

# 不同类型燕窝营养检测现状及营养成分分析

宋咏烨<sup>1</sup>, 林咏惟<sup>1</sup>, 张娜<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 北京 100191;

<sup>2</sup>食品安全毒理学研究与评价北京市重点实验室, 北京 100191)

**摘要:** 目的: 旨在总结不同类型燕窝中营养成分的检测现状, 并分析其营养成分组成和差异, 便于进一步开展燕窝营养相关科学研究。方法: 在PubMed、Embase、Web of Science、中国知网、万方数据库、维普检索自建库至2022年8月国内外公开发表的相关研究文献。纳入测定燕窝中营养成分组成与含量的定性研究与定量研究, 包括一手研究数据、综述、系统综述等非一手研究数据, 语言限定为中英文; 排除与主题无关、重复、数据不完整、无法获得全文的文章。结果: 共检索出文献1237篇, 本文共纳入8篇文献作为本次综述的主要证据。研究显示, 燕窝中蛋白质含量范围为56.34%~69.5%, 脂肪含量范围为0.03%~1.28%, 碳水化合物含量范围为17.12%~31.68%, 水分含量范围为12%~24.3%, 唾液酸含量范围为7.64%~12.52%, 不同类型燕窝中营养成分的种类及含量可能存在差异。结论: 燕窝中蛋白质含量高, 氨基酸种类丰富且必需氨基酸比例较大, 脂肪含量极低, 富含矿物质且含有多多种必需微量元素, 维生素与唾液酸含量均较高。不同类型燕窝中营养成分的种类及含量存在一定差异, 不同类型燕窝中碳水化合物含量差异较大。

**关键词:** 燕窝; 营养成分; 检测

燕窝是雨燕科金丝燕属的多种燕类在繁殖季节分泌的唾液和绒羽筑成的巢窝, 燕窝商品则为去掉羽毛及其他杂质的燕窝<sup>[1]</sup>。燕窝的营养成分含量由高到低依次为蛋白质、碳水化合物、灰分、脂肪, 其中燕窝的特征成分是唾液酸糖蛋白<sup>[2-5]</sup>。目前针对燕窝健康效应的研究多集中于促进大脑发育<sup>[6]</sup>、提高智力和记忆力<sup>[7-8]</sup>、免疫调节<sup>[9]</sup>、抗氧化<sup>[10]</sup>、抗病毒<sup>[11]</sup>、抗衰老<sup>[12]</sup>、促进细胞分裂<sup>[10]</sup>、调节肠道菌群<sup>[13]</sup>功能等方面, 多为动物性基础研究, 人群实验尚少。

燕窝按照产地、金丝燕品种、杂质的多少、燕窝颜色、筑巢地点、燕窝形状、食用方式等有不同的分类<sup>[14]</sup>, 不同类型的燕窝在营养组成上存在差异, 受到产地、金丝燕品种、筑巢地点等多重因素的影响<sup>[2]</sup>。目前, 虽然不少研究定性或定量检测燕窝中单一或多种营养成分, 但检测方法不一且尚无全面对比不同类型燕窝营养成分的差异研究, 本文通过检索国内外相关文献, 对不同类型燕窝中各营养成分的含量进行总结和分析, 便于深入研究燕窝的健康效应。

## 1 材料与方法

### 1.1 文献检索

时间设定为自建库至2022年8月, 语种限定为中文和英文。以燕窝、成分、营养、蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素、水、唾液酸为中文检索词, 检索中国知网数据库、万方医学数据库、维普数据库发表的相关文献; 以"edible bird's nest" "component" "nutrient" "protein" "fat" "carbohydrate" "mineral" "vitamin" "water" "sialic acid"为英文检索词, 分别检索于PubMed、Web of Science、Embase数据库。

### 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** 测定燕窝中各营养成分组成与含量的定性研究与定量研究, 包括一手研究数据、综述、系统综述等非一手研究数据。

**1.2.2 排除标准** ①与主题无关的文献; ②非中英文文献; ③摘要及标题中不含有关键词的文献; ④无法获得全文的文献; ⑤对检测样本分类不清晰的文献; ⑥重复发表的数据, 取资料最完整的。最终, 共筛选出文献50篇(其中中文37篇、英文13篇), 本文共纳入8篇文

基金项目: 北大医学-燕之屋营养与健康创新联合实验室科研项目(项目编号: 2022-1)。

作者简介: 宋咏烨(1999—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 饮水与健康、燕窝营养与健康。

通信作者: 张娜(1986—), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 饮水与健康、燕窝营养与健康、食物与营养政策、学生营养。

献（其中中文 7 篇、英文 1 篇）作为本次综述的主要证据（表 1）。相关检索流程图见图 1。

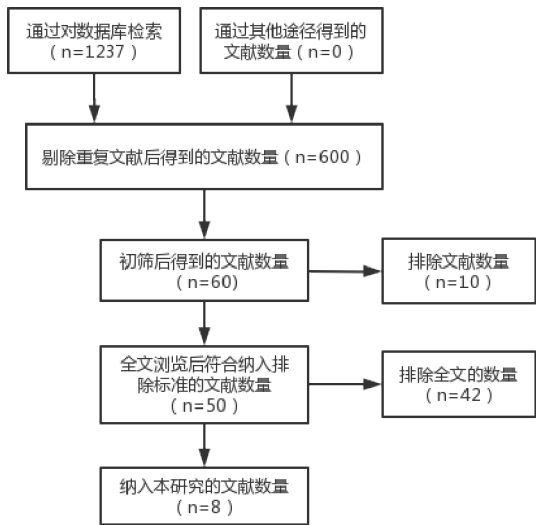


图 1 文献检索流程

表 1 燕窝营养成分检索情况

	检索词		文献数		合计
	中文检索词	英文检索词	中文	英文	
燕窝/edible bird's nest	成分/营养	component/nutrient	145	59	204
	蛋白质	protein	186	190	376
	脂肪	fat	23	13	36
	碳水化合物	carbohydrate	16	99	115
	矿物质	mineral	10	19	29
	维生素	vitamin	54	3	57
	水	water	37	78	115
	唾液酸	sialic acid	211	94	305

1.2.3 文献处理方法 制定文献信息摘录表，包括：发表年份、作者、国家、检测样本、样本量、检测指标、检测方法。

2 燕窝中各营养成分组成与含量

2.1 文献检索结果

本次检索到关于燕窝中营养成分的文献共 1 237 篇，其中中文 682 篇、英文 555 篇。根据总体要求和排除标准，排除质量低、不符合纳入标准的文献，剩余 50 篇文献（其中中文 37 篇、英文 13 篇）纳入本次综述，选取最有代表性的、最新进展的 8 篇文献（其中中文 7 篇、英文 1 篇）作为本次研究的主要证据。相关检索词及文献检索情况见表 1、表 2。

2.2 蛋白质

2.2.1 蛋白质含量 蛋白质是燕窝中含量最高的营养成分，不同提取方式或检测方法的检测会有些许波动，但

蛋白质含量均高于 50%<sup>[14, 23]</sup>，如表 3 所示。阙茂垚等<sup>[24]</sup>检测出燕窝中蛋白质含量在 60.0%~69.5%。高俊德等<sup>[25]</sup>对燕窝中蛋白质含量进行测定，结果表明，白燕窝中粗蛋白质含量为 58.62%，血燕窝中粗蛋白质含量为 56.34%。Marcone<sup>[5]</sup>检测白燕窝与血燕窝，蛋白质含量分别为 62.0%与 63.0%，差异无统计学意义，氨基酸分析结果显示，2 种燕窝的氨基酸含量非常相似，富含某些但并非含有所有必需氨基酸。查圣华等<sup>[26]</sup>研究发现，蛋白质含量：泰国产地燕窝>印尼产地燕窝，血燕>白燕，但白燕和血燕中蛋白质差异不明显。Tan 等<sup>[27]</sup>检测了来自马来西亚不同地区的 7 种燕窝，结果表明，不同地区燕窝中蛋白质含量无显著差异。

2.2.2 氨基酸组成及比例 燕窝中含有多种必需氨基酸，如表 4、表 5 所示。曹妍<sup>[18]</sup>检测出燕窝中总氨基酸含量在 45.49%~56.80%之间，必需氨基酸与总氨基酸的含量比值在 35.6%~52.3%之间，所检测的 8 种燕窝所含氨基酸种类相同，不同燕窝中同种氨基酸含量差别较大。梅秀明等<sup>[15]</sup>检测出燕窝中的 17 种氨基酸，其中包括 7 种必需氨基酸。陈玲等<sup>[28]</sup>检测马来西亚燕窝样品发现，燕窝中必需氨基酸含量占氨基酸总量的 42%，曹妍等<sup>[29]</sup>检测结果表明，白燕窝与血燕窝中必需氨基酸占氨基酸总量均为 58%，接近 60%，具有良好的营养价值，但 2 种燕窝的氨基酸组成略有不同，白燕窝中含有异亮氨酸，血燕窝中含有亮氨酸。

2.3 脂肪

燕窝中脂类含量较低，在 0.03%~1.28%（表 3）。根据《食品营养标签管理规范》，食品中脂肪含量<3 g/100 g 固体，脂肪<1.5 g/100 mL 液体，属于低脂食品<sup>[30]</sup>。Marcone<sup>[5]</sup>研究表明，白燕窝与血燕窝中脂质含量存在差异，白燕窝中仅含有微量脂质，约 0.14%，血燕窝中脂质含量约 1.28%。陈玲等<sup>[28]</sup>检测出马来西亚燕窝中脂肪含量为 0.18%。简叶叶等<sup>[16]</sup>检测发现，燕窝和燕碎中脂肪含量均为 0.03%，含量不存在差异。陆源等<sup>[22]</sup>检测出，不同品种金丝燕所产燕窝中脂类含量存在显著差异，短嘴金丝燕燕窝中脂类含量比小白腰雨燕燕窝高 1 倍，比白腰雨燕高 3 倍。Lee 等<sup>[31]</sup>在燕窝中检测发现了 3 组脂肪酸，即多不饱和脂肪酸（48.43%）、饱和脂肪酸（25.35%）和单不饱和脂肪（24.74%），其中多不饱和脂肪酸以亚油酸为主，饱和脂肪酸以棕榈酸为主，单不饱和脂肪酸以油酸为主。邵建宏等<sup>[32]</sup>指出，燕窝中脂肪酸主要由棕榈酸（23%~26%）、硬脂酸（26%~29%）、亚油酸（22%）、亚麻酸（26%）构成。

2.4 碳水化合物

燕窝中碳水化合物含量仅次于蛋白质，含量在

表2 文献信息

发表年份	作者(文献)	国家	检测样本(样本量)	检测指标(检测方法)
2020年	梅秀明等 <sup>[15]</sup>	中国	马来西亚屋燕官燕白燕盏(1)、燕窝(种类等信息不详)(4)	水分含量(直接干燥法)、灰分含量(直接灼烧法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、脂肪含量(索氏提取法)、总糖含量(苯酚-硫酸法)、唾液酸含量(液相色谱法)、氨基酸组成及含量(氨基酸分析仪)、常规元素种类和含量(离子体质谱法)
2020年	简叶叶等 <sup>[16]</sup>	中国	马来西亚燕盏(1)、马来西亚燕碎(1)	蛋白质含量(凯氏定氮法)、唾液酸含量(分光光度计)、脂肪含量(索氏提取法)、总糖含量(苯酚-硫酸法)、矿物质种类与含量(电感耦合等离子体质谱法)、氨基酸的种类与含量(氨基酸分析仪)
2012年	由艳燕等 <sup>[17]</sup>	中国	马来西亚洞燕黄盏(1)、马来龙牙盏(1)、马来白燕盏(1)、印度尼西亚金丝黄燕盏(1)、印尼白燕盏(1)、印尼白毛燕盏(1)	水分含量(直接干燥法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、蛋白质电泳条带(SDS-PAGE 蛋白电泳)、无机元素含量(电感耦合等离子体质谱法)、单糖组成(PMP柱前衍生高效液相色谱法)及唾液酸含量(液相色谱-串联质谱联用技术)
2012年	曹妍 <sup>[18]</sup>	中国	印尼白燕盏(3)、白毛燕窝(3)、血燕窝(3)、金丝黄燕盏(3)、马来西亚白燕盏(3)、龙牙盏(3)、血燕盏(3)、洞燕黄盏(3)	水分含量(直接干燥法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、唾液酸含量(高效液相色谱法)、单糖组成(高效液相色谱法)、无机元素组成(电感耦合等离子质谱法)、氨基酸组成(氨基酸自动分析仪)
2017年	简叶叶 <sup>[19]</sup>	中国	马来西亚关丹干燕盏(1)	氨基酸含量(氨基酸自动分析仪)、无机元素种类和含量(电感耦合等离子体质谱法)、唾液酸含量(高效液相色谱法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、脂肪含量(索氏提取法)、总糖含量(分光光度法)、总灰分含量(灼烧法)
2016年	简叶叶等 <sup>[20]</sup>	中国	马来西亚干燕盏(1)、马来西亚炖煮燕窝粉末(1)	氨基酸组成及比例(高效液相色谱法)、无机元素种类和含量(电感耦合等离子体质谱法)、唾液酸含量(液相色谱-串联质谱法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、脂肪含量(索氏提取法)、总糖含量(苯酚-硫酸法)
2013年	Saengkrajang 等 <sup>[21]</sup>	泰国	泰国东部屋燕燕窝粉末(1)、泰国西部屋燕燕窝粉末(1)、泰国南部屋燕燕窝粉末(3)	水分含量(直接干燥法)、蛋白质含量(凯氏定氮法)、纤维含量(酸碱洗涤法)、灰分含量(灼烧法)、脂肪含量(索氏提取法)、氨基酸组成(液相色谱-质谱法)、矿物质含量(电感耦合等离子体光发射光谱法)、总糖含量(差分法)
1995年	陆源等 <sup>[22]</sup>	中国	短嘴金丝燕盏(3)、白腰雨燕燕盏(3)、小白腰燕燕盏(2)	水分含量、灰分含量(茂福炉灼烧法)、蛋白质含量(微量凯氏法)、脂肪含量(索氏抽提法)、总糖含量(3,5-二硝基水杨酸比色法)、维生素A含量(三氯醋酸比色法)、维生素D含量(比色法)、维生素C含量(2,4-二硝基苯肼法)、氨基酸组成及含量(自动离子交换层析法)、无机元素种类及含量(光谱法)、无氮浸出物(热浸法)

17.12%~31.68%<sup>[2, 5]</sup>，如表3所示。Quek等<sup>[33]</sup>检测结果显示，燕窝中碳水化合物含量在23.2%~26.2%，Marcone<sup>[5]</sup>采用苯酚-硫酸反应法检测到马来西亚血燕窝和白燕窝中碳水化合物含量分别为25.62%与27.26%。Tan等<sup>[27]</sup>采用差异法测定出马来西亚燕窝中碳水化合物含量在27.97%~31.68%。简叶叶<sup>[19]</sup>在另一研究中检测出燕窝中总碳含量为0.08%，这与其他研究检测结果存在较大差异。邬天雨<sup>[34]</sup>发现，白燕窝与血燕窝中总糖含量分别为24.62%、22.75%，包括唾液酸、半乳糖胺、葡萄糖胺、半乳糖、岩藻糖等。曹妍<sup>[18]</sup>检测了8种燕窝中单糖组成及含量，结果表明，不同燕窝中的单糖种类相同且相对含量较为一致。单糖组成比例存在明显差异，但未呈现产地、种类差异。

2.5 矿物质

燕窝中矿物质含量较高，且含有多种人体必需的微量元素，如表6与表7所示，受栖息环境影响，不同燕窝中矿物质种类存在差别，元素含量也有一定差异。

Marcone<sup>[5]</sup>研究发现，白燕窝与血燕窝矿物质总量相同，但原子吸收分析表明，Ca、K、Mg和Fe的含量存在显著差异。白燕窝的Ca含量高于血燕窝，而红燕窝的K、Mg和Fe含量要高得多。由艳燕等<sup>[17]</sup>检测发现，燕窝中Na、Mg、K、Ca、Fe元素的含量较高，含量均在0.1~100 mg/g，其他元素如V、Cr、Mn、Ni、Zn等，含量均小于0.1 mg/g。阙茂垚等<sup>[24]</sup>对燕窝中5种元素进行分析，结果显示，含量由高到低排列为Ca>Mg>K>Fe>Zn，且不同燕窝中Ca、Mg、K含量变异较小。马雪婷等<sup>[35]</sup>采用电感耦合等离子质谱对48盏

表 3 不同类型燕窝中营养成分含量

燕窝编号	燕窝类型 (检测前处理)	水分 (%)	蛋白质 (%)	碳水化合物 (%)	脂肪 (%)	总唾液酸 (%)	维生素 A (I. U/100g)	维生素 D (I. U/100g)	维生素 C (mg/100g)
燕窝 A <sup>[15]</sup>	成品干燕窝	15. 21	67. 80	21. 77	0. 21	12. 21			
燕窝 B <sup>[17]</sup>	成品干燕窝	15. 55	56. 57			8. 56			
燕窝 C <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	15. 3	58. 4			7. 04 (DAD 检测器 <sup>a</sup> ) 7. 57(FLD 检测器 <sup>b</sup> )			
燕窝 D <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	13. 3	60. 3			10. 47 (DAD 检测器) 10. 47(FLD 检测器)			
燕窝 E <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	13. 4	58. 7			7. 96(DAD 检测器) 7. 92(FLD 检测器)			
燕窝 F <sup>[19]</sup>	成品干燕窝 (炖煮+干燥)		59. 53	0. 08	0. 04	9. 5			
燕窝 G <sup>[16]</sup>	成品干燕窝		59. 8	0. 1	0. 0	9. 5			
燕窝 H <sup>[16]</sup>	成品干燕窝		59. 9	0. 1	0. 0	9. 5			
燕窝 I <sup>[20]</sup>	成品干燕窝		59. 80	0. 11	0. 04	9. 49			
燕窝 J <sup>[20]</sup>	成品干燕窝 (炖煮+干燥)		59. 53	0. 08	0. 04	9. 47			
燕窝 K <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	12. 3	63. 8			11. 62 (DAD 检测器) 11. 37(FLD 检测器)			
燕窝 L <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	14. 4	62. 7			10. 27 (DAD 检测器) 10. 65(FLD 检测器)			
燕窝 M <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	14. 3	62. 8			10. 40 (DAD 检测器) 10. 63(FLD 检测器)			
燕窝 N <sup>[18]</sup>	成品干燕窝	13. 2	61. 4			9. 99(DAD 检测器) 10. 39(FLD 检测器)			
燕窝 O <sup>[21]</sup>	毛燕窝(清理+干燥)	24. 3	6. 9	25. 4	0. 8				
燕窝 P <sup>[21]</sup>	成品干燕窝 (清理+干燥)	17. 8	61. 0	31. 0	1. 1				
燕窝 Q <sup>[21]</sup>	成品干燕窝 (清理+干燥)	19. 2	60. 9	30. 4	1. 3				
燕窝 R <sup>[21]</sup>	成品干燕窝 (清理+干燥)	19. 0	61. 5	31. 4	1. 2				
燕窝 S <sup>[21]</sup>	成品干燕窝 (清理+干燥)	18. 8	62. 6	30. 1	0. 4				
燕窝 T <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	12. 41	45. 28	11. 45	0. 76		8. 44	81. 4	1. 02
燕窝 U <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	12. 41	45. 28	11. 45	0. 76		8. 44	81. 4	1. 02
燕窝 V <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	12. 41	45. 28	11. 45	0. 76		8. 44	81. 4	1. 02
燕窝 W <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	10. 00	47. 78	10. 63	0. 18		10. 00	60	0. 12
燕窝 X <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	10. 00	47. 78	10. 63	0. 18		10. 00	60	0. 12
燕窝 Y <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	10. 00	47. 78	10. 63	0. 18		10. 00	60	0. 12
燕窝 Z <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	12. 93	42. 21	17. 92	0. 34		2. 57	236. 5	29. 3
燕窝 AA <sup>[22]</sup>	采摘毛燕窝 (清理+烘干)	12. 93	42. 21	17. 92	0. 34		2. 57	236. 5	29. 3

注：<sup>a</sup> DAD 检测器：detection with a photodiode array detector，柱前衍生二极管阵列检测器；<sup>b</sup> FLD 检测器：fluorescence detector，荧光检测器；  
\* A~AA 为燕窝样品编号



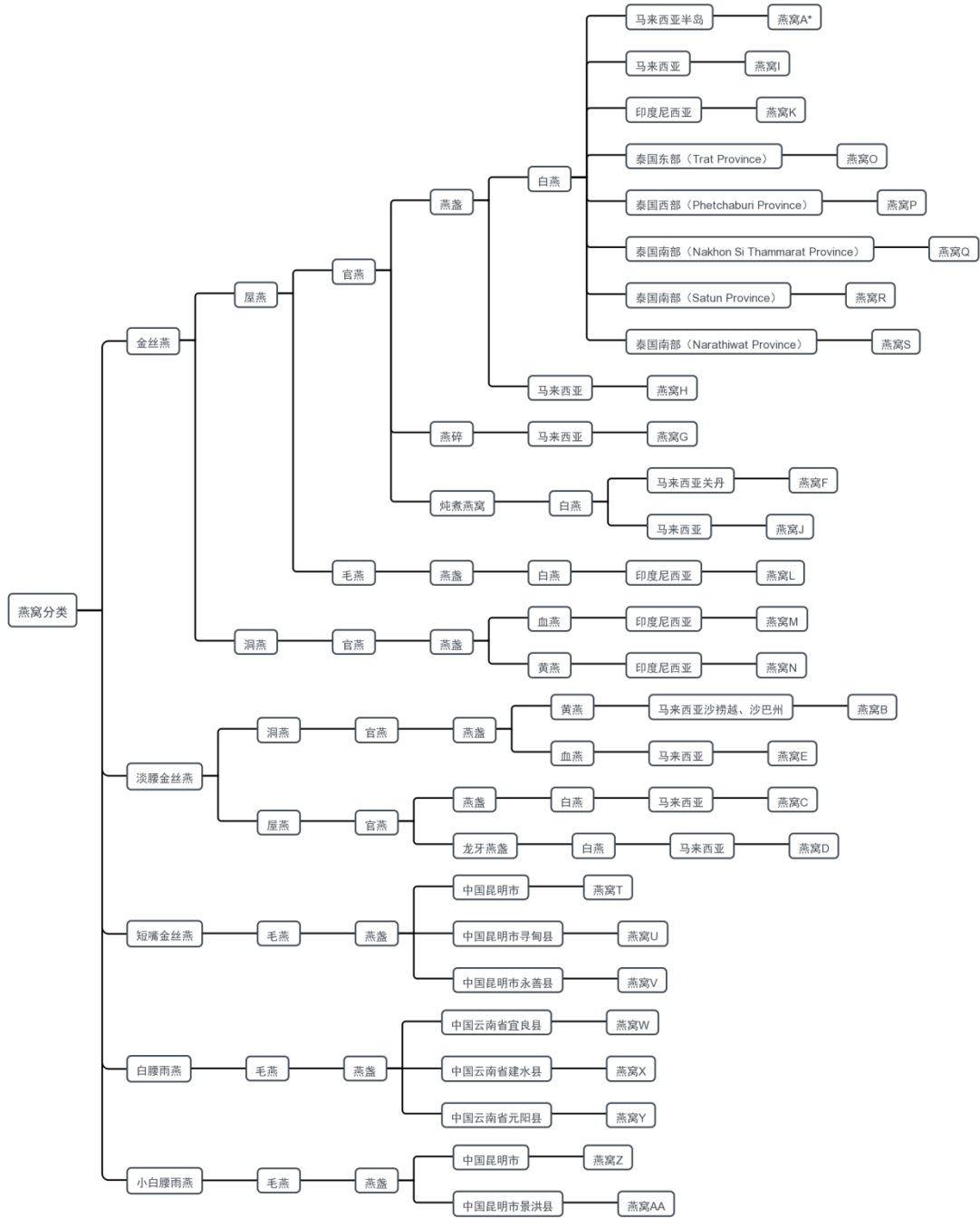


图 2 纳入研究的燕窝类型

注：\* A~AA 为燕窝样品编号，与表 3~7 中的编号一一对应

不同来源的燕窝进行了元素分析，发现燕窝中含有 5 种常量元素，含量呈 Na>Ca>Mg>K>P 分布，还含有生物体必需微量元素（Fe、Cu、Zn、Mn、Mo、Co、Se、Cr）。并且发现，Mg、Al、Pt 等元素在马来西亚和印尼燕窝间具有显著差异，以及 B、Na、P、Ca、Mn、Cu、Sr、Mo、Ba、Nd 等元素在屋燕和洞燕间具有显著差异，研究也证实了基于多元素分析进行燕窝产地及采收方式溯源的可行性。简叶叶等<sup>[20]</sup>检测发现，干燕窝与炖煮燕窝中无机元素种类相同，但各元素含量存在显著差

异。陆源等<sup>[22]</sup>也检测出不同燕窝中无机元素存在一定差异，尤其是 P 在不同燕窝中的含量差异达一个数量级。

2.6 维生素

目前对燕窝中维生素含量的研究较少，对燕窝的化学成分分析表明，燕窝中含有一定量的维生素。陆源等<sup>[22]</sup>检测了燕窝中的维生素 A（2.57~30.40 I. U/100 g）、维生素 D（60.00~1 280.00 I. U/100 g）和维生素 C 含量（0.12~29.30 mg/100 g）。Teo 等<sup>[36]</sup>采用高效液相色谱

表 4 燕窝中氨基酸含量

单位: mg/100g

	燕窝 A*	燕窝 C	燕窝 D	燕窝 E	燕窝 F	燕窝 G	燕窝 H	燕窝 I	燕窝 J	燕窝 K	燕窝 L
赖氨酸	2.56	1.22	2.91	2.19	2.03	2.03	2.07	2.07	2.03	1.81	1.75
苏氨酸	4.15	2.99	3.71	3.08	3.72	4.01	3.89	3.89	3.73	6.07	4.93g
亮氨酸	4.59	4.06	2.103	1.44	3.28	3.35	3.4	3.41	3.28	4.42	3.43
苯丙氨酸	4.63	6.93	2.21	2.49	3.21	3.25	3.29	3.32	3.21	7.04	8.13
缬氨酸	4.98	1.61	0.58	2.31	4.41	4.31	4.32	4.32	4.41	2.40	1.05
异亮氨酸	2.25	0.99	5.89	11.19	1.61	1.59	1.58	1.54	1.6	1.46	0.78
组氨酸	2.45	1.21	6.95	3.33	1.97	1.97	1.96	1.96	1.97	1.93	1.88
蛋氨酸	0.45	1.65	1.66	0.55	0.83	0.81	0.79	0.69	0.83	0.98	0.29
色氨酸											
丝氨酸	4.01	3.71	3.60	2.99	4.27	4.28	4.29	4.29	4.27	4.39	4.14
天冬氨酸	5.85	7.55	5.04	3.61	5.08	5.12	5.16	5.12	5.08	4.62	8.58
天门冬酰胺											
谷氨酸	5.06	3.78	3.40	3.18	4.24	3.92	3.94	3.95	4.24	4.30	3.48
谷氨酰胺											
胱氨酸					0.45	0.93	0.93	0.93	0.45		
半胱氨酸	0.74	0.78	0.86	2.01						0.59	0.57
脯氨酸	3.61				4.29	4.13	3.98	3.98	4.29		
精氨酸	4.44	3.22	2.85	3.03	3.35	3.35	3.47	3.47	3.35	2.88	2.79
酪氨酸	3.66	3.39	7.93	6.48	3.07	3.07	3.05	3.05	3.07	3.42	3.79
甘氨酸	2.48	1.86	1.32	5.24	2.05	2.09	2.09	2.09	2.05	2.29	1.82
丙氨酸	1.91	0.54	2.72	3.65	1.62	1.59	1.6	1.60	1.62	1.32	1.30
总必需氨基酸	27.60	20.66	27.02	26.59	24.42			24.67	24.42	26.11	22.24
总氨基酸	57.80	45.49	54.72	56.08	49.49			49.68	49.49	49.92	48.71

注: \* A~L为燕窝样品编号

表 5 燕窝中氨基酸含量

单位: mg/100g

	燕窝 M*	燕窝 M	燕窝 O	燕窝 P	燕窝 Q	燕窝 R	燕窝 S	燕窝 T~V	燕窝 W~Y	燕窝 Z~AA
赖氨酸	1.02	1.41	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	1.41	2.1	1.27
苏氨酸	3.99	5.07	1.3	1.2	1.1	1.5	1.1	3.30	3.67	2.66
亮氨酸	1.55	3.16						3.07	2.73	2.55
苯丙氨酸	2.40	7.16						2.19	1.9	1.81
缬氨酸	4.51	1.92	1	1.1	1	1.2	1.11	3.13	2.43	1.86
异亮氨酸	5.59	1.32	1	1.1	1.1	1.3	1.01	1.32	1.24	1.23
组氨酸	1.61	1.63	0.1	0.1	0	1.2	0	1.38	1.33	0.96
蛋氨酸	1.53	0.88						0.59	0.28	0.82
色氨酸			0	0	0	0	0	0.08	0.02	0.02
丝氨酸	4.06	4.23	1.9	1.7	1.8	2.5	1.5	3.67	3.85	2.78
天冬氨酸	6.54	7.783	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	3.44	4.20	2.82
天门冬酰胺			3.5	5.4	3.8	4.2	3.4			
谷氨酸	4.09	3.68	1	1.1	1.1	1.1	1.2	3.55	3.53	2.93
谷氨酰胺			2	15.6	12.5	20	12.7			
胱氨酸			0.3	0.4	0.3	0.4	0.3			
半胱氨酸	1.08	0.79								
脯氨酸			0.9	0.9	1	1.1	1	3.24	2.66	2.02
精氨酸	2.62	2.78						4.41	3.12	1.77
酪氨酸	6.93	3.07						2.03	2.22	3.55
甘氨酸	1.9	1.89	1.7	1.4	1.5	11.8	1.2	1.67	1.44	1.18
丙氨酸	0.59	1.29	0.8	0.8	1.1	1.1	0.8	1.61	0.94	1.10
总必需氨基酸	22.19	22.56	27.6	15.9	31.6	17.7	17.1	15.09		
总氨基酸	50.00	48.08						40.38	40.02	32.53

注: \* M~AA为燕窝样品编号

法在燕窝中检测到了维生素B<sub>1</sub>，燕窝中还含有维生素B<sub>7</sub> [32, 34, 36]。

## 2.7 唾液酸

燕窝中唾液酸含量约10%，远高于其他天然产品，是燕窝的特征成分，因此唾液酸又称为“燕窝酸”，燕窝中唾液酸主要以结合态存在，且含量稳定 [14, 24]。简叶叶等 [16] 检测燕窝与燕碎中唾液酸含量分别为9.50%与9.48%；卢端萍等 [37] 采用高效液相色谱法检测来自马来西亚、印尼、泰国等19个燕窝样品，结果表明，不同产地燕窝中唾液酸含量无明显差别。由艳燕等 [17] 对6种市售燕窝进行检测，发现燕窝中唾液酸含量在7.64%~11.62%，不同产地白燕窝中唾液酸含量存在差异，且定性研究发现，燕窝中的唾液酸为N-乙酰神经氨酸（Neu5Ac），未发现其他种类唾液酸。连建梅等 [38] 定量与定性检测了燕窝中唾液酸，发现毛燕窝中唾液酸含量为12.52%，同样仅检测到N-乙酰神经氨酸一种唾液酸，且不同的浸泡、挑拣、灭菌工艺对燕窝中唾液酸含量基本没有影响，净燕窝中唾液酸含量主要取决于燕窝本身的唾液酸含量。简叶叶等 [20] 检测干燕窝与炖煮燕窝中唾液酸含量，结果表明，2种燕窝的唾液酸含量分别为9.49%、9.47%，不具有显著差异。

## 2.8 水

梅秀明等 [15] 检测5种品牌燕窝，水分含量均在14.05%~15.21%之间。由艳燕等 [17] 检测6种燕窝样品，不同种类燕窝的含水量在12%~16%之间，无明显的种类和地区差异，这与其他学者研究结果一致 [18]。Shim等 [23] 测定燕窝中总水分含量为12.6%，其中松散结合水约7.5%，紧密结合水约5.0%。Quek等 [33] 检测马来西亚燕窝样品中水分含量介于16.9%~19.4%之间，这与前人研究中所报告的含水量一致，范围为13.8%~24.3% [21, 39]，但高于马来西亚标准中所规定的15%。

## 3 讨论

燕窝中的水解氨基酸含量达到57.80%~61.40%，且必需氨基酸含量占氨基酸总量的47%左右，根据联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）提出的食品中必需氨基酸参考模式谱可以看出，燕窝的营养价值较高 [40]。燕窝中含有大量不饱和脂肪酸的原因可能是金丝燕捕捉昆虫，昆虫主要以植物为食，植物是燕窝中不饱和脂肪酸的重要来源。燕窝的不饱和/饱和脂肪酸（U/S）比率为2.887。高U/S比率被认为有助于降低血清胆固醇和动脉粥样硬化以及预防心脏病 [41]。不饱和脂肪酸中油酸（单不饱和 $\omega$ -9脂肪酸）在神经细胞的构建中非常重要，有助于预防心血管疾病 [42]。燕窝中

表6 不同类型燕窝中矿物质含量 单位：mg/g

	钠 (Na)	钙 (Ca)	镁 (Mg)	钾 (K)	硫 (S)	铝 (Al)
燕窝A*	6.41	3.38	1.01			
燕窝B	0.60	16.18	0.42	0.11		
燕窝C	2.92	13.50	0.49	0.54		
燕窝D	11.42	6.62	1.18	0.21		
燕窝E	0.68	16.6	1.05	0.15		
燕窝F	0.636	7.407	1.048	0.111		
燕窝G	1.943	7.393	1.053	0.151		
燕窝H	1.961	6.89	0.996	0.169		
燕窝I	1.961	5.490	0.836	0.169		
燕窝J	0.637	7.407	1.048	0.111		
燕窝K	11.35	6.59	1.16	0.21		
燕窝L	2.76	13.22	0.46	0.53		
燕窝M	0.64	16.22	1.02	0.16		
燕窝N	13.44	6.89	1.40	0.14		
燕窝O	19.78	6.74	1.42	0.38		
燕窝P	15.08	6.28	1.43	0.23		
燕窝Q	14.18	6.97	1.48	0.27		
燕窝R	12.34	8.14	1.43	0.43		
燕窝S	1.494	0.749	0.147	0.021		
燕窝T	20.554	9.806	1.112	1.834	6.404	0.147
燕窝U	1.170	14.850	2.980	1.230	8.840	2.368
燕窝V	2.835	7.383	0.849	1.421	6.401	1.549
燕窝W	3.72	6.13	1.27	1.84	7.54	0.584
燕窝X	12.265	7.839	1.207	2.645	6.244	0.101
燕窝Y	4.228	8.885	0.772	1.663	7.866	0.669
燕窝Z	16.91	3.97	1.73	2.14	6.580	0.884
燕窝AA	0.330	5.630	0.840	0.190	6.200	0.2672

注：\* A~AA为燕窝样品编号

的维生素与重金属含量及种类可能受金丝燕的筑巢及觅食环境的影响，环境污染导致重金属在土壤水、植物中积累，从而致使燕窝中重金属含量增加 [15, 22]。另外，燕窝中唾液酸含量高于其他天然产品，是外源性唾液酸摄入的良好来源。

马来西亚天然燕窝中水分含量高于15%，可能是由马来西亚典型的潮湿热带气候所导致的，但马来西亚标准规定，燕窝商品的含水量应控制在15%以下，原因是如果水分含量过高，在长期储存过程中燕窝易长霉、变质；如果水分含量过低，燕窝较干，在运输过程中很容易破碎，降低了燕窝的等级也减轻了燕盏的重量 [15]。

天然燕窝的成分可能受采摘季节、金丝燕品种、环境因素、地理位置等影响而存在差异。由于同一国家不同地区的燕窝来自相同或相近品种的金丝燕，尽管它们有不同的栖息生活环境，但燕窝中各营养成分含量较一致。不同的加工工艺对燕窝品质也会产生一定影响，简叶叶等 [20] 研究发现，炖煮后的燕窝除胱氨酸含量有

表 7 不同类型燕窝中矿物质含量

单位: μg/g

	铁 (Fe)	铜 (Cu)	锌 (Zn)	磷 (P)	铅 (Pb)	汞 (Hg)	砷 (As)	铬 (Cr)	镉 (Cd)	锰 (Mn)	镍 (Ni)	钴 (Co)	钒 (V)	钼 (Mo)	硒 (Se)	钡 (Ba)	锶 (Sr)	硅 (Si)	锑 (Ge)
燕窝 A*	7.96	23.32	1.14		1.14			1.14	1.14										
燕窝 B	15.42	5.46	9.29	0.42				26.30	0.02	5.70	0.88		3.98						
燕窝 C	10.83	4.12	4.57		0.22	0.08		-	0.009	3.61	0.48	0.027	0.44	0.004					
燕窝 D	10.71	4.64	1.88		0.15	0.09		4.78	0.013	0.71	0.13	0.001	1.56	0.007					
燕窝 E	34.58	7.13	14.47		0.25	0.11		-	0.029	10.22	1.79	0.052	0.24	0.031					
燕窝 F	8.05	5.99	4.69				0.01	0.13		0.93	0.19	0.01	0.01	0.01	0.25				
燕窝 G	8.05	5.39	6.69				0.01	0.13		0.93	0.19	0.01	0.01	0.01	0.33				
燕窝 H	8.67	5.56	6.79				0.01	0.14		0.89	0.18	0.01	0.04	0.01	0.36				
燕窝 I	4.67	4.56	6.59				0.01	0.14		0.80	0.18	0.01	0.01	0.01	0.26				
燕窝 J	8.05	5.99	4.69				0.01	0.13		0.93	0.19	0.01	0.01	0.01	0.25				
燕窝 K	11.65	4.62	2.24		0.16	0.11		9.90	0.004	0.81	0.12	0.001	1.80	0.008					
燕窝 L	12.02	4.01	5.48		0.24	0.06		7.50	0.008	3.37	0.45	0.032	1.68	0.005					
燕窝 M	39.48	1.65	8.53		0.17	0.17		1.29	0.024	9.57	1.03	0.036	0.29	0.024					
燕窝 N	24.67	5.38	5.91		0.54	0.16		12.31	0.007	1.54	0.21	0.011	2.06	0.008					
燕窝 O	8	3								0					4				
燕窝 P	5	2								0					5				
燕窝 Q	6	4								0					4				
燕窝 R	12	3								1					4				
燕窝 S	7	3								3					5				
燕窝 T	517.9	28.02	56.04	166	0.50	0.07		2.70	0.20	8.98	0.10	0.48	0.30	0.05	0.65	22.68	6.67	38.04	
燕窝 U	1860	24.15	19.95	990	4.08			1.21	0.83	151.2	0.47	0.20	2.84	0.95		11.44	4.8	62.02	
燕窝 V	1420	20.09	37.66	417	3.18			0.03	0.47	122.1	0.30	0.08	1.02	0.31	0.17	202	21.9	50.03	0.06
燕窝 W	495.3	82.48	72.40	2210	0.75			0.0	0.074	39.89	0.0	0.0	0.07	0.0		6.56	5.36	29.92	0.05
燕窝 X	392.4	8.87	28.07	1080	0.5	0.16		7.45	0.02	15.17	0.12	0.025	0.28	0.029	0.77	12.85	7.79		0.97
燕窝 Y	972.0	61.4	139	1419	2.72	0.001		0.05	0.02	44.3	0.01	0.0	0.33	0.06	0.12	29.6	10.5	26.01	
燕窝 Z	366.2	110.65	76.77	370	1.62			1.05	0.0	17.2	0.086	0.0	0.49	0.0		41.09	5.26	20.77	
燕窝 AA	169.5	57.85	71.2	290	0.42	0.002		0.0	0.0	8.61	0.01	0.0	0.004	0.01	0.43	15.45	4.39	12.49	0.28

注: \* A~AA为燕窝样品编号



所下降外,其余各营养成分无显著变化,炖煮对燕窝的影响不大,但不同的干燥工艺处理会较大程度地影响燕窝的品质<sup>[43]</sup>。

目前,对于燕窝中营养成分种类的测定较为粗略,尚需进一步在分子水平上探究燕窝中各营养成分的构成,另外,不同类型燕窝的营养成分组成与含量是否存在差异,也需要进行深入、详细、全面的研究。

#### 4 结论

燕窝中蛋白质含量高,氨基酸种类丰富且必需氨基酸比例较大,脂肪含量极低,富含矿物质且含有多种人体必需的微量元素,维生素和唾液酸含量均较高,不同类型燕窝中营养成分的种类及含量可能存在差异,碳水化合物在不同类型燕窝中含量差异较大。对不同类型燕窝中营养成分的检测现状及成分差异进行总结和分析,便于进一步开展燕窝营养相关科学研究。

#### 参考文献

- [1] 刘敬,邓仙梅,赵斌,等.近五年燕窝质量标准 and 药理功效研究进展[J].亚太传统医药,2020,16(1):190-196.
- [2] 白伟娟,柳训才,张晓婷,等.燕窝成分及功效研究进展[J].食品科技,2020,45(5):96-100.
- [3] 赵冉,李耿,吴依娜,等.燕窝功效研究进展[C]//郑州:2013第六次临床中药学学术年会暨临床中药学学科建设经验交流会.2013.
- [4] DAI Y, CAO J, WANG Y, et al. A comprehensive review of edible bird's nest[J]. Food Research International, 2021, 140:109875.
- [5] Marcone M F. Characterization of the edible bird's nest the "Caviar of the East" [J]. Food Research International, 2005,38(10):1125-1134.
- [6] WANG B, YU B, KARIM M, et al. Dietary sialic acid supplementation improves learning and memory in piglets [J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2007, 85(2):561-569.
- [7] XIE Y, ZENG H, HUANG Z, et al. Effect of maternal administration of edible bird's nest on the learning and memory abilities of suckling offspring in mice [J]. Neural Plast, 2018,2018:7697261.
- [8] Oliveros E, Vazquez E, Barranco A, et al. Sialic acid and sialylated oligosaccharide supplementation during lactation improves learning and memory in rats[J]. Nutrients, 2018, 10(10):1-16.
- [9] Albishtue A A, Yimer N, Zakaria M, et al. Effects of EBN on embryo implantation, plasma concentrations of reproductive hormones, and uterine expressions of genes of PCNA, steroids, growth factors and their receptors in rats [J]. Theriogenology, 2019,126:310-319.
- [10] Albishtue A A, Yimer N, Zakaria M, et al. The role of edible bird's nest and mechanism of averting lead acetate toxicity effect on rat uterus[J]. Vet World, 2019,12(7):1013-1021.
- [11] GUO C T, Takahashi T, Bukawa W, et al. Edible bird's nest extract inhibits influenza virus infection [J]. Antiviral Res, 2006,70(3):140-146.
- [12] Ghassem M, Arihara K, Mohammadi S, et al. Identification of two novel antioxidant peptides from edible bird's nest (*Aerodramus fuciphagus*) protein hydrolysates [J]. Food Funct, 2017,8(5):2046-2052.
- [13] 赵冉,孔秀娟,李耿,等.燕窝对正常小鼠肠道菌群的影响[J].动物医学进展,2014,35(6):86-89.
- [14] 白伟娟,张小江,张晓婷,等.燕窝加工及其营养成分分析概述[J].食品工业,2022,43(6):342-346.
- [15] 梅秀明,吴肖肖,乔玲,等.燕窝的营养成分和危害因子分析[J].现代食品科技,2020,36(2):277-282.
- [16] 简叶叶,李庆旺,庄培荣.燕窝和燕碎的营养价值对比研究[J].食品安全导刊,2020(9):121-122.
- [17] 由艳燕,李兆杰,徐杰,等.6种市售燕窝营养成分分析[J].营养学报,2012,34(4):400-402.
- [18] 曹妍.燕窝品质分析及印尼白燕盏糖蛋白的分离纯化与结构特性研究[D].山东青岛:中国海洋大学,2012.
- [19] 简叶叶.燕窝对肺阴虚小鼠免疫功能影响的研究[D].福州:福建农林大学,2017.
- [20] 简叶叶,李庆旺,黄灿灿,等.干燕窝与炖煮燕窝的营养成分分析与比较[J].福建轻纺,2016(3):32-38.
- [21] Saengkrajang W, Matan N, Matan N. Nutritional composition of the farmed edible bird's nest (*Collocalia fuciphaga*) in Thailand [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2013,31(1):41-45.
- [22] 陆源,韩灯保,王建云,等.云南三种燕窝与进口燕窝成份的比较研究[J].动物学研究,1995(4):385-391.
- [23] Shim E K, Chandra G F, Lee S Y. Thermal analysis methods for the rapid identification and authentication of swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*) edible bird's nest - A mucin glycoprotein [J]. Food Res Int, 2017,95:9-18.
- [24] 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.
- [25] 高俊德,乔太生,耿建群.燕窝一般营养成分分析[J].营养学报,1988(2):198-199.
- [26] 查圣华,姜水红,王泽凤,等.燕窝中白燕和血燕对比研究[J].现代中药研究与实践,2011,25(2):23-25.
- [27] Tan S N, Sani D, Lim C W, et al. Proximate analysis and safety profile of farmed edible bird's nest in malaysia and its effect on cancer cells [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020,2020:1-12.
- [28] 陈玲,陈昕露,范群艳,等.燕窝主要营养成分及其唾液酸酶法提取工艺[J].福建农林大学学报(自然科学

- 版), 2015, 44(5): 542-547.
- [29] 曹妍, 徐杰, 高焱, 等. 白燕与血燕的营养成分分析和比较[J]. 食品工业科技, 2011, 32(10): 414-417.
- [30] 卫生部文件卫监督发[2007]300号——卫生部关于印发《食品营养标签管理规范》的通知[R]. 2007.
- [31] Hun Lee T, Hau Lee C, Alia Azmi N, et al. Characterization of polar and non-polar compounds of house edible bird's nest (EBN) from Johor, Malaysia[J]. Chemistry & Biodiversity, 2020, 17(1): e1900419.
- [32] 邵建宏, 丁琦, 王珊, 等. 东南亚食用燕窝研究现状[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(5): 957-973.
- [33] Quek M C, Chin N L, Yusof Y A, et al. Characterization of edible bird's nest of different production, species and geographical origins using nutritional composition, physicochemical properties and antioxidant activities[J]. Food Research International, 2018, 109: 35-43.
- [34] 邬天雨. 燕窝的古今系统评述[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2015.
- [35] 马雪婷, 张九凯, 陈颖, 等. 燕窝多元素的分布及溯源信息研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(2): 66-71.
- [36] Teo P, MA F C, LIU D C. Quantification of thiamine in edible bird's nest by HPLC with fluorescence detection[J]. Asian Journal of Chemistry, 2014, 26(3): 846-848.
- [37] 卢端萍, 程佳华, 陈硕, 等. 不同产地燕窝中唾液酸含量的高效液相色谱法测定[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(2): 371-373.
- [38] 连建梅, 范群艳, 李红卫. 不同加工工艺对燕窝产品唾液酸含量的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(1): 265-268.
- [39] Huda M Z N, Zuki A B Z, Azhar K, et al. Proximate, elemental and fatty acid analysis of pre-processed edible birds' nest (*Aerodramus fuciphagus*): A comparison between regions and type of nest [J]. Journal of Food Technology, 2008, 6: 39-44.
- [40] Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation[R]. 1985.
- [41] Oomah B D, Busson M, Godfrey D V, et al. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil[J]. Food Chemistry, 2002, 76(1): 33-43.
- [42] Nasri N, Khaldi A, Fady B, et al. Fatty acids from seeds of *Pinus pinea* L.: composition and population profiling[J]. Phytochemistry, 2005, 66(14): 1729-1735.
- [43] 付龙威, 连建梅, 叶淑贤, 等. 不同干燥工艺对燕窝品质特性的影响[J]. 食品工业科技, 2022, 43(18): 36-43.

## Detection Status and Composition Difference of Nutritional Components in Different Types of Edible Bird's Nests

SONG Yong-ye<sup>1</sup>, LIN Yong-wei<sup>1</sup>, ZHANG Na<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup> Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China; <sup>2</sup> Laboratory of Toxicological Research and Risk Assessment for Food Safety, Peking University, Beijing 100191, China)

**Abstract:** 【Objective】To summarize the detection status of nutrient components in different types of edible bird's nests, and analyze their composition and differences, so as to facilitate further scientific research on nutrition of edible bird's nest. 【Method】The relevant research literatures published in China and abroad from the establishment of the database to August 2022 were searched in PubMed, Embase, Web of Science, CNKI database, WanFang database and VIP database. Articles of qualitative and quantitative studies for determining the composition and content of nutritional components in edible bird's nest were included, including first-hand research data, review, systematic review and other non first-hand research data, and the language is limited to Chinese and English. Articles which are irrelevant to the topic, repetitive, including incomplete data, or cannot obtain the full text were excluded. 【Result】A total of 1 237 articles were searched, and 8 articles were included as the main evidence of this review. The research showed that the protein content of edible bird's nests ranged from 56.34% to 69.5%, the fat content ranged from 0.03% to 1.28%, the carbohydrate content ranged from 17.12% to 31.68%, the water content ranged from 12% to 24.3%, and the sialic acid content ranged from 7.64% to 12.52%. There may be differences in the species and content of nutrients in different types of edible bird's nests. 【Conclusion】Edible bird's nests have high protein content, abundant kinds of amino acids, a large proportion of essential amino acids, very low fat content. It is rich in minerals and contains a variety of essential trace elements. The contents of vitamin and sialic acid are high. There may be differences in the types and contents of nutrients in different types of edible bird's nests, and the contents of carbohydrates differ greatly.

**Keywords:** edible bird's nest; nutritional component; detection