	6,27
वसा अम्ल (स्थिर तेल)	लिनोलिक एसिड (C18:2, n–6), लिनोलेनिक एसिड (C18:3, n–3), ओलिक एसिड, पामिटिक एसिड, एलाइडिक एसिड, स्टीयरिडोनिक एसिड	बीज का तेल	कोशिका झिल्लियों का रखरखाव, प्रोस्टाग्लैंडीन और ल्यूकोट्रिएन का अग्रदूत	5
खनिज और सूक्ष्म तत्व	Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Zn; trace Mn, Cu, Mo, Ni, Li, Cr, Pb, As, Hg	तजी और सूखी पत्तियाँ	एंजाइमी सहकारक, ऑक्सीजन परिवहन, विषहरण	13,32
विटामिन	रेटिनॉल , एस्कॉर्बिक एसिड , थायमिन , राइबोफ्लेविन , नियासिन , पाइरिडोक्सिन , फोलिक एसिड,साइनोकोबालामिन, टोकोफेरोल, कैल्सिफेरोल, फाइलोक्विनोन	पत्ती का अर्क	एंटीऑक्सीडेंट रक्षा, प्रतिरक्षा विनियमन, कोशिकीय सुरक्षा	22
अन्य सुगंधित यौगिक	β–यूडेसमीन, β–एलीमीन, फाइटोल, फार्नेसिलअल्कोहल, α–बिसाबोलोल, ह्यूमुलीनऑक्साइड, मायर इस्टैल्डिहाइड	आवश्यक तेल अंश	रोगाणुरोधी, कवकरोधी, तनाव–राहत सुगंध प्रोफाइल	4,28



चित्र–1: ओसीमम सैंक्टम एल. में पादप अवयव (फाइटोकॉन्स्टिट्यूएंट्स) का वर्गीकरण और उनकी जैविक भूमिकाएँ

ओसीमम सैंक्टम अर्क की औषधीय और जैविक गतिविधियाँ– ओसीमम सैंक्टम (तुलसी) से प्राप्त विभिन्न विलायक अर्क ने विविध जैवसक्रिय क्रियाविधि के माध्यम से व्यापक औषधीय क्षमता प्रदर्शित की है। जलीय, एथेनॉलिक, मेथनॉलिक और पेट्रोलियम ईथर विलायकों का उपयोग करके तैयार किए गए अर्क – जो मैसेरेशन, रिफ्लक्स, सॉक्सलेट, शीत निष्कर्षण और अंतःसरण विधियों द्वारा प्राप्त किए जाते हैं– विभिन्न परीक्षणों में उल्लेखनीय जैविक और चिकित्सीय प्रभावकारिता प्रदर्शित करते हैं।

एंटी–ऑक्सीडेंट गतिविधि– सूचित जैवसंक्रियताओं में, ओसीमम सैंक्टम अर्क में महत्वपूर्ण एंटीऑक्सीडेंट क्षमता होती है। जलीय अर्क ने हाइड्रॉक्सिल रेडिकल्स को प्रभावी ढंग से हटा दिया और डीऑक्सीराइबोज अपघटन को लगभग 77.1% तक बाधित कर दिया, जिससे ऑक्सीडेटिव क्षति को कम करने की इसकी क्षमता प्रदर्शित होती है। अर्क की अर्ध–अधिकतम निरोधक सांद्रता (IC_{50}) 39516.2 g/mL थी, जो इसकी प्रबल रेडिकल–शमन क्षमता की पुष्टि करती है और ऑक्सीडेटिव तनाव–संबंधी तंत्रिका संबंधी विकारों में इसके चिकित्सीय लाभ को दर्शित करती है।[9]

रोगाणुरोधी और सूजनरोधी गतिविधियाँ– एथेनॉलिक अर्क (5–10% w/v) ने शक्तिशाली रोगाणुरोधी प्रभाव प्रदर्शित किए, जिससे एग्रीगेटिबैक्टर एक्टिनोमाइसीटमकोमिटन्स की वृद्धि का स्पष्ट रूप से दमन हुआ–जो मानक एंटीबायोटिक डॉक्सीसाइक्लिन के बराबर है। इसी प्रकार, अर्क में उल्लेखनीय सूजन–रोधी क्षमता देखी गई, जिससे कैरेजेनन–प्रेरित पंजा शोफ मॉडल में सोडियम सैलिसिलेट के तुलनीय परिणाम प्राप्त हुए, जो सूजन–रोधी मध्यस्थों के निषेध का संकेत देते हैं।[10,16]

हाइपोलिपिडेमिक और हेपेटोप्रोटेक्टिव प्रभाव– सॉक्सलेट और मैसेरेशन तकनीकों के माध्यम से प्राप्त अर्क में हाइपोलिपिडेमिक गतिविधि प्रदर्शित हुई, जो एलडीएल–कोलेस्ट्रॉल और ट्राइग्लिसराइड्स के कम सीरम स्तर और ग्लूटाथियोन की बढ़ी हुई सांद्रता से परिलक्षित होती है। ये जैव रासायनिक मॉड्यूलेशन लिपिड चयापचय विनियमन और ऑक्सीडेटिव रक्षा वृद्धि का संकेत देते हैं। यकृतसंरक्षी(हेपेटोप्रोटेक्टिव) अध्ययनों में, अर्क के प्रशासन के परिणामस्वरूप यकृत एंजाइम के स्तर का सामान्यीकरण और एल्ब्यूमिन–से–ग्लोब्युलिन अनुपात में उल्लेखनीय सुधार हुआ, जिसका अर्थ है विषाक्त आघात के बाद यकृत कार्य की पुर्नक्षमता।[14,23]

प्रतिरक्षा–अनुशंसनीय क्षमता– ओसीमम सैंक्टम अर्क की प्रतिरक्षा–अनुशंसनीय प्रभावकारिता की पुष्टि विडाल और भेड़ एरिथ्रोसाइट एग्लूटिनेशन परख, दोनों में बढ़े हुए एंटीबॉडी टाइटर्स के माध्यम से की गई। इसके अतिरिक्त, बढ़े हुए लिम्फोसाइटोसिस और ई–रोसेट गठन ने ह्यूमरल और कोशिकीय प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं, दोनों की उत्तेजना का संकेत दिया, जो एक प्रभावी प्रतिरक्षा सहायक के रूप में इसकी भूमिका को रेखांकित करता है।[11]

तंत्रिका–सुरक्षात्मक और तनाव–रोधी गतिविधि– प्रायोगिक परिणामों से शक्तिशाली तंत्रिका–सुरक्षात्मक और तनाव–रोधी गुणों का पता चला, जो मुख्य रूप से अर्क के एंटीऑक्सीडेंट तंत्र के कारण हैं। ऑक्सीडेटिव क्षति को कम करके और न्यूरोनल लचीलेपन को बढ़ाकर, ओसीमम सैंक्टम अर्क न्यूरोडीजेनेरेटिव और तनाव–प्रेरित विकारों को रोकने में मदद कर सकता है।[30]

मधुमेह–रोधी और अल्सर–रोधी गतिविधियाँ– जलीय और एथेनॉलिक अर्क ने नॉर्मोग्लाइसेमिक और मधुमेह दोनों मॉडलों में रक्त शर्करा के स्तर को उल्लेखनीय रूप से कम कर दिया – क्रमशः 204.4811.0 से 131.437.86 मिलीग्राम/डीएल और 73.543.7 से 61.442.3 मिलीग्राम/डीएल – जो प्रभावी ग्लाइसेमिक नियंत्रण का संकेत देता है। इसके अलावा, अल्सर–रोधी परीक्षणों ने गैस्ट्रिक अम्ल स्राव (3.200. 28 मिली/100 ग्राम) के पर्याप्त अवरोध को प्रदर्शित किया, जिसका श्रेय एस्पिरिन–प्रेरित अल्सर मॉडल में इसके 5–लिपोक्सीजिनेज निरोधात्मक प्रभाव को दिया जा सकता है।[19,29]

कैंसर–रोधी गुण– 100 मिलीग्राम/मिलीलीटर की सांद्रता पर, ओसीमम सैंक्टम के इथेनॉलिक अर्क ने स्पष्ट साइटोटोक्सिक प्रभाव प्रदर्शित किए और A549 मानव फेफड़े के कार्सिनोमा कोशिकाओं में एपोप्टोसिस को प्रेरित किया। ये निष्कर्ष एपोप्टोसिस–मध्यस्थ मार्गों के माध्यम से एक प्राकृतिक कैंसर–रोधी एजेंट के रूप में इसकी क्षमता का समर्थन करते हैं।[31] कुल मिलाकर, ओसीमम सैंक्टम औषधीय गुणों की एक उल्लेखनीय श्रृंखला प्रदर्शित करता है–जिसमें एंटीऑक्सीडेंट, रोगाणुरोधी, हाइपोलिपिडेमिक, हेपेटोप्रोटेक्टिव, इम्यूनोमॉड्यूलेटरी, न्यूरोप्रोटेक्टिव, मधुमेह–रोधी, सूजन–रोधी, अल्सर–रोधी और कैंसर–रोधी प्रभाव शामिल हैंकृजो विलायक प्रणाली और निष्कर्षण पद्धति पर निर्भर करता है। इस तरह के निष्कर्ष एक बहुक्रियाशील चिकित्सीय पौधे के रूप में इसके उपयोग को प्रमाणित करते हैं तथा इसके जैवसक्रिय घटकों और आणविक तंत्रों पर आगे की जांच की आवश्यकता बताते हैं।

निष्कर्ष– ओसीमम सैंक्टम एल. पारंपरिक हर्बल ज्ञान और समकालीन औषधीय विज्ञान के अभिसरण का उदाहरण है। इस पौधे का बहुआयामी फाइटोकेमिकल मैट्रिक्स–जिसमें टेरपेनॉइड्स, फेनोलिक्स, फ्लेवोनोइड्स, फैटी एसिड, स्टेरोल्स और विटामिन निहित हैं। जो इसे एक बहु–लक्ष्य औषधीय कवच के रूप में कार्य करने की अद्वितीय क्षमता प्रदान करता है। इन विट्रो और इन विवो के आकर्षक आंकड़े इसके एंटीऑक्सीडेंट, रोगाणुरोधी, यकृत–सुरक्षात्मक और मधुमेह–रोधी प्रभावों को प्रमाणित करते हैं, और इसके दीर्घकालिक

नृवंश–औषधीय उपयोग के लिए एक मजबूत वैज्ञानिक आधार स्थापित करते हैं। इन गतिविधियों के अंतर्निहित जैविक तंत्र काफी हद तक सहक्रियात्मक फाइटोकंस्टिट्यूएंट अंतःक्रियाओं पर निर्भर करते हैं, जो ऑक्सीडेटिव संतुलन, सूजन संबंधी मार्गों और कोशिकीय संकेतन कैस्केड को नियंत्रित करते हैं। फिर भी, आशाजनक चिकित्सीय अंतर्दृष्टि के बावजूद, मानकीकरण, फार्माकोकाइनेटिक प्रोफाइलिंग और नैदानिक खुराक अनुकूलन में महत्वपूर्ण शोध अंतराल बने हुए हैं। प्रयोगशाला निष्कर्षों को साक्ष्य–आधारित चिकित्सा में रूपांतरित करने के लिए अंतःविषयक दृष्टिकोणों के माध्यम से इन अंतरालों को पाटना महत्वपूर्ण होगा। ओ. सैंक्टम की जैवरासायनिक समृद्धि और सुरक्षा प्रोफाइल वैश्विक एकीकृत चिकित्सा ढाँचों में एक अनुकूलनीय फाइटोफार्मास्युटिकल एजेंट के रूप में इसकी भूमिका की पुष्टि करती है।

भविष्य की संभावनाएँ– ओसीमम सैंक्टम पर भविष्य के शोध में यूजेनॉल, उर्सोलिक एसिड और रोजमैरिनिक एसिड जैसे प्रमुख जैवसक्रिय पदार्थों के जैवसंश्लेषण मार्गों को समझने के लिए ओमिक्स–संचालित अन्वेषणों–मेटाबोलोमिक्स, ट्रांसक्रिप्टोमिक्स और प्रोटिओमिक्स–को प्राथमिकता दी जानी चाहिए। आणविक डॉकिंग, क्यूएसएआर मॉडलिंग और नेटवर्क फार्माकोलॉजी जैसे कम्प्यूटेशनल दृष्टिकोणों को एकीकृत करने से आणविक स्तर पर लक्ष्य अंतःक्रियाओं और बहु–औषधीय नेटवर्क का पता लगाया जा सकता है। नैनो–प्रौद्योगिकी–सहायता प्राप्त वितरण प्रणालियाँ (जैसे, लिपोसोम, फाइटोसोम या पॉलीमेरिक नैनोकण) घुलनशीलता, जैवउपलब्धता और स्थान–विशिष्ट वितरण में सुधार करके तुलसी–आधारित चिकित्सा में क्रांति ला सकती हैं। इसके अलावा, सुपरक्रिटिकल CO_2, माइक्रोवेव–सहायता प्राप्त और अल्ट्रासाउंड–सहायता प्राप्त निष्कर्षण जैसी टिकाऊ हरित निष्कर्षण तकनीकों को अपनाने से उपज में वृद्धि होगी और साथ ही विलायक विषाक्तता भी कम होगी। विभिन्न आबादियों में सुरक्षा, प्रभावकारिता और खुराक की एकरूपता को प्रमाणित करने के लिए सुविचारित परीक्षणों के माध्यम से नैदानिक अनुवाद की तत्काल आवश्यकता है। नृवंशविज्ञान, जैवप्रौद्योगिकी और फार्माकोजेनोमिक्स के बीच अंतःविषय एकीकरण अनुभवजन्य उपयोग से साक्ष्य–आधारित, सटीक फाइटोमेडिसिन की ओर एक आदर्श बदलाव को सक्षम करेगा। इस प्रकार, ओ. सैंक्टम प्राकृतिक औषधि खोज के भविष्य के लिए एक रोडमैप प्रस्तुत करता है–परंपरा, प्रौद्योगिकी और अनुवादात्मक औषधि विज्ञान को जोड़ते हुए।

References :

1. Aggarwall, A., Mali, R., 2015. Ocimum tenuiflorum a medicinal plants with its versa tile uses. Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol. 2, 1–10.
2. Bano, N., Ahmed, A., Tanveer, M., Khan, G.M., Ansari, M., 2017. Pharmacological evalua tion of Ocimum sanctum. J. Bioequiv. Bioavailab. 9 (3), 387–392.
3. Baseer, M., Jain, K., 2016. Review of botany, phytochemistry, pharmacology, contempo rary applications and toxicology of Ocimum sanctum. Int. J. Pharm. Life Sci. 7, 4918–4929.
4. Borah, R., Biswas, S., 2018. Tulsi (Ocimum sanctum), excellent source of phytochemi cals. Int. J. Environ. Agric. Biotechnol. 3, 1732–1738.
5. Bravo, H., Vera Cespedes, N., Zura-Bravo, L., Mu~ noz, L., 2021. Basil seeds as a novel food, source of nutrients and functional ingredients with beneficial properties: a review. Foods 10, 1467.
6. Chaudhary, A., Sharma, S., Mittal, A., Gupta, S., Dua, A., 2020. Phytochemical and antiox idant profiling of Ocimum sanctum. J. Food Sci. Technol. 57 (10), 3852–3863.
7. Cohen, M.M., 2014. Tulsi- Ocimum sanctum: a herb for all reasons. J. Ayurveda Integr. Med. 5, 251–259.
8. Corrado, G., Formisano, L., De Micco, V., Pannico, A., Giordano, M., El-Nakhel, C., Chiaiese, P., Sacchi, R., Rouphael, Y., 2020. Understanding the morpho-anatomical, physiological, and functional response of sweet basil to isosmotic nitrate to chlo ride ratios. Biology 9 (7), 158.
9. Ganasoundari, A., Uma Devi, P., Rao, M.N.A., 1997. Protection against radiation-induced chromosome damage in mouse bone marrow by Ocimum sanctum. Mutat. Res. Fundam. Mol. Mech. Mutagen. 373, 271–276.
10. Godhwani, S., Godhwani, J.L., Vyas, D.S., 1987. Ocimum sanctum: An experimental study evaluating its anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity in ani mals. J. Ethnopharmacol. 21, 153–163.
11. Godhwani, S., Godhwani, J.L., Was, D.S., 1988. Ocimum sanctum— a preliminary study evaluating its immunoregulatory profile in albino rats. J. Ethnopharmacol. 24, 193–198.
12. Jamshidi, N., Cohen, M.M., 2017. The clinical efficacy and safety of tulsi in humans: a systematic review of the literature. Evid. Based Complement. Altern. Med. 2017, 9217567.
13. Joseph, B., Nair, V.M., 2013. Ethanopharmacological and phytochemical aspects of Oci mumsanctumLinn-The Elixir of Life. Br. J. Pharm. Res. 3, 273–292.
14. Lahon, K., Das, S., 2011. Hepatoprotective activity of Ocimum sanctum alcoholic leaf extract against paracetamol-induced liver damage in Albino rats. Pharmacogn. Res. 3, 13–18.

15. Mahapatra, D., Sar, S., Arora, A., Nair, L., 2012. A comparative study on proximate analy sis conducted on medicinal plants of Chhattisgarh, CG, India. Res. J. Chem. Sci. 2 (9), 18–21.
16. Mallikarjun, S., Rao, A., Rajesh, G., Shenoy, R., Pai, M., 2016b. Antimicrobial efficacy of Tulsi leaf (Ocimum sanctum) extract on periodontal pathogens: an in vitro study. J. Indian Soc. Periodontol. 20, 145–150.
17. Mangal, A., Rath, C., Naik, R., Doddamani, d.s., N, S., Dixit, A.K., Vendrapati, R.R., 2021. Therapeutic exploration of medicinal plants in Yadgir District, Karnataka, India. J. Drug Res. Ayurvedic Sci. 5, 233–248.
18. Mondal, S., Mirdha, B.R., Mahapatra, S.C., 2009. The science behind sacredness of Tulsi (Ocimum sanctum Linn.). Indian J. Physiol. Pharmacol. 53, 291–306.
19. Navarrete, A., Trejo-Miranda, J.L., Reyes-Trejo, L., 2002. Principles of root bark of Hippo cratea excelsa (Hippocrataceae) with gastroprotective activity. J. Ethnopharmacol. 79, 383–388.
20. Padalia, R.C., Verma, R.S., 2011. Comparative volatile oil composition of four Ocimum species from northern India. Nat. Prod. Res. 25, 569–575.
21. Pattanayak, P., Behera, P., Das, D., Panda, S.K., 2010. Ocimum sanctum Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: an overview. Pharmacogn. Rev. 4, 95–105.
22. Ribas, J.C., Matumoto-Pintro, P.T., Vital, A.C., Saraiva, B.R., Anjo, F.A., Alves, R.L., Santos, N.W., Machado, E., Agustinho, B.C., Zeoula, L.M., 2019. Influence of basil (Ocimum basilicum Lamiaceae) addition on functional, technological and sensorial characteristics of fresh cheeses made with organic buffalo milk. J. Food Sci. Tech nol. 56 (12), 5214–5224
23. Samak, G., Rao, M., Kedlaya, R., Vasudevan, D., 2007. Hypolipidemic efficacy of Ocimum sanctum in the prevention of Atherogenesis in male albino rabbits. Pharmacolo gyonline 2, 115–117.
24. Saranya, T., Noorjahan, C.M., Siddiqui, S.A., 2019. Phytochemical screening and antimi crobial activity of tulsi plant. Int. Res. J. Pharm. 10, 52–57.
25. Sen, S., Chakraborty, R., 2017. Revival, modernization and integration of Indian tradi tional herbal medicine in clinical practice: importance, challenges and future. J. Tradit. Complement. Med. 7, 234–244.
26. Singh, A.R., 2010. Modern medicine: towards prevention, cure, well-being and longevity Mens Sana Monogr. 8, 17–29.
27. Singh, D., Chaudhuri, P.K., 2018. A review on phytochemical and pharmacological prop erties of Holy basil (Ocimum sanctum L.). Ind. Crops Prod. 118, 367–382.
28. Siva, M., Shanmugam, K.R., Shanmugam, B., Venkata, S.G., Ravi, S., Sathyavelu, R.K., Mallikarjuna, K., 2016. Ocimum sanctum: a review on the pharmacological proper ties. Int. J. Basic Clin. Pharmacol. 5, 558–565.
29. Vats, V., Grover, J.K., Rathi, S.S., 2002. Evaluation of anti-hyperglycemic and hypoglyce mic effect of Trigonella foenum-graecum Linn, Ocimum sanctum Linn and Pterocar pus marsupium Linn in normal and alloxanized diabetic rats. J. Ethnopharmacol. 79, 95–100.
30. Venuprasad, M.P., Hemanth Kumar, K., Khanum, F., 2013. Neuroprotective effects of hydroalcoholic extract of ocimum sanctum against H2O2 induced neuronal cell damage in SH-SY5Y cells via its antioxidative defence mechanism. Neurochem. Res. 38, 2190–2200.
31. Wihadmadyatami, H., Karnati, S., Hening, P., Tjahjono, Y., Rizal, Maharjanti, F., Kusindarta, D.L., Triyono, T., Supriatno, 2019. Ethanolic extract Ocimum sanctum Linn. induces an apoptosis in human lung adenocarcinoma (A549) cells. Heliyon 5, e02772.
32. Wisdom, N., Effa, E., Jelani, F., Ishaku, G., Uwem, U., Samuel, C., 2016. Biochemical studies of ocimumsanctumandolaxsubscorpioidea leaf extracts. Br. J. Pharm. Res. 12, 1–9.
33. Xia, K., Khan, N., Perveen, N., 2018. Phytochemical analysis, antibacterial and antioxidant activity determination of Ocimum sanctum. Pharm. Pharmacol. Int. J. 6 (6), 490–507.
34. Zahran, E., Usama, Z., Abdelmohsen, U., Hany, E., Khalil, H., Yehia, S., Desoukey, S., Mostafa, A., Fouad, M., Mohamed, S., Kamel, M., 2021. Diversity, phytochemical and medicinal potential of the genus Ocimum L. (Lamiaceae). Phytochem. Rev. 19 (4), 907–953.