
蚊子叮你的时候，它的唾液里藏着什么秘密？ MDPI Proteomes

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41884.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

论文标题：Mimicry in the Bite: Shared Sequences Between Aedes aegypti Salivary Proteins and Human Proteins

论文链接：<https://www.mdpi.com/2227-7382/13/4/56>

期刊名：Proteomes

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/proteomes>

夏天最烦人的事情之一，就是被蚊子咬了一口之后，那个包又红又肿，痒得让人忍不住去挠。

为什么会痒？为什么不是一咬就痒，而是要等上几分钟甚至半小时？

答案藏在蚊子的唾液里。蚊子吸血的时候，它会往你的皮肤里注入唾液，里面有抗凝血剂和各种蛋白质，防止你的血凝固。你的免疫系统检测到这些入侵者，释放组胺。组胺让血管扩张、血管壁通透性增加，组织液渗出形成红肿的包；同时刺激神经末梢，向大脑发送痒的信号。

痒和肿，本质上是你在对自己的免疫系统过敏。这也是为什么越挠越痒——你越刺激，组胺释放越多。

好，痒的机制说完了。接下来要说的，和痒无关——但可能比痒更值得关注。

一、蚊子唾液里还有更隐蔽的东西

埃及伊蚊（*Aedes aegypti*）是传播登革热、寨卡、基孔肯雅热和黄热病的主要媒介。科学家早就注意到，这些病毒感染后有时会伴随自身免疫现象——免疫系统攻击人体自身的组织。

一种可能的解释叫分子模拟：外源生物的某些分子结构与宿主的自身分子结构相似，免疫系统误把自己人当入侵者来攻击。

此前已有研究发现，登革病毒的NS1、E和prM蛋白与人类内皮细胞、血小板和凝血因子存在分子模拟。但有一个问题一直没人问过：蚊子自己的唾液蛋白，会不会也和人类蛋白撞脸？

Proteomes 发表的这项研究回答了这个问题。

二、47个撞脸的片段

研究者从29种埃及伊蚊唾液蛋白中，生成了9513个长度为8个氨基酸的短肽（八肽），逐一比对人类蛋白质组，寻找完全相同的序列。

结果找到了47个共享肽段，分布在21种唾液蛋白和52种人类蛋白之间，长度从8到18个氨基酸不等。其中32个（68%）是八肽。

撞脸最多的几种唾液蛋白是：淋巴毒素 β 受体抑制剂（LTRIN）、醛脱氢酶、ficolin、血管生成素和 α -葡萄糖苷酶——它们占了所有共享肽段的近60%。

以LTRIN为例，9个共享肽段中有8个位于该蛋白的两个谷氨酰胺重复区域，匹配到17种不同的人类蛋白。

更有意思的是：匹配到的52种人类蛋白中，有30种是细胞内蛋白。正常情况下，免疫系统看不到它们；但如果因为炎症或细胞死亡被释放出来，那些被蚊子唾液训练过的免疫细胞就可能去攻击它们。

三、它们真的能激活免疫系统吗？

序列相同只是第一步。研究者进一步预测了这些共享肽段与MHC分子的结合能力——MHC分子是免疫系统向T细胞展示抗原的窗口。能高亲和力结合MHC，意味着它们有潜力真正激活免疫反应。

MHC-II分子（主要激活CD4+ T细胞）：6种唾液蛋白的69个肽段与9种人类蛋白存在高亲和力匹配，涉及46种MHC-II等位基因，总计259个匹配。

MHC-I分子（主要激活CD8+ T细胞）：10种唾液蛋白的19个肽段与14种人类蛋白存在高亲和力匹配，涉及19种MHC-I等位基因，总计43个匹配。

研究者还在免疫表位数据库（IEDB）中检索了这些共享序列——这个数据库收录了已被实验验证的免疫原性肽段。结果发现，10种人类蛋白的共享序列出现在14个已证实的免疫原性肽段中，其中4个已在自身免疫病理背景下得到验证。

四、这意味着什么？

这项研究提出的是一种可能性：蚊子唾液蛋白与人类蛋白的撞脸，可能让免疫系统提前预习了攻击人类自身蛋白的技能。

如果这种免疫记忆真的存在，那么在登革热、寨卡等蚊媒病毒感染后，感染引发的炎症释放了那些长得像的人类蛋白，免疫系统就可能发起攻击——可能推动疾病向重症发展，导致细胞因子风暴和血管渗漏。

当然，目前这只是生物信息学预测。还需要免疫学和流行病学研究来验证：蚊子叮咬是否真的能

在人体内诱导出这样的交叉反应T细胞，以及这种反应是否真的会影响疾病结局。

但无论如何，这项研究指出了一个被长期忽视的问题：蚊子带来的不只是病毒，它的唾液本身也可能在与你的免疫系统对话——以一种你从未想过的方式。

Peptides	Alleles	MBP	Peptides	Alleles	MBP
Aedes: Angiopoietin GWTVIQRRLDG GWTVIQRRLDG Human: Angiopoietin-related protein 2	HLA-DRB1*08:02 HLA-DRB1*13:03 HLA-DRB1*14:02	Aedes: 0.37 Human: 0.37 Aedes: 0.01 Human: 0.01 Aedes: 0.68 Human: 0.68	Aedes: Venom allergen 5 TQMVSDRTTKI PQMVSDRTTPI Human: Versican	HLA-DRB1*03:01 HLA-DRB1*03:04 HLA-DRB1*03:08	Aedes: 0.64 Human: 0.64 Aedes: 0.64 Human: 0.64 Aedes: 0.64 Human: 0.64
Aedes: Ficolin GGWTVIQNRFDG GGWTVIQNRQDG Human: Fibrinogen β chain	HLA-DRB1*04:05 HLA-DRB1*04:08 HLA-DRB1*04:10	Aedes: 0.05 Human: 0.02 Aedes: 0.58 Human: 0.28 Aedes: 0.43 Human: 0.25	Aedes: Amylase LVFVDNHDNQR LVFVDNHDNQR Human: α -amylase 1A	HLA-DRB1*03:01 HLA-DRB1*03:04 HLA-DRB1*03:08 HLA-DRB1*14:02	Aedes: 0.83 Human: 0.83 Aedes: 0.83 Human: 0.83 Aedes: 0.83 Human: 0.83 Aedes: 0.90 Human: 0.90
Aedes: Ficolin GTYSGDAGDSL GQYHGDAGDSL Human: Angiopoietin-related protein 6	HLA-DQA1*05:01/DQB1*02:01 HLA-DQA1*05:01/DQB1*02:02 HLA-DQA1*05:01/DQB1*02:04 HLA-DQA1*05:01/DQB1*02:06	Aedes: 0.80 Human: 0.23 Aedes: 0.80 Human: 0.23 Aedes: 0.80 Human: 0.23 Aedes: 0.80 Human: 0.23	Aedes: Aldehyde dehydrogenase GPILPIVNVHN GPILPIVNVQS Human: Aldehyde dehydrogenase 3	HLA-DRB1*04:02 HLA-DRB1*04:04 HLA-DRB1*04:08 HLA-DRB1*04:10	Aedes: 0.54 Human: 0.90 Aedes: 0.10 Human: 0.10 Aedes: 0.55 Human: 0.26 Aedes: 0.36 Human: 0.12
Aedes: Ficolin RMFSTLSDND TSFSTLSDND Human: Angiopoietin 4	HLA-DQA1*02:01/DQB1*02:05 HLA-DQA1*04:01/DQB1*02:05 HLA-DQA1*04:02/DQB1*02:05 HLA-DQA1*05:01/DQB1*02:05 HLA-DRB1*04:05	Aedes: 0.39 Human: 0.30 Aedes: 0.43 Human: 0.30 Aedes: 0.43 Human: 0.30 Aedes: 0.39 Human: 0.23 Aedes: 0.35 Human: 0.29	Aedes: LTRIN HAPHHGQPQV AAPHHGQPQP Human: Forkhead box protein D3	HLA-DQA1*01:02/DQB1*03:01 HLA-DQA1*02:01/DQB1*03:01 HLA-DQA1*04:01/DQB1*03:01 HLA-DQA1*04:02/DQB1*03:01 HLA-DQA1*05:01/DQB1*03:04	Aedes: 0.12 Human: 0.84 Aedes: 0.05 Human: 0.63 Aedes: 0.01 Human: 0.18 Aedes: 0.01 Human: 0.18 Aedes: 0.01 Human: 0.61

图1. 代表性高亲和力MHC-II结合匹配肽段。

Peptides	Alleles	MBP	Peptides	Alleles	MBP
<i>Aedes</i> : D7L1 MKLPLLLAI MKLPLLLAL Human: Pro eosinophil major basic protein	HLA-B*39:06 HLA-C*06:02	<i>Aedes</i> : 0.27 Human: 0.16 <i>Aedes</i> : 0.67 Human: 0.37	<i>Aedes</i> : Amylase FVDNHDNQR FVDNHDNQR Human: α -amylase 1A	HLA-A*68:01 HLA-A*01:01	<i>Aedes</i> : 0.54 Human: 0.54 <i>Aedes</i> : 0.93 Human: 0.93
<i>Aedes</i> : Lysozyme VLVGLFVLL ALVGLFVLL Human: L-dopachrome tautomerase	HLA-A*02:07 HLA-A*02:01 HLA-A*02:06 HLA-A*02:03 HLA-A*32:01	<i>Aedes</i> : 0.28 Human: 0.28 <i>Aedes</i> : 0.35 Human: 0.21 <i>Aedes</i> : 0.60 Human: 0.28 <i>Aedes</i> : 0.80 Human: 0.39 <i>Aedes</i> : 0.92 Human: 0.67	<i>Aedes</i> : Angiopoietin RRLDGSVDF RRLDGSVDF Human: Angiopoietin-related protein 2	HLA-C*07:01 HLA-C*07:02 HLA-C*06:02 HLA-C*07:04	<i>Aedes</i> : 0.03 Human: 0.03 <i>Aedes</i> : 0.06 Human: 0.06 <i>Aedes</i> : 0.26 Human: 0.26 <i>Aedes</i> : 0.38 Human: 0.38
<i>Aedes</i> : Adenosine deaminase ISNQVLKLV ISNQVLKLV Human: Adenosine deaminase 2	HLA-C*15:02 HLA-C*06:02 HLA-C*16:01 HLA-B*58:01 HLA-B*57:01	<i>Aedes</i> : 0.04 Human: 0.04 <i>Aedes</i> : 0.61 Human: 0.61 <i>Aedes</i> : 0.79 Human: 0.79 <i>Aedes</i> : 0.77 Human: 0.77 <i>Aedes</i> : 0.89 Human: 0.89	<i>Aedes</i> : NeSt1 KVTELEQQI KVTELEQQV Human: SH3 domain-binding protein 5-like	HLA-A*02:06 HLA-A*32:01 HLA-A*02:01 HLA-A*02:07 HLA-A*02:03	<i>Aedes</i> : 0.18 Human: 0.14 <i>Aedes</i> : 0.20 Human: 0.07 <i>Aedes</i> : 0.26 Human: 0.85 <i>Aedes</i> : 0.62 Human: 0.21 <i>Aedes</i> : 0.78 Human: 0.44 <i>Aedes</i> : 0.98 Human: 0.29
<i>Aedes</i> : Aldehyde dehydrogenase EIFGPILPI EIFGPILPI Human: Aldehyde dehydrogenase 3	HLA-A*68:02 HLA-A*26:01 HLA-A*02:06 HLA-B*51:01 HLA-A*02:07 HLA-A*02:03	<i>Aedes</i> : 0.02 Human: 0.02 <i>Aedes</i> : 0.15 Human: 0.15 <i>Aedes</i> : 0.57 Human: 0.57 <i>Aedes</i> : 0.71 Human: 0.71 <i>Aedes</i> : 0.92 Human: 0.92 <i>Aedes</i> : 0.96 Human: 0.96	<i>Aedes</i> : α -glucosidase TYYGEEIGM TYYGEEIGM Human: Solute carrier family 3 member 1	HLA-C*07:02 HLA-A*24:03 HLA-A*23:01 HLA-A*24:02 HLA-C*06:02 HLA-C*07:04	<i>Aedes</i> : 0.15 Human: 0.15 <i>Aedes</i> : 0.35 Human: 0.35 <i>Aedes</i> : 0.44 Human: 0.44 <i>Aedes</i> : 0.49 Human: 0.49 <i>Aedes</i> : 0.70 Human: 0.70 <i>Aedes</i> : 0.94 Human: 0.94

图2. 代表性高亲和力MHC-I结合匹配肽段。

<i>Aedes aegypti</i> peptide Human peptide in IEDB	Angiopoietin RLDGSVDFN Fibrinogen γ chain	Ficolin YSGDAGDSL Angiopoietin-related protein 6	Ficolin GGWTVIQNRFDG Fibrinogen β chain	Amylase ALVFVDNHDNQ α -amylase 1A	Adenosine deaminase NQVLKLVQDQRNHP Adenosine deaminase 2
<i>Aedes aegypti</i> peptide Human peptide in IEDB	Lysozyme VLVGLFVLL L-dopachrome tautomerase	DTL1 KLPLLLAI Pro eosinophil major basic protein	Aldehyde dehydrogenase EIFGPILPIVNV Aldehyde dehydrogenase 3	Aldehyde dehydrogenase LPFGGVGPSGMGSY Aldehyde dehydrogenase 3	LTRIN YQQQQQQQPQYQQPQ TNRC6A

图3. IEDB验证肽段与蚊虫肽段比对。

五、延伸阅读

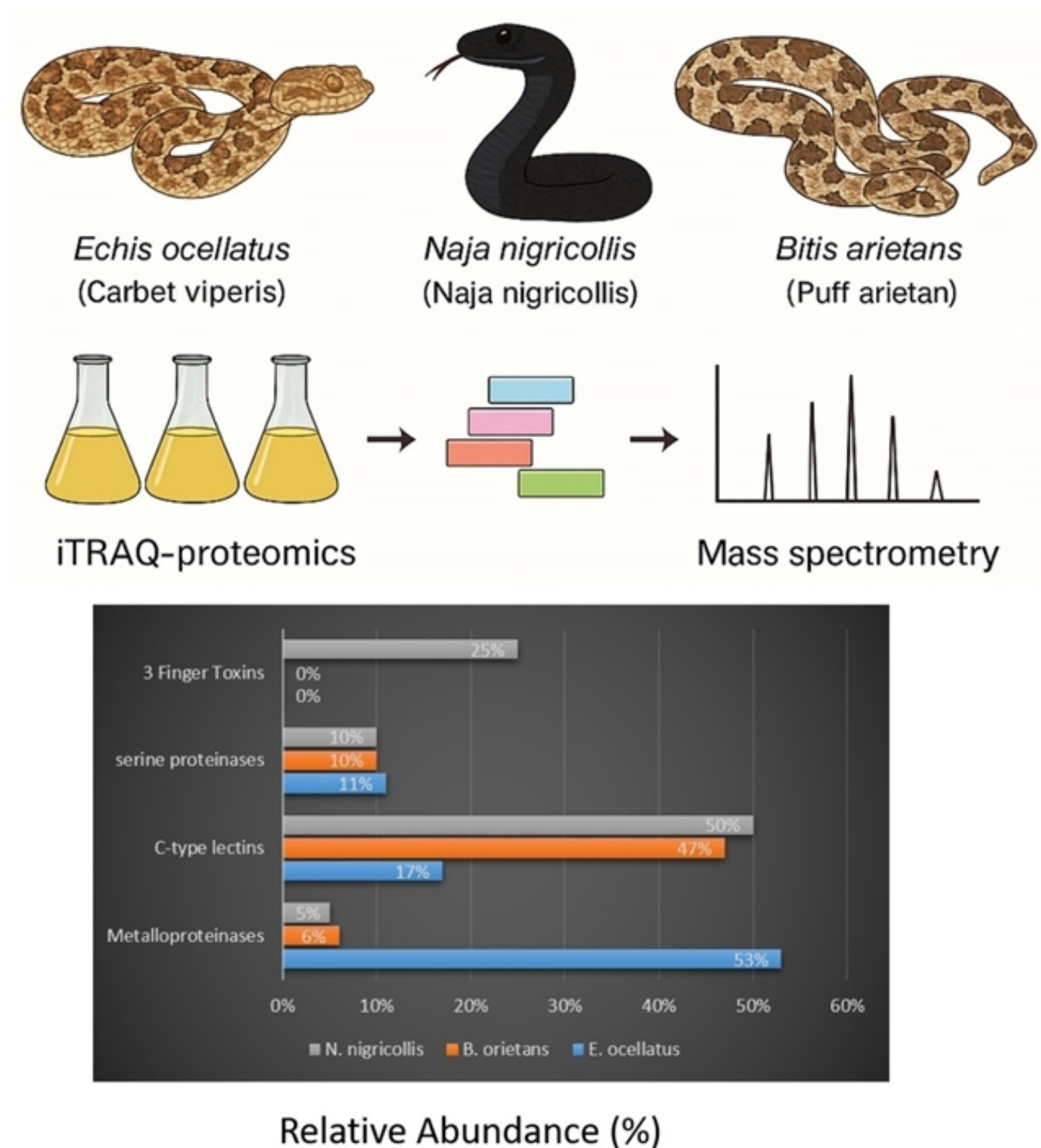
如果您对动物来源蛋白质与人类免疫相关话题感兴趣，以下两篇文章也值得一读：

1. 三种毒蛇毒液的标记比较蛋白质组学

<https://www.mdpi.com/2227-7382/13/3/31>

Adio, A.A.-I.; Uko, S.O.; Lawal, J.M.; Malami, I.; Lawal, N.; Jega, A.J.Y.; Abubakar, B.; Bello, M.B.; Ibrahim, K.G.; Abubakar, M.B.; et al. Comparative Label-Based Proteomics of Venoms from *Echis ocellatus*, *Naja nigricollis*, and *Bitis arietans*. *Proteomes* 2025, 13, 31.

该研究对*Echis ocellatus*（锯鳞蝰）、*Naja nigricollis*（黑颈眼镜蛇）和*Bitis arietans*（鼓腹蝰）三种毒蛇的毒液进行了iTRAQ标记比较蛋白质组学分析。与蚊虫唾液蛋白类似，毒液蛋白也是通过叮咬/咬伤进入人体的外源蛋白质，同样可能触发免疫反应。研究发现*E. ocellatus*和*B. arietans*（蝰科）毒液以金属蛋白酶（53%）和C型凝集素（47%）为主，而*N. nigricollis*（眼镜蛇科）毒液以三指毒素（25%）为主。该研究为理解蛇毒的作用机制和开发抗蛇毒血清提供了蛋白质组学基础。



图文摘要

2. HRAMS蛋白质组学揭示圣罗勒的抗丝虫作用

<https://www.mdpi.com/2227-7382/13/1/2>

Mishra, A.; Kumar, V.; Kumar, S.; Singh, H.; Singh, A. HRAMS Proteomics Insights on the Anti-Filarial Effect of *Ocimum sanctum*: Implications in Phytochemical-Based Drug-Targeting and Designing.

丝虫病是由蚊子传播的寄生虫病。该研究利用HRAMS蛋白质组学技术揭示了Ocimum sanctum（圣罗勒）的抗丝虫效应。研究发现圣罗勒乙醇提取物处理丝虫Setaria cervi后，可显著降低其活力（LC50 = 197.24 μ g/mL），同时引起抗氧化酶（GST、GR）活性下降和氧化应激标志物（脂质过氧化、蛋白羰基化）升高。蛋白质组学分析鉴定出能量代谢相关蛋白（GAPDH、烯醇化酶、腺苷酸激酶）下调，而应激蛋白HSP70上调，提示圣罗勒的作用机制可能涉及干扰寄生虫的能量代谢和抗氧化防御系统。

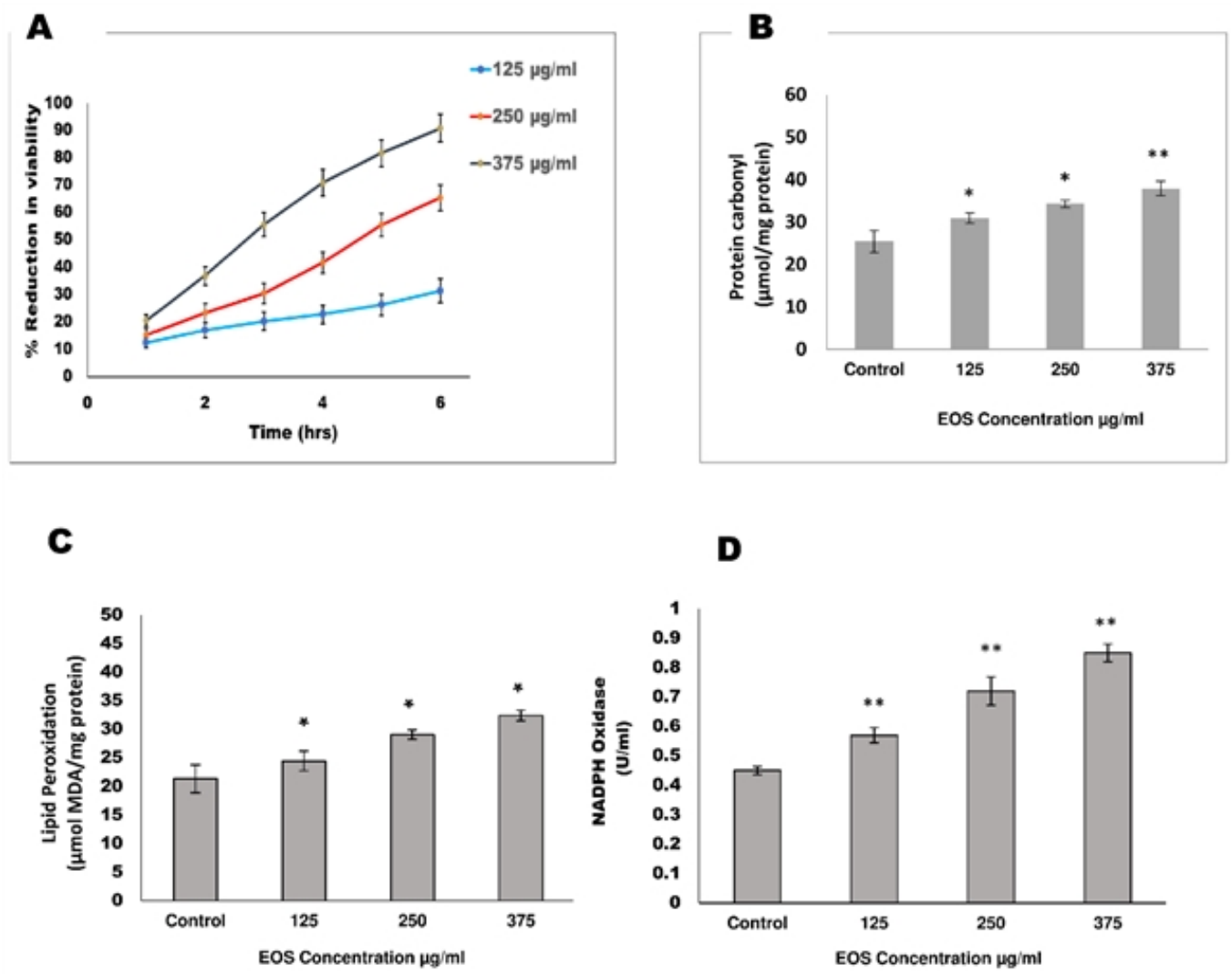


图1. EOS处理对S. cervi 成年雌虫活力的剂量-反应曲线 + 氧化应激标志物柱状图。

期刊介绍

主编：

Prof. Dr. Jens R. Coorssen, Institute for Globally Distributed Open Research and Education (IGDORE), St. Catharines, ON L2M 4X2, Canada;

Matthew P. Padula, School of Life Sciences and Proteomics Core Facility, Faculty of Science, The University of Technology Sydney, Ultimo 2007, Australia

Proteomes (ISSN 2227-7382) 专注于蛋白质组分析的各个方面，特别关注蛋白质组在蛋白质形式 (proteoforms)、功能性生物学单元以及标准氨基酸序列水平上的表征和定量，目前已被ESCI (Web of Science)、Scopus、PubMed等数据库收录。

2025 Impact Factor: 4.3

2025 CiteScore: 6.4

Time to First Decision: 27.9 Days

Acceptance to Publication: 5.5 Days

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

来源：Proteomes

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发