खण्ड-13, अंक-1, वर्ष-2025, मु0प्र0 123-128
D.O.I.: https://doi.org/10.22445/avsp.v13i1.20
SJIF (2025) : 8.749

समीक्षा आलेख

Snake Venomand its Importance

Richa Shukla[1] and Sanjive Shukla[2]
[1]Department of Zoology, Navyug Kanya P.G. College, Lucknow-226 004, U.P., India
[2]Department of Zoology, BSNV PG College, Lucknow-226 001, U.P., India
dr.s.richa@gmail.com, sanjiveshukla@gmail.com

Received: 30-10-2025, Accepted: 29-11-2025

Abstract- Snake venom is a biological substance made up of a complex mixture of enzyme, peptide & protein which affect human body in various ways. Conventionally, it is considered as poisonous but now days it is important in various field like medical research, antivenom production and drug designing. Present article deals with types of venom and various standard method of processing and storage of venom along with critical analysis of importance of venom in various fields. For analysis secondary causes from toxicity, Zoology Handbooks, research literature and data of WHO has been utilized. It address that for conservation of biological activity of venom, filtration and Freeze Drying techniques are required. It appears that snake venom is very costly commonly known as 'liquid gold' which is used in areas like medical field as well as in Environmental Science.

Key words- Snake venom, Venom processing and storage, Antivenom production, Liquid gold

सर्प विष एवं इसका महत्व

ऋचा शुक्ला[1] एवं संजीव शुक्ल[2]
[1]प्राणि विज्ञान विभाग, नवयुग कन्या पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226 004, उ0प्र0, भारत
[2]प्राणि विज्ञान विभाग, बीएसएनवी पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226 001, उ0प्र0, भारत
dr.s.richa@gmail.com, sanjiveshukla@gmail.com

सार– साँप का जहर एंजाइम, पेप्टाइड और प्रोटीन के जटिल मिश्रण से बना एक खास तरह का बायोलॉजिकल स्राव होता है। जो शरीर को कई तरह से प्रभावित करता है। पारंपरिक रूप में जहाँ साँप के जहर को केवल जहरीला माना जाता है, वहीं अब चिकित्सकीय अनुसंधान, एंटीवेनम उत्पादन, औषधि निर्माण आदि क्षेत्रों में साँप के जहर का बहुत महत्व है। प्रस्तुत शोध में साँप के जहर के प्रभाव के आधार पर प्रकारों, जहर की प्रोसेसिंग और संरक्षण के लिए उपयोग किए जाने वाले मानक तरीकों का विश्लेषण किया गया है। साथ ही विभिन्न क्षेत्रों में साँप के जहर के महत्व की एक व्यवस्थित समीक्षा प्रस्तुत की गयी है। इसके लिए द्वितीयक स्रोतों जैसे–विषविज्ञान व प्राणिविज्ञान से संबंधित हैन्डबुक, संबंधित शोध साहित्य एवं विश्व स्वास्थ्य संगठन द्वारा जारी दिशानिर्देश से प्राप्त आंकड़ों को शामिल किया गया है। विश्लेषण से यह ज्ञात होता है कि साँप के जहर की जैविक सक्रियता को संरक्षित रखने के लिए फिल्ट्रेशन, फ्रीज–ड्राइंग जैसी उचित प्रसंस्करण तकनीकें अत्यंत आवश्यक होती हैं। शोध के निष्कर्ष यह भी बताते हैं कि साँप का जहर बहुत मूल्यवान संसाधन है जिसे "तरल सोना" भी कहा जाता है तथा इसका उपयोग चिकित्सा से लेकर पर्यावरणीय विज्ञान तक विभिन्न क्षेत्रों में किया जा रहा है।

बीज शब्द– साँप का जहर, जहर का प्रसंस्करण एवं भंडारण एंटीवेनम उत्पादन, तरल सोना

1. **परिचय–** सर्प विष अत्यंत मूल्यावन है। बाजार भाव के हिसाब से इसे "तरल सोना" भी कहा जाता है। सांप के जहर की संरचना काफी जटिल होती है। यह अपने शक्तिशाली प्रभावों के कारण सदियों से वैज्ञानिकों को अपनी ओर आकर्षित करता आ रहा है। कुछ विकसित साँप जैसे–Caenophidia के अंतर्गत ऐसे जीवित साँपों का समूह आता है जिनमें चिकित्सकीय रूप से महत्वपूर्ण जहरीले साँप पाए जाते हैं। इसका जहर एक अत्यधिक विषैली लार होती है जिसमें जूटॉक्सिन पाया जाता हैं। इस जहर से यह खुद को बाहरी खतरों से भी बचाता है। साँप अपना जहर काटने के दौरान अनोखे नुकीले दांतों से इंजेक्ट करता है, हालाँकि इसकी कुछ प्रजातियाँ जहर उगलने में भी सक्षम होती हैं। साँप का जहर कितना जहरीला है यह उसमें मौजूद प्रोटीन के द्वारा पता चलता है। जहर के प्रोटीन में कई अनुक्रम होते हैं जिसकी लंबाई कुछ दर्जन से लेकर सैकड़ों अमीनो एसिड रेसिड्यू तक अलग–अलग हो सकती है। एक प्रोटीन का अनुक्रम उसकी एक्टिविटी के बारे में बताता है और इसके कार्य को थ्री–डाइमेंशनल स्ट्रक्चर (फोल्ड) ही तय करता है। ऐसे प्रोटीन जिसमें कंजर्व्ड फोल्ड (conserved fold) हों उन्हें structural homolog कहा जाता है और आमतौर पर यही विष के विषैले घटक में पाए जाते हैं। इसके जहर में 20 से अधिक यौगिक उपस्थित होते हैं, जिनमें अधिकतर प्रोटीन और पॉलीपेप्टाइड होते हैं। इस मिश्रण में कई विषैले और घातक गुण भी होते हैं। साँप का जहर शिकार को स्थिर करने का काम करता है। इसके जहर में मौजूद एंजाइम शिकार को पचाने में मदद करते हैं और इसके जहर में मौजूद कुछ प्रोटीन जैविक कार्यों पर बहुत विशिष्ट प्रभाव डालते हैं, जिसमें रक्त का जमना, रक्तचाप का नियमन (Blood

Pressure Regulation) और तंत्रिका या मांसपेशियों के आवेगों का संचरण (transmission of nerve or muscle impulses) शामिल है। इन सभी कारणों से सांप का जहर चिकित्सकीय अनुसंधान और विकास में बहुत महत्वपूर्ण हो गया है। इसका इस्तेमाल नैदानिक उपकरण (diagnostic equipment) और कई तरह की दवाओं को बनाने में भी किया जाने लगा हैं। प्रस्तुत शोध लेख में साँप के जहर की प्रकृति, संगठन प्रकार का अध्ययन किया गया हैं। साथ ही यह जानने का प्रयास किया गया है कि इसको अनुसंधान के लिए कैसे तैयार किया जाता है और विभिन्न क्षेत्रों में इसका क्या महत्व है।

2. शोध का उद्देश्य

1. साँप के जहर की प्रकृति और घटक का अध्ययन करना।
2. प्रभाव के आधार पर साँप के जहर के प्रकारों का अध्ययन करना।
3. अनुसंधान के लिए इसको तैयार करने की प्रक्रिया का अध्ययन करना।
4. विभिन्न क्षेत्रों में साँप के जहर के महत्व का अध्ययन करना।

3. **शोध प्रविधि**– प्रस्तुत शोध अध्ययन में गुणात्मक, वर्णनात्मक और विश्लेषणात्मक शोध प्रविधि को सम्मिलित किया गया है, जिसके अंतर्गत द्वितीयक स्रोतों से प्राप्त आँकड़ों जैसे– विषविज्ञान व प्राणिविज्ञान से संबंधित हैन्ड्बुक, संबंधित शोध साहित्य एवं विश्व स्वास्थ्य संगठन के आधिकारिक प्रकाशन से प्राप्त लेखों का उपयोग किया गया है। साँप के जहर की प्रकृति और घटक– साँप का जहर एक बदला हुआ लार होता है जो एक खास तरह की ग्लैंड्स में बनता है। यह नुकीले दांतों से निकलता है जिन्हें फैंग्स कहते हैं। इस जहर का इस्तेमाल यह शिकार पकड़ने और खुद के बचाव के लिए करता है। इसमें बहुत खास टॉक्सिन मिक्सचर बनते हैं जो शिकार को जल्दी से स्थिर कर देते हैं और निगलने से पहले ही उसका पाचन शुरू कर देते हैं। जहर हल्के पीले रंग का होता है। रासायनिक रूप से कई जहरों के सूखे वजन का 90–95% हिस्सा प्रोटीन से बना होता है, जिसमें एंजाइम और non-enzymatic toxins शामिल होते हैं, जबकि मेटल आयन और छोटे पेप्टाइड जैसे कम आणविक भार वाले कॉम्पोनेंट इसका एक छोटा हिस्सा बनाते हैं। इसकी बनावट और असर अलग अलग प्रजातियों में अलग अलग होता है। कुछ में जहर तेजी से काम करता है, जिससे जरूरी शारीरिक क्रियाएं जैसे कि तंत्रिका संचरण, खून का थक्का जमना और कोशिका की बनावट खराब हो जाती है, जिससे लकवा, रक्तस्राव, या टिशू का गलना हो सकता है।

साँप के जहर में कई घटक पाए जाते हैं। इन घटकों का विस्तृत वर्णन इस प्रकार है–

4. मुख्य प्रोटीन घटक

4.1 कई जहर में एंजाइम मुख्य घटक होते हैं, जो वाइपरिड जहर (अपचमतपक अमदवउ) का 80–90% और एलापिड जहर (elapid venom) का 25–70% बनाते हैं, और इनमें फॉस्फोलिपेज A_2, मेटालोप्रोटीनेज, सेरीन प्रोटीनेज, L–अमीनो एसिड ऑक्सीडेज और हाइलूरोनिडेज शामिल होते हैं। ये एंजाइम कोशिका झिल्लियों को तथा वाह्य कोशिकीय मैट्रिक्स को नष्ट कर देते हैं तथा रक्त के थक्के जमने की प्रक्रिया को भी बदल देते है।

4.2 गैर–एंजाइमेटिक टॉक्सिन (Non-enzymatic toÛins) में α- और β- न्यूरोटॉक्सिन, साइटोटॉक्सिन (कार्डियोटॉक्सिन), डिसइंटीग्रिन और C- टाइप लेक्टिन–जैसे प्रोटीन शामिल होते हैं जो विशेष रूप से receptor या चैनलों से जुड़ते हैं और न्यूरोट्रांसमिशन, प्लेटलेट फंक्शन और vascular integrity (रक्त वाहिकाओं की स्वस्थ और सुदृढ़ स्थिति) में दखल देते हैं। कुछ elapid venoms में, साइटोटॉक्सिक थ्री–फिंगर टॉक्सिन (cytotoxic three-finger toxiǹ) जहर का 40–70% हिस्सा हो सकता है, जिससे सीधे कोशिका झिल्ली का नुकसान और गंभीर स्थानीय ऊतक क्षति होता है।

5. **कम आणविक वजन वाले घटक**– प्रोटीन के अलावा, सांप के जहर में मेटल आयन, एमाइन, न्यूक्लियोसाइड, लिपिड, कार्बोहाइड्रेट और छोटे पेप्टाइड जैसे छोटे अणु भी पाए जाते हैं, जो आमतौर पर 1.5 kDals कम होते हैं।

6. **साँप के जहर के प्रकार**– सांप का जहर विशेष ग्रंथियों द्वारा निर्मित होता है । शरीर पर इस जहर का प्रभाव अलग–अलग पड़ता हैं। अपने प्रभाव के अनुसार यह विष तीन प्रकार के होते हैं–

1. हेमोटॉक्सिक विष (Hemotoxic Venom)
2. न्यूरोटॉक्सिक विष (Neurotoxic Venom)
3. साइटोटॉक्सिक विष (Cytotoxic Venom)

6.1. हेमोटॉक्सिक विष (Hemotoxic Venom)– हेमोटॉक्सिक विष मुख्य रूप से संचार प्रणाली को निशाना बनता हैं, जिससे जीव की रक्त

कोशिकाओं और ऊतकों को नुकसान पहुंचता है। इस प्रकार के विष से जीवों के शरीर में कई समस्याएं हो सकती हैं जैसे रक्त का थक्का जमना (blood clotting disorders), आंतरिक रक्तस्राव (internal bleeding) और ऊतकों का विनाश (tissue destruction) होना आदि। hemotoxic venom जिन सापों में पाया जाता हैं उन्हें hemotoxic snakes कहा जाता हैं। ऐसे कुछ सापों के नाम हैं वाइपर (जैसे रसेल वाइपर) और पिट वाइपर (जैसे रैटलस्नेक)। इस जहर से शरीर पर कई अन्य प्रभाव भी पड़ते हैं जैसे– दर्द, सूजन, अत्यधिक रक्तस्राव, अंग क्षति इत्यादि।

6.2 **न्यूरोटॉक्सिक विष** (Neurotoxic Venom)– न्यूरोटॉक्सिक विष तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करता है और nerve signals के संचरण को भी बाधित करता है। जब यह विष किसी जीव के शरीर में पहुँचता हैं तो उसमें कई तरह के लक्षण दिखाई देते हैं जैसे– लकवा मारना, दृष्टि धुंधली होना, सांस लेने में कठिनाई होना आदि। इसके कुछ समय बाद व्यक्ति धीरे अपनी चेतना खोने लगता है और कुछ समय बाद उसकी मृत्यु हो जाती है। न्यूरोटॉक्सिक विष कोबरा, कोरल सांप और समुद्री सांपों की कुछ प्रजातियों में पाया जाता है।

6.3 **साइटोटॉक्सिक विष** (Cytotoxic Venom)– साइटोटॉक्सिक एक ऐसा विष है जो उस जगह की कोशिकाओं और ऊतकों को नष्ट कर देता है जहाँ पर साँप हमला करता है। इस विष से व्यक्ति को अधिक नुकसान नहीं होता हैं सिर्फ स्थानीय क्षति ही होती है, जैसे– गंभीर सूजन, नेक्रोसिस, तथा कोशिकाओं का टूटना आदि। साइटोटॉक्सिक विष स्पिटिंग कोबरा, black–necked spitting cobra और कुछ वाइपर में पाया जाता है।

7. **साँप के जहर को इकट्ठा करने तथा तैयार करने का तरीका–** साँप के जहर को इकट्ठा करने की प्रक्रिया को snake milking कहते है। यह एक नाजुक प्रक्रिया होती है जिसमें जीवित साँप का जहर निकला जाता है और उसका इस्तेमाल वैज्ञानिक अध्ययन या एंटीवेनम उत्पादन के लिए किया जाता है। इस प्रक्रिया को करने के लिए एक प्रशिक्षित पेशेवर अर्थात् एक हर्पेटोलॉजिस्ट की आवश्यकता होती है। इस प्रक्रिया को करने के लिए कई कदम उठाये जाते हैं जो निम्नलिखित हैं–

7.1. **साँप को पकड़ने और उसका जहर निकालने का सही तरीका** (The right way to catch a snake and extract its venom)–साँप का जहर निकालने के लिए उसके सिर को और उसके शरीर को सावधानी से पकड़ना बहुत आवश्यक है। यदि उसे उचित तरीके से नहीं पकड़ा जाए तो यह काट भी सकता है इसीलिए इस कार्य को करने के लिए एक प्रशिक्षित पेशेवर की आवश्यकता होती है जिससे साँप और हैंडलर दोनों की सुरक्षा सुनिश्चित हो सके। इसका जहर निकालने के लिए एक शीशी का इस्तेमाल किया जाता है जिस पर पतली झिल्ली लगी रहती है जिसमें वह आसानी से काट सकता है। जैसे ही साँप उस पर काटता है उसका जहर कंटेनर में इंजेक्ट हो जाता है। जिसे इकट्ठा करके आगे की प्रक्रिया के लिए सुरक्षित तरीके से संग्रहित कर दिया जाता है।

7.2. **जहर का प्रसंस्करण करना** (Processing the Venom)– जहर को इकट्ठा करने के बाद इसे फिल्टर किया जाता है। इसके बाद इसे freeze-dried या लिक्विड नाइट्रोजन वाले वातावरण में संग्रहीत किया जाता है। फ्रीज–ड्राइंग (Freeze-drying) को लाइओफिलाइजेशन (lyophilization) के नाम से भी जाना जाता है। इस प्रक्रिया से विष को लंबे समय तक सुरक्षित रखने में मदद मिलती है। इससे विष की जैविक गतिविधि बनी रहती है, जिससे इसका इस्तेमाल शोध और एंटीवेनम उत्पादन के लिए किया जाता है।

यह प्रक्रिया विस्तार से कैसे होती है–

1. **छानना** (Filtration)– विष प्रसंस्करण में सबसे पहले हम एकत्र किए गए साँप के जहर को छानते हैं जिससे उसमें उपस्थित सभी तरह के बैक्टीरिया और अन्य प्रदूषकों को अलग किया जा सके। इस प्रक्रिया से यह सुनिश्चित होता है कि विष शुद्ध है और बाद की प्रक्रिया के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

2. **फ्रीज–ड्राइंग (लाइओफिलाइजेशन)** (Freeze-Drying -Lyophilization)– फिल्टरेशन और वैकल्पिक सेंट्रीफ्यूजेशन की प्रक्रिया के बाद, विष के बायोएक्टिव यौगिकों को संरक्षित करने के लिए इसे फ्रीज–ड्राय (freeze&Dry) किया जाता है। फ्रीज–ड्राइंग, या लाइओफिलाइजेशन में विष को जमाया जाता है और फिर ऊर्ध्वपातन (ठोस बर्फ का सीधे वाष्प में बदलना) की क्रिया द्वारा इसमें उपस्थित पानी को हटा दिया जाता है। इस विधि के द्वारा विष की वास्तविक संरचना और जैविक गतिविधि बनी रहती हैं तथा इसे बिना खराब हुए लंबे समय तक संग्रहीत किया जा सकता है। फ्रीज–ड्राई किए गए विष को उसके तरल रूप की तुलना में आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान तक पंहुचाया जा सकता है। इसके लिए किसी विशेष कंटेनर की भी आवश्यकता नहीं होती है।

8. **कुछ वैकल्पिक चरण** (Optional steps)– छानने की प्रक्रिया के बाद कुछ ऐसे चरण होते हैं जो वैकल्पिक होते हैं जिन्हें वैज्ञानिक कुछ विशेष उत्पाद प्राप्त करने के लिए ही करते हैं। इनका वर्णन इस प्रकार है–

8.1. **सेंट्रीफ्यूजेशन** (Centrifugation)– इस चरण की आवश्यकता हमेशा नहीं होती है। यह प्रक्रिया तभी की जाती है जब शोधकर्ताओं को विष से किसी विशिष्ट प्रोटीन या एंजाइम की आवश्यकता होती है। इस प्रक्रिया में विष को उनके आणविक भार के आधार पर विभिन्न प्रकार के घटकों को अलग–अलग करने के लिए सेंट्रीफ्यूज किया जाता है। इस प्रक्रिया को छानने के बाद किया जाता है।

8.2. **तरल नाइट्रोजन में भंडारण** (Storage in Liquid Nitrogen)– तरल नाइट्रोजन में विष को संग्रहित करना भी एक वैकल्पिक चरण ही है। इसमें साँप के जहर को उसके तरल रूप में अल्ट्रा–कम तापमान पर तरल नाइट्रोजन का उपयोग करके संग्रहीत किया जाता है।

इस तापमान पर विष स्थिर रहता है, क्योंकि अत्यधिक ठंडा तापमान उन एंजाइमेटिक प्रतिक्रियाओं को रोक देता हैं जो विष के सक्रिय यौगिक को तोड़ सकता है। इसके साथ ही यह बैक्टीरिया और फंगल संदूषण के जोखिम को भी कम करता हैं।

8.3. **विखंडन एवं शुद्धिकरण** (Fractionation and Purification)– विष से विशेष प्रकार की जैविक गतिविधियों को करने वाले विशिष्ट प्रोटीन, एंजाइम या पेप्टाइड्स को अलग करने के लिए इसका विखंडन एवं शुद्धिकरण किया जाता है। यह निम्न तकनीकों के माध्यम से होता है–

8.3.1 **क्रोमैटोग्राफी**– इस प्रक्रिया के द्वारा जहर के घटकों को उनके आकार, आवेश या कुछ पदार्थों के प्रति आकर्षण के आधार पर अलग किया जाता है।

8.3..2 **इलेक्ट्रोफोरेसिस**– यह एक ऐसी विधि है जिसमें जहर के अणुओं को उनके आकार और आवेश के आधार पर अलग करने के लिए विद्युत क्षेत्र का उपयोग किया जाता है।

9. **कीटाणुनाशन** (Sterilization)– संसाधित विष (processed venom) से शेष रोगजनक को हटाने के लिए उसे sterilized करने की आवश्यकता होती है। यह प्रक्रिया तब महत्वपूर्ण होती है जब विष का उपयोग चिकित्सा अनुप्रयोगों, जैसे anti–venom के उत्पादन में या दवा अनुसंधान में किया जाता है।

10. **साँप के जहर का महत्व** (Importance of Snake Venom)– साँप के जहर का इस्तेमाल चिकित्सा से लेकर पर्यावरणीय विज्ञान तक विभिन्न क्षेत्रों में किया जाता है। नीचे ऐसे ही कुछ प्रमुख क्षेत्र दिए गए हैं जहाँ साँप के जहर का इस्तेमाल विभिन्न रूपों में किया जाता है–

10.1 **चिकित्सा अनुसंधान में** (In medical research)– साँप के जहर में एंजाइम, प्रोटीन और पेप्टाइड जैसे कई बायोएक्टिव अणु होते हैं जिनका उपयोग दवा बनाने में किया जाता है। उदाहरण के लिए, वाइपर के जहर में पाए जाने वाले घटकों का उपयोग उन anticoagulants को विकसित करने के लिए किया गया है जो रक्त के थक्के को जमने से रोकते हैं। जबकि अन्य जहरों के अध्ययन द्वारा उनकी उन क्षमताओं को जानने का प्रयास किया जा रहा हैं जिससे कि कैंसर, उच्च रक्तचाप और तंत्रिका संबंधी विकारों का बेहतर इलाज किया जा सके। वर्तमान समय में चिकित्सा अनुसंधान द्वारा साँप के जहर का इस्तेमाल ऐसी कई दवाइयाँ बनाई गई जिसका इस्तेमाल कई तरह की बीमारियों को दूर करने में किया गया है। इनमें से कुछ का वर्णन इस प्रकार है–

1. Captopril एक एंटीहाइपरटेंसिव दवा है। इसे बोथ्रोप्स जाराराका (Bothropsjararaca) सांप के जहर में पाए जाने वाले bradykinin-potentiating peptides (BPPs) से बनाया गया था। यह ब्लड वेसल्स को आराम देता है जिससे ब्लड प्रेशर कम करने में मदद मिलती है।

2) Eptifibatide दवा को Sistrurusmiliarius साँप के जहर से बनाया जाता है और Tirofiban को Echiscarinatus साँप के जहर से बनाया जाता है। इनका उपयोग हार्ट अटैक की स्थितियों में रक्त का थक्का बनने से रोकने के लिए ब्लड थिनर के रूप में किया जाता है।

3) Batroxobin दवा को Bothropsmoojeni सांप के जहर से अलग किया गया है। यह फाइब्रिनोजेन को तोड़ने और थ्रोम्बोलिसिस (thrombolysi) को बढ़ावा देने में मदद करता है। चिकित्सकीय रूप से इसका इस्तेमाल bleeding disorders और thrombosis को प्रबंधित करने के लिए किया जाता है।

4) Crotalusdurissuscollineatus सांप से Collinein–1 मिलता है जो कैंसर कोशिकाओं में पोटेशियम चैनलों को ब्लॉक करता है, जिससे ट्यूमर कोशिकाओं की जीवित रहने की क्षमता कम हो जाती है। इसके अलावा Crotalusdurissusterrificus सांप से Crotamine मिलता है जो कोशिका विभाजन के दौरान कैंसर कोशिकाओं में प्रवेश करके कैंसर रोधी दवा के रूप में कार्य करता है।

10.2 **एंटीवेनम के उत्पादन में** (In Anti venom Production)– साँप के जहर का प्राथमिक और सबसे महत्वपूर्ण उपयोग एंटीवेनम के उत्पादन में होता है। एंटीवेनम बनाने के लिए साँप के जहर को घोड़े, भेड़ जैसे जानवरों में थोड़ी मात्रा में इंजेक्ट किया जाता है। इन जानवरों का शरीर जीवित एंटीबॉडी फैक्ट्रियों की तरह काम करते हैं, जिनसे हाइपरइम्यून प्लाज्मा बनता है जिससे एंटीबॉडी बनाया जाता है। इन एंटीबॉडीज को जानवर के खून से निकाला जाता है और एंटीवेनम में संसाधित किया जाता है। सांप के काटने के बाद उसके जहर से बचने के लिए एंटीवेनम ही एकमात्र प्रभावी उपचार होता है।

10.3 **पारिस्थितिकी महत्व** (Ecological Importance)– पारिस्थितिकी तंत्र में, साँप, कृंतक जीवों तथा अन्य छोटे जानवरों की आबादी को नियंत्रित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। विषैले सांप खाद्य श्रृंखला का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होते हैं, और उनका जहर उन्हें शिकार को जल्दी से स्थिर करने में मदद करता है।

10.4 **जैव प्रौद्योगिकी और औषधि विज्ञान में** (In Biotechnology and Pharmacology)– साँप के जहर ने जैव प्रौद्योगिकी में कई क्षेत्रों को प्रेरित किया है। साँप के विष के घटक मानव प्रोटीन और कोशिकाओं के साथ मिलकर किस प्रकार क्रिया करते हैं, इसका अध्ययन करके वैज्ञानिक इन अन्तः क्रिया की नकल करके या उनका संशोधन करके नये उपचार बना सकते हैं। इससे नवीन दवाओं और उपचारों के विकास को बढ़ावा मिल सकता है।

11. **निष्कर्ष**– प्रस्तुत अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि यद्यपि साँप का जहर एक खतरनाक और जटिल पदार्थ होता है, फिर भी ये जैविक रूप से अत्यधिक सक्रिय और वैज्ञानिक दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण जैव–संसाधन है। इसमें चिकित्सा विज्ञान को आगे बढ़ाने की

अविश्वसनीय क्षमता है। वर्तमान में चल रहे अनुसंधान कार्यों के साथ–साथ आने वाले समय में उन्नत तकनीकों एवं उच्च स्तर के अनुसंधान के माध्यम से साँप का जहर हमारे समय की कुछ सबसे गंभीर स्वास्थ्य चुनौतियों के लिए नए समाधान पेश करके विष आधारित उपचारों की दिशा में महत्वपूर्ण योगदान एवं प्रगति कर सकता है।

References

1. Alonso, L. L., Slagboom, J., Casewell, N. R., Samanipour, S., & Kool, J. (2025). Categorization and Characterization of Snake Venom Variability through Intact Toxin Analysis by Mass Spectrometry. Journal of proteome research, 24(3), 1329–1341. https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.4c00923
2. Alves, Á. E. F., Barros, A. B. C., Silva, L. C. F., Carvalho, L. M. M., Pereira, G. M. A., Uchôa, A. F. C., Barbosa-Filho, J. M., Silva, M. S., Luna, K. P. O., Soares, K. S. R., & Xavier-Júnior, F. H. (2025). Emerging Trends in Snake Venom-Loaded Nanobiosystems for Advanced Medical Applications: A Comprehensive Overview. *Pharmaceutics*, *17*(2), 204. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17020204
3. B., Melisa & et al. (2015). *Venomous Reptiles and Their Toxins Evolution, Pathophysiology and Biodiscovery*. Oxford University Press. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/277719111_Venomous_Reptiles_and_Their_Toxins_Evolution_Pathophysiology_and_Biodiscovery#:~:text=Venomous%20Reptiles%20and%20Their%20Toxins,Evolution%2C%20Pathophysiology%20and%20Biodiscovery&text=Publisher%3A%20Oxford%20University%20Press,Authors%3A
4. Bittenbinder, M. A., van Thiel, J., Cardoso, F. C., Casewell, N. R., Gutiérrez, J. M., Kool, J., &Vonk, F. J. (2024). Tissue damaging toxins in snake venoms: mechanisms of action, pathophysiology and treatment strategies. Communications biology, 7(1), 358. https://doi.org/10.1038/s42003-024-06019-6
5. Bordon, K. D. C. F., Cologna, C. T., Fornari-Baldo, E. C., Pinheiro-Júnior, E. L., Cerni, F. A., Amorim, F. G., ... &Arantes, E. C. (2020). From animal poisons and venoms to medicines: achievements, challenges and perspectives in drug discovery. *Frontiers in pharmacology*, *11*, 1132.https://doi.org/10.3389/fphar.2020.01132
6. Coulter-Parkhill, A., McClean, S., Gault, V. A., & Irwin, N. (2021). Therapeutic potential of peptides derived from animal venoms: current views and emerging drugs for diabetes. *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, *14*, 11795514211006071.https://doi.org/10.1177/11795514211006071
7. Ferraz CR, Arrahman A, Xie C, Casewell NR, Lewis RJ, Kool J and Cardoso FC (2019) Multifunctional Toxins in Snake Venoms and Therapeutic Implications: From Pain to Hemorrhage and Necrosis. Front. Ecol. Evol. 7:218. https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00218
8. Gasanov, S. E., Dagda, R. K., & Rael, E. D. (2014). Snake Venom Cytotoxins, Phospholipase A2s, and Zn2+-dependent Metalloproteinases: Mechanisms of Action and Pharmacological Relevance. Journal of clinical toxicology, 4(1), 1000181. https://doi.org/10.4172/2161-0495.1000181
9. Greener, M. (2020). The next generation of venom-based drugs. *Prescriber*, *31*(4), 28-32.https://doi.org/10.1002/psb.1837
10. Jenner, R., &Undheim, E. (2017). *Venom: the secrets of nature's deadliest weapon*. Smithsonian Institution.
11. Kang, T. S., Georgieva, D., Genov, N., Murakami, M. T., Sinha, M., Kumar, R. P., Kaur, P., Kumar, S., Dey, S., Sharma, S., Vrielink, A., Betzel, C., Takeda, S., Arni, R. K., Singh, T. P., &Kini, R. M. (2011). Enzymatic toxins from snake venom: structural characterization and mechanism of catalysis. FEBS Journal, 278, 4544-4576. https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2011.08115.x
12. Kasturiratne, A., Wickremasinghe, A. R., de Silva, N., Gunawardena, N. K., Pathmeswaran, A., Premaratna, R., Savioli, L., Lalloo, D. G., & de Silva, H. J. (2008). The global burden of snakebite: A literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. PLoS Medicine, 5(11), e218. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050218
13. Lan, D., Song, S., Liu, Y., Jiao, B., &Meng, R. (2021). Use of batroxobin in central and peripheral ischemic vascular diseases: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, *12*, 716778.https://doi.org/10.3389/fneur.2021.716778

14. Roldán-Padrón, O., Castro-Guillén, J. L., García-Arredondo, J. A., Cruz-Pérez, M. S., Díaz-Peña, L. F., Saldaña, C., Blanco-Labra, A., &García-Gasca, T. (2019). Snake Venom Hemotoxic Enzymes: Biochemical Comparison between Crotalus Species from Central Mexico. Molecules (Basel, Switzerland), 24(8), 1489. https://doi.org/10.3390/molecules24081489
15. Slagboom, J., Kool, J., Harrison, R. A., &Casewell, N. R. (2017). Haemotoxic snake venoms: their functional activity, impact on snakebite victims and pharmaceutical promise. British journal of haematology, 177(6), 947–959. https://doi.org/10.1111/bjh.14591
16. Snake venom overview: Snake venom – Chemistry and biology. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Snake_venom
17. Tu, A. T. (1991). Handbook of natural toxins: Vol. 5. Reptile venoms and toxins. Marcel Dekker. Retrieved from https://redtox.org/sites/default/files/toxiblog/descargables/2010-handbook-of-venoms-and-toxins-of-reptiles-a_1.pdf
18. Warrell, D. A. (2010). Snake bite. The Lancet, 375(9708), 77–88. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61754-2
19. World Health Organization. (2016). Guidelines for the production, control and regulation of snake antivenom immunoglobulins. WHO Press. Retrieved from https://cdn.who.int/media/docs/default-source/biologicals/blood-products/document-migration/antivenomglrevwho_trs_1004_web_annex_5.pdf? sfvrsn=ef4b2aa5_3 &download=true
20. World Health Organization. (2017). Guidelines for the production, control, and regulation of snake antivenom immunoglobulins: Annex 5 (WHO Technical Report Series, No. 1004), 211. Retrieved from https://cdn.who.int/media/docs/default-source/biologicals/blood-products/document-migration/antivenomglrevwho_trs_1004_web_annex_5.pdf?sfvrsn=ef4b2aa5_3&download=true
21. Image Source: Pixabayhttps://pixabay.com/ and Freepikhttps://www.freepik.com/