

# 基于网络药理学和实验研究验证唾液酸在燕窝提取物中的抗衰老和抗炎活性表现

陶沁倩, 陈星梅, 朱超凡, 严二平 \*

(广州天然国度生物科技有限公司, 广东广州, 511300)

**摘**

**要:**通过文献调研和网络药理学分析, 从燕窝提取物中鉴定出33种有效成分, 预测471个靶点, 发现唾液酸为核心成分, 与抗炎和抗衰老通路相关。通过斑马鱼中性粒细胞聚集模型和基因表达模型, 研究了不同浓度唾液酸燕窝提取物的抗炎和抗皱效果。结果显示, 燕窝提取物显著抑制中性粒细胞聚集(98%~100%), 抗皱紧致效果显著, 尤其在高唾液酸浓度下。人体测试也验证了其舒缓和抗皱效果, 能有效缓解皮肤炎症和紧致肌肤。

**关 键 词:**燕窝提取物; 抗衰老; 网络药理学; 唾液酸; 人体评价

**\*通讯作者简介:** 严二平, 广东袋鼠妈妈集团研发总经理, 研究方向: 皮肤和口腔微生态领域研究、天然产物研究, 以及相关技术在日化产品中的应用。E-mail: jsyan6944@iCloud.com。

严二平



燕窝是由雨燕科几种雨燕的唾液和其他物质混合构成。燕窝提取物的主要成分包括蛋白质、碳水化合物、唾液酸(又名燕窝酸)、氨基酸、少量脂肪和微量矿物质等<sup>[1]</sup>。随着现代研究不断的深入, 许多国内外研究者揭示了燕窝提取物在免疫调节、抗病毒、改善神经退行性疾病、提高智力与记忆力等方面的积极作用<sup>[2]</sup>, 为研究燕窝的主要有效成分和潜在作用, 利用网络药理学对其进行分析。

唾液酸作为燕窝提取物中的主要活性成分, 是一种含有9个碳原子的 $\alpha$ -酮酸, 通常与糖蛋白、糖脂和低聚糖结合, 展现多种生物活性<sup>[3]</sup>。研究表明, 燕窝糖蛋白的低聚糖链由D-甘露糖、D-半乳糖、N-乙酰氨基半乳糖、N-乙酰葡萄糖胺和N-乙酰神经氨酸组成, 具有特定的定量关系<sup>[4]</sup>。这五种糖的定量关系是燕窝提取物的关键特征, 这些糖不仅是燕窝提取物的特征成分, 而且可以根据它们不同的定量关系来区分不同品种的燕窝提取物。还有研究发现, 燕窝提取物中唾液酸的信号有助于区分真伪, 使其成为燕窝提取物的一个独特成分<sup>[5]</sup>。

根据实验室的测量和分析, 从马来西亚和中国云南的燕窝中提取的燕窝提取物, 采用相同的提取工艺, 糖和唾液酸的含量相似, 蛋白质含量略有不同, 马来西亚的蛋白质含量约为65~70%, 中国云南的约为60~65%。燕窝提取物含有丰富的唾液酸, 含量在8.6~11.7%之间<sup>[6]</sup>, 存在于糖蛋白中。有研究人员发现, 燕窝提取物可以通过调节MMP-1/I型前胶原表达来减轻紫外线B诱导的皮肤损伤<sup>[7]</sup>。且唾液酸还能显著抑制中性粒细胞的聚集, 从而实

现抗炎效果<sup>[8]</sup>。

因此唾液酸是燕窝中重要的活性成分, 通常与蛋白质结合形成功能性糖蛋白。现有研究表明, 燕窝提取物具有促进胶原表达的功能, 而唾液酸抑制中性粒细胞聚集, 具有抗炎效果。然而, 燕窝提取物促进胶原表达的具体机制尚不明确, 唾液酸在抑制中性粒细胞聚集方面的效果也需进一步研究。因此, 研究唾液酸含量对燕窝提取物功效的影响非常必要。文章通过网络药理学工具, 预测燕窝提取物的成分靶点和通路, 并从马来西亚燕窝中富集了五种不同浓度的唾液酸(200mg/kg、400mg/kg、600mg/kg、800mg/kg和1000mg/kg)。随后, 通过斑马鱼建立基因表达模型和中性粒细胞聚集模型, 探讨不同浓度唾液酸的燕窝提取物在抗炎和抗衰老效果方面的表现, 为燕窝提取物的功效机制提供了有意义的信息。

## 1 材料和方法

### 1.1 网络药理学

首先从已发表的文献<sup>[2,4,9]</sup>中获取燕窝提取物相关成分, 通过Pub Chem数据库、Similarity ensemble approach(SEA)数据库筛选预测得分(probability)大于0的靶点, 整理得到燕窝提取物成分靶点, 利用Cytoscape(3.10.1)构建燕窝提取物的成分-靶点(C-T)网络。使用R(4.4.2)软件对文中筛选得到的燕窝提取物对应的靶点进行GO和KEGG富集分析。两者的富集分析的筛选条件都选择P值小于0.05。分析筛选得到的结果选择P值排名前20的GO项和通路绘制气泡图和柱状图展示。

## 1.2 体外实验

### 1.2.1 实验材料

野生型 AB 系斑马鱼；平行光路连续变倍体视（荧光）显微镜（SZX12，宁波舜宇）；低温培养箱（RI-250，Thermo）；精密电子天平（Secura225D-1CN，Sartorius）；体视显微镜（SZN71，宁波舜宇）；单道移液器（Eppendorf）；pH计（FE28-Standard，Mettler Toledo）；电导率仪（FE38-Standard，Mettler Toledo）；溶氧计（Pro20i，YSI）；荧光定量 PCR 仪（赛默飞 QuantStudio 3）；超纯水系统（Milli-Q IQ 7000）；超净工作台（赛默飞 Heraguard ECO）。

### 1.2.2 斑马鱼实验

斑马鱼因其与人类有显著的遗传相似性、快速的发育过程和遗传操作性，成为研究人类疾病的重要动物模型，同时斑马鱼的免疫系统与人类相似，包含巨噬细胞、中性粒细胞、淋巴细胞等<sup>[10]</sup>。中性粒细胞是在损伤或病菌入侵部位第一批出现的白细胞，作用于清除感染或有害物质，这使得斑马鱼成为研究炎症的理想体系。胶原蛋白是人体的细胞外基质蛋白中含量最高的，其中 I 型胶原蛋白又是皮肤中最丰富的蛋白质。斑马鱼的 I 型胶原蛋白分布与人体相同，且显示出与人类的高度保守性。在斑马鱼中，存在三种 I 型胶原基因，分别为 col1a1a、col1a1b 和 col1a2，它们编码  $\alpha 1(I)$ 、 $\alpha 3(I)$  和  $\alpha 2(I)$  链<sup>[11]</sup>。此外，还有研究发现弹性蛋白是负责大多数脊椎动物大血管、肺和皮肤伸展性和弹性回缩特性的细胞外基质蛋白，且能在斑马鱼中鉴定和表征了表达的弹性蛋白基因<sup>[12]</sup>。因此，在本文中我们通过斑马鱼中性粒细胞实验来验证和分析抗炎效果，通过 colla1a、colla1b 和 colla2 基因和弹性蛋白基因来对比分析不同浓度唾液酸的燕窝提取物的抗衰老的功效。

#### 1.2.2.1 抗炎

利用硫酸铜诱导斑马鱼胚胎中性粒细胞聚集，以吲哚美辛为阳性对照来评估抗炎效果，共设置 8 组，包括模型对照组、阳性对照组、5 个不同唾液酸浓度的燕窝提取物样品组和空白对照组，每组含 24 尾斑马鱼胚胎，总计 192 尾。各组分别加入相应溶液后，在 28℃ 下培养 40 至 45 分钟，随后固定鱼胚并用苏丹黑染色，以计数侧线区中性粒细胞数量并进行统计分析。

#### 1.2.2.2 抗衰老

选取 252 尾斑马鱼（6dpf），分为 7 组，包括 1 个阳性

对照组（乙酰六肽 -8）和 5 个不同浓度唾液酸的燕窝提取物溶液样品组，以及 1 个空白对照组。每组 36 尾斑马鱼被分配到 24 孔板中，每孔 12 尾鱼和 2.5mL 测试溶液，在 28℃ 下培养 24 小时。之后，收集斑马鱼，用 RNAlater 溶液保存。RNA 提取过程包括使用 TRIzol 试剂、三氯甲烷和异丙醇进行一系列步骤，最终得到纯化的 RNA。接着，使用 PrimerScript RT 试剂盒将 RNA 转化为 cDNA。通过实时 RT-PCR 分析 col1a1a、col1a1b 和 col1a2 基因的相对表达量，并以  $\beta$ -actin 作为内参基因。数据以平均值  $\pm$  标准误表示，并通过方差分析和双尾 T 检验评估显著性差异， $p < 0.05$  认为有显著性差异。

## 1.3 人体测试

### 1.3.1 实验仪器

Courage+khazaka 皮肤黑色素和红色素测试仪：Mexameter® MX18；

Courage+khazaka 皮肤水份流失测试仪：Tewameter® TM300；

Courage+khazaka 皮肤水份测试仪：Corneometer® CM825；

Courage+khazaka 皮肤弹性测试仪 Cutometer® dual MPA580；

Canfieldsci 皮肤快速光学成像系统 PRIMOS-CR。

### 1.3.2 志愿者要求

志愿者需为 35 至 60 岁的健康中国男女，面部存在松弛、缺乏弹性、暗沉、粗糙、缺乏光泽或明显皱纹（3 级以上），且符合一系列健康和参与条件，包括未参与其他临床实验、无严重疾病、无过敏等，并自愿签署知情同意书。

### 1.3.3 舒缓测试方案设计

共招募 33 名志愿者，在其前臂内侧标记 2cm  $\times$  2cm 的测试区域，进行 24 小时 SDS 溶液斑贴测试。测试后，志愿者在恒温恒湿环境下静坐 30 分钟，随后使用 Mexameter® MX18、Tewameter® TM300 和 Corneometer® CM825 测定皮肤血红素含量、TEWL 值和水分含量。志愿者在不同区域涂抹产品，3 天后再次测定上述指标。数据分析采用 SPSS， $P < 0.05$  表示结果具有统计学意义。

### 1.3.4 抗皱、紧致测试

对志愿者（合计招募 33 人）的面部使用 Courage+khazaka 皮肤弹性测试仪 Cutometer® dual MPA580，Canfieldsci 皮肤快速光学成像系统 PRIMOS-CR 分别进行

皮肤弹性，皮肤紧致度，皱纹数量、体积、面积等维度进行测试记录，发放样品由志愿者带回家自行使用，28天后再次对上诉维度数据进行测试记录。

## 2 结果

### 2.1 网络药理学分析

从已发表的文献中获取到燕窝提取物中33种最主要成分，对这些成分进行靶点预测后得到471个靶点，使用33个成分及其471个靶点来构建成分-靶点(C-T)网络(图1)。其中将33个成分进一步分析获得4个有效成分，这4个成分主要是唾液酸中的成分；靶点分析获得14个和炎症、抗衰老相关靶点，如AKT1和2、CELA1、IL1 $\beta$ 、IL8、MMP1、MMP12、MMP14、MMP2、MMP8、MMP9、PPIA等，其中IL1 $\beta$ 、IL8主要参与炎症相关通路，由此激发细胞因子级联反应和炎症连锁反应而损失细胞功能；基质金属蛋白酶(MMP)参与胶原蛋白的降解相关过程<sup>[13]</sup>，胶原蛋白的流失与衰老有密不可分的关系。其次将471个靶点进行富集分析得到的47条通路和3758条GO项，如图2所示选取了P值排名前20进行展示。我们对得到的通路进行分析，发现其中的cAMP通路和钙通路能够影响屏障功能的形成和维持<sup>[14]</sup>，cAMP通路还能影响衰老和黑色素的生成<sup>[15],[16]</sup>。

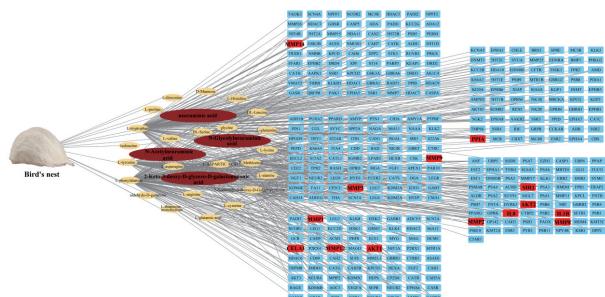


图1 燕窝提取物相关成分及其对应靶点。

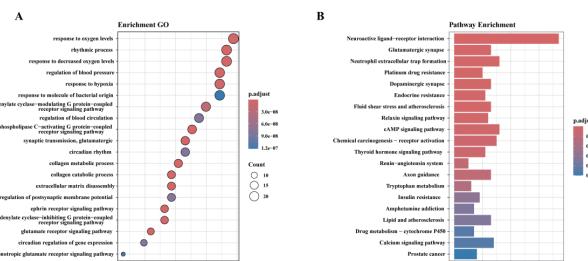


图2 燕窝提取物成分相关靶点的富集分析。A为成分靶点富集的前20个GO项；B为成分靶点富集的前20条通路。

### 2.2 体外实验

在斑马鱼中性粒细胞聚集模型中，燕窝提取物与空

白对照组相比显示出极强的抗炎效果，抑制率达到98%~100%，显著性达到  $P < 0.00001$  (图3)。尽管如此，五个不同唾液酸含量的燕窝提取物之间的抗炎效果差异并不大，这与我们的实验预期，唾液酸含量较高的燕窝提取物会有更显著的中性粒细胞抑制效果不符。从实际实验结果上，所有燕窝提取物的抗炎效果都很强，且相互之间差异不大。

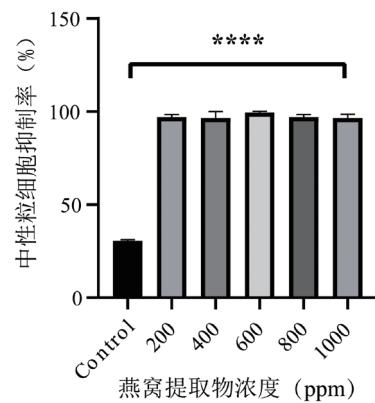


图3 不同浓度燕窝提取物(5% SA)对斑马鱼试验中性粒细胞聚集抑制率的影响

于是文章又进一步的研究了针对这五个燕窝提取物，分别做不同的两个浓度梯度(1%和5%)，是否会因为测试浓度的差异，而具有实验结果的变化(图4)。结果表明，虽然每一组的结果从绝对数值上，都是测试浓度越高，中性粒细胞的抑制率越高，但经过数据分析后发现，组内和组间都依然不具有显著性差异。

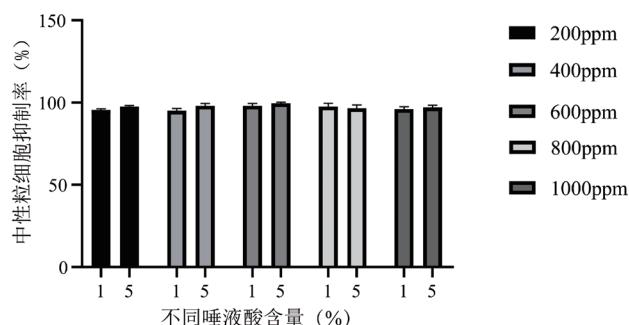


图4 比较两种不同浓度(1%和5%)的测试样品对斑马鱼中性粒细胞聚集抑制率的影响

在斑马鱼的抗衰老实验结果显示，燕窝提取物显著提升了Col 1ala、Col 1alb、Col 1a2和Elastin基因的表达，与空白对照组相比，分别增加了19%~54%、17%~65%、-12%~392%和19%~112% (图5)。特别是，高唾液酸浓度的燕窝提取物显示出更高的基因表达促进率，表明唾液酸浓度与抗衰老效果存在强相关性。这一发现揭示了燕窝提取物通过促进胶原蛋白合成来实现抗衰老效果的潜在机制，为理解燕窝提取物的抗衰老作用提供了重要信息。

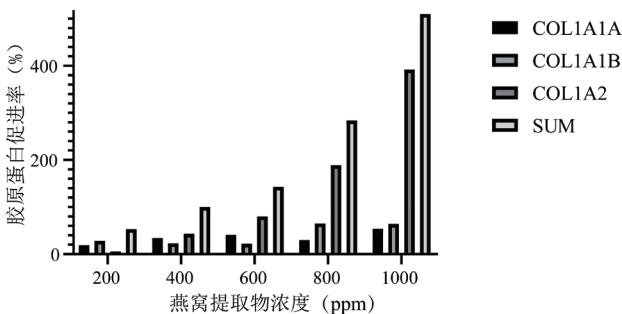


图5 不同浓度燕窝提取物(5% SA)对斑马鱼测试的三个(colla1a, colla1b, col1a2)基因表达增长率及其总和值的影响

根据图6, 可以观察到唾液酸浓度与弹性蛋白基因表达之间存在明显的剂量依赖关系, 即唾液酸浓度越高, 弹性蛋白基因表达促进率也越高。这再次证实了燕窝提取物具有抗衰老效果, 其主要作用机制是通过提高唾液酸含量来促进胶原蛋白和弹性蛋白相关基因的表达, 进而增强皮肤的物理支撑力, 实现抗衰老效果。

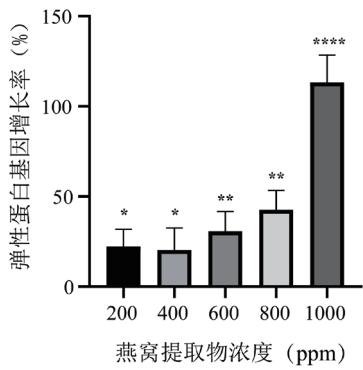


图6 不同浓度燕窝提取物(5% SA)对斑马鱼测试的弹性蛋白基因表达增长率的影响

根据斑马鱼实验, 燕窝提取物不仅具有显著的抗炎效果, 而且其抗衰老效果与唾液酸剂量密切相关。接下来, 通过使用斑试器和 SDS 模拟皮肤炎症, 以评估燕窝提取物对皮肤红区和经皮水分流失(TEWL)的影响。由于皮肤红区通常与炎症反应和皮肤屏障损伤相关, 而燕窝提取物能抑制中性粒细胞聚集, 减少炎症, 所以实验结果有助于评估燕窝提取物恢复和稳定皮肤屏障的作用。

在移除斑试器后, 皮肤红值和 TEWL 升高, 水分降低, 显示出受损迹象。通过随机分组和三天的样品涂抹, 发现样品组相比于对照组在改善皮肤红值、TEWL 和水分方面效果更显著, 加速了炎症消退和皮肤屏障修复。人体测试结果显示, 燕窝提取物不仅降低了皮肤红值和 TEWL, 还提高了皮肤水分, 可能是因为皮肤屏障恢复和炎症消退, 使皮肤更易保持水分, 形成了良性循环: 炎症和皮肤受损刺激→抗炎效果→炎症消退和屏障恢复→皮肤水润和屏障进一步完善(表1)。

表1 仪器测试结果(33人)

组别	测试项目	D0	D3	变化率 (%)	P值	显著性
样品组		268.6	200.4	-25.4%	< 0.05	✓
对照组	皮肤血红素含量	275.4	244.3	-11.3%	< 0.05	✓
△ (D3-D0) 样品组 - △ (D3-D0) 对照组		/	/	/	< 0.05	✓
样品组		21.5	14.9	-30.7%	< 0.05	✓
对照组	皮肤经皮水分散失(TEWL)	20.3	17.2	-15.3%	< 0.05	✓
△ (D3-D0) 样品组 - △ (D3-D0) 对照组		/	/	/	< 0.05	✓
样品组		15.8	26.8	69.6%	< 0.05	✓
对照组	皮肤水分含量	15.5	19.4	25.2%	< 0.05	✓
△ (D3-D0) 样品组 - △ (D3-D0) 对照组		/	/	/	< 0.05	✓

燕窝提取物在斑马鱼实验中, 除了具有非常显著的抗炎效果外, 还具有明显的抗老效果(表2)。

表2 抗皱人体测试数据(33人)

测试维度	对照组	2% 燕窝提取物(1000ppm 唾液酸)
	D0	0.516
皮肤弹性 R2	D28	0.522
	变化率	1.16%
P 值		13.04%
	> 0.05	< 0.05
皮肤紧实程度 F4	D0	2.198
	D28	2.201
变化率		-13.43%
	P 值	> 0.05
皱纹体积	D0	2.67
	D28	2.73
变化率		-14.34%
	P 值	> 0.05
皱纹数量	D0	155
	D28	157
变化率		-31.61%
	P 值	> 0.05
皱纹面积	D0	50.21
	D28	48.82
变化率		-15.19%
	P 值	> 0.05

通过选取面部松弛和皱纹问题的志愿者，采集皮肤弹性、紧实度、皱纹体积、数量和面积等维度的数据，显示燕窝提取物具有显著的抗衰老效果。

### 3 讨论与展望

在本文的研究中，首先我们从网络药理学的分析中提取到四个有效成分来自于唾液酸的信息，预测到 cAMP 和钙离子通道等抗炎和抗衰老相关通路，为我们后面的实验打下基础。

尽管唾液酸在不同浓度下均显示出对中性粒细胞聚集的显著抑制作用，但我们的实验发现唾液酸含量与燕窝提取物的抗炎效果之间并无直接相关性。这与已发表的研究结果相悖，后者指出唾液酸能有效抑制中性粒细胞聚集。实验结果表明，无论唾液酸含量高低，燕窝提取物均能显著抑制中性粒细胞聚集。一方面，唾液酸的高效力可能使所有样品的抗炎效果超出了剂量依赖性区间；另一方面，唾液酸可能与燕窝提取物中的其他成分相互作用，增强了抗炎效果，或者燕窝提取物中含有未知的强效抗炎成分。未来的研究将探索这些可能性，以更准确地理解燕窝提取物的抗炎机制。

实验结果表明，不同浓度唾液酸的燕窝提取物均能显著促进 I 型胶原相关基因 (*coll1a1a*、*coll1a1b*、*coll1a2*) 和弹性蛋白基因 (Elastin) 的表达。特别是高浓度唾液酸的燕窝提取物在 *coll1a2* 基因和 Elastin 基因表达上显示出比其他样品更显著的提升。这一发现与已发表文献一致，即燕窝提取物能够促进 I 型胶原的合成。高浓度唾液酸的燕窝提取物在促进 *coll1a2* 和 Elastin 基因表达方面的效果显著优于低浓度唾液酸的样品，这表明唾液酸含量对燕窝提取物的促胶原效果有一定的影响。

燕窝提取物在人体测试结果，在舒缓、保湿、修复等维度均表现出卓越的效果，这与斑马鱼的抗炎结果有良好的对应性；而在抗老方面，燕窝提取物也展现出了不俗的潜力，对于皮肤松弛及皱纹具有良好的改善效果，结合燕窝提取物对斑马鱼实验中胶原蛋白基因表达促进率的结果，可能燕窝提取物对于人体胶原的表达也存在一定的促进效果。

综上所述，在斑马鱼实验和人体功效测试中，我们发现高唾液酸含量 (1000mg/kg) 的燕窝提取物具有最高的功效价值，不仅能通过抑制中性粒细胞来达到绝佳的抗炎效

果，而且，相对于低唾液酸含量的燕窝提取物来说，它具有非常卓越的抗皱紧致的功效。

### 参考文献

- [1] 林洁茹, 周华, 赖小平. 燕窝研究概述 [J]. 中药材, 2006(01): 85–90.
- [2] 赵小依, 方佳豪, 郭怡君, 等. 燕窝神经保护作用研究进展 [J]. 食品与发酵工业, 2024, 50(20): 367–374. DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802-ts.040206.
- [3] 王梦花, 林小仙, 琼萌萌等. 唾液酸的制备和生物活性研究进展 [J]. 药学研究, 2022, 41(09): 600–604.
- [4] 喻雨琴, 朱新芳·燕窝及其制品的气相色谱鉴别和定量检测. 分析测试学报, 1998, 17 (6) : 33–36.
- [5] 王羚郦, 李远彬, 邱子博等. 25种燕窝样品中唾液酸含量的测定与分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(19): 64–67.
- [6] 阙茂垚, 张晓婷, 柳训才, 等. 燕窝营养成分分析与品质综合评价 [J]. 食品安全导刊, 2021, (32): 92–95. DOI: 10.16043/j.cnki.cfs.2021.32.044.
- [7] Hwang E., Park S. W., Yang J. E. Anti-aging, anti-inflammatory, and wound-healing activities of edible bird's nest in human skin keratinocytes and fibroblasts. Pharmacogn. Mag., 16 (2020) 336. doi: 10.4103/pm.pm\_326\_19.
- [8] Görög P., Kovács I. B. Anti-inflammatory effect of sialic acid. Agents Actions 8(5) (1978) 543–545. doi: 10.1007/BF02111443.
- [9] 李翠, 徐小涵, 林小仙, 等. 燕窝营养成分与功效研究现状 [J/OL]. 食品与发酵工业, 1–9[2024–12–07]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802-ts.037340>.
- [10] Mastrogianni M, Martínez-Navarro FJ, Bowman TV, Cayuela ML. Inflammation in Development and Aging: Insights from the Zebrafish Model. Int J Mol Sci. 2024 Feb 10; 25(4): 2145. doi: 10.3390/ijms25042145.
- [11] Gistelinck C, Gioia R, Gagliardi A, Tonelli F, Marchese L, Bianchi L, Landi C, Bini L, Huysseune A, Witten PE, Staes A, Gevaert K, De Rocker N, Menten B, Malfait F, Leikin S, Carra S, Tenni R, Rossi A, De Paepe A, Coucke P, Willaert A, Forlino A. Zebrafish Collagen Type I: Molecular and Biochemical Characterization of the Major Structural Protein in Bone and Skin. Sci Rep. 2016 Feb 15; 6: 21540. doi: 10.1038/srep21540.
- [12] Miao M, Bruce AE, Bhanji T, Davis EC, Keeley FW. Differential expression of two tropoelastin genes in zebrafish. Matrix Biol. 2007 Mar; 26(2): 115–24. doi: 10.1016/j.matbio.2006.09.011.
- [13] Stuart K, Paderi J, Snyder PW, Freeman L, Panitch A. Collagen-binding peptidoglycans inhibit MMP mediated collagen degradation and reduce dermal scarring. PLoS One. 2011; 6(7): e22139. doi: 10.1371/journal.pone.0022139. Epub 2011 Jul 11. PMID: 21779387; PMCID: PMC3133773.
- [14] Jensen JM, Proksch E. The skin's barrier. G Ital Dermatol Venereol. 2009 Dec; 144(6): 689–700. PMID: 19907407.
- [15] Amaro-Ortiz A, Yan B, D' Orazio JA. Ultraviolet radiation,

aging and the skin: prevention of damage by topical cAMP manipulation. *Molecules*. 2014 May 15;19(5):6202–19. doi: 10.3390/molecules19056202. PMID: 24838074; PMCID: PMC4344124.

[16] Cao Y, Lv J, Tan Y, Chen R, Jiang X, Meng D, Zou K, Pan

M, Tang L. Tribuloside acts on the PDE/cAMP/PKA pathway to enhance melanogenesis, melanocyte dendricity and melanosome transport. *J Ethnopharmacol*. 2024 Apr 6;323:117673. doi: 10.1016/j.jep.2023.117673. Epub 2023 Dec 27. PMID: 38158096.

## Analysis of the Anti-aging and Anti-inflammatory Activity of Sialic Acid in Bird's Nest Extract Based on Network Pharmacology and Experiment

Tao Qin-qian, Chen Xing-mei, Zhu Chao-fan, Yan Er-ping\*

(Guangzhou Natuspace Biotechnology Co., Ltd., Gangdong, Guangzhou, 511300)

**Abstract :** In this study, 33 bioactive components in bird's nest extracts were identified, and 471 targets were predicted through literature review and network pharmacology analysis, revealing sialic acid as a key component linked to anti-inflammatory and anti-aging pathways. The effects of bird's nest extracts with varying sialic acid concentrations on inflammation and skin aging were evaluated using zebrafish neutrophil aggregation and gene expression models. The findings indicated that the extracts potently inhibited neutrophil aggregation (98%-100%) and demonstrated significant anti-wrinkle efficacy, particularly at higher sialic acid concentrations (1000 ppm). Human trials corroborated these results, showing the extracts' effectiveness in reducing skin inflammation and promoting skin firmness.

**Keywords :** bird's nest extract; anti-aging; anti-inflammatory; network pharmacology; sialic acid; human body evaluation

