



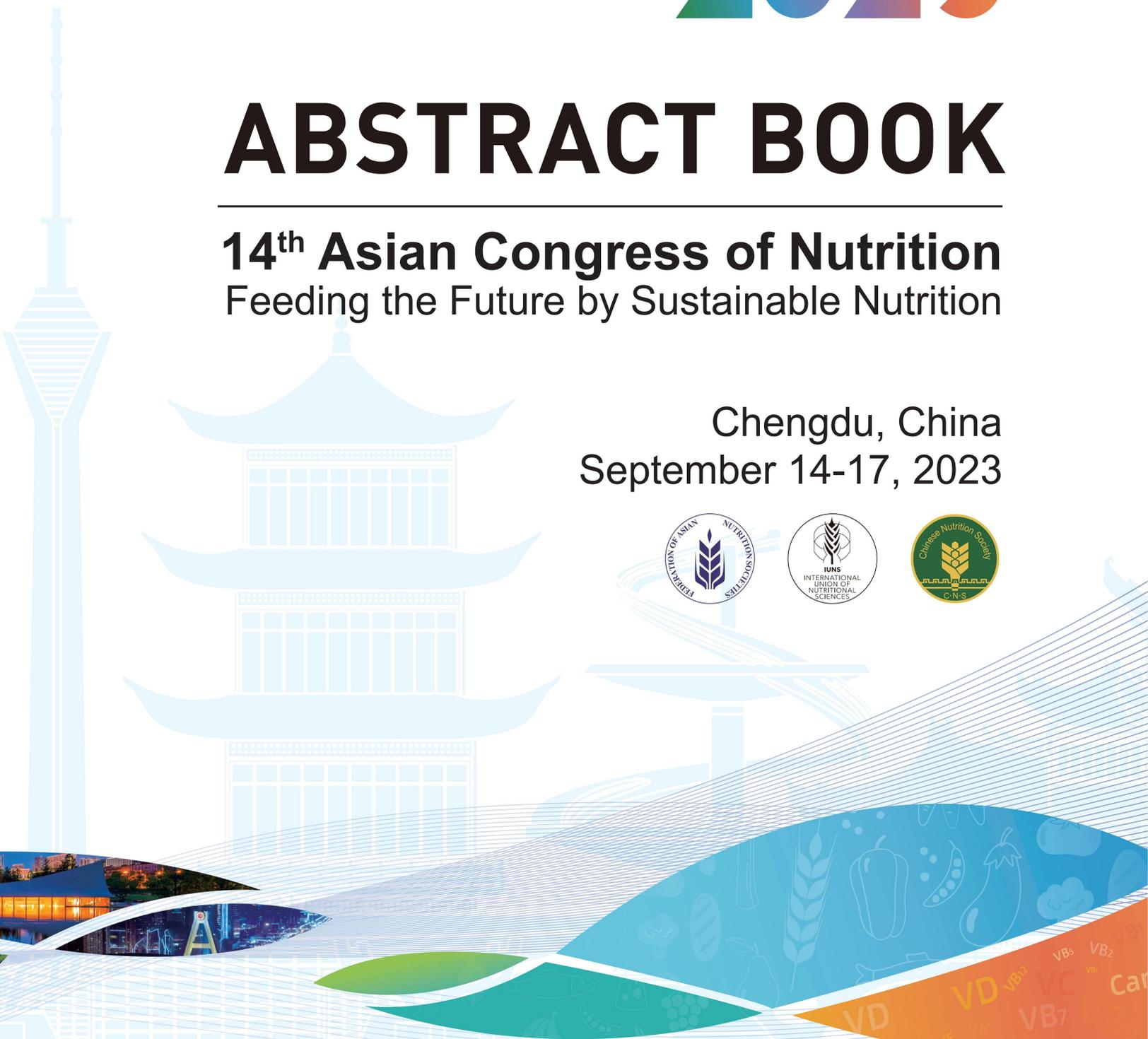
**14<sup>th</sup> ACN 2023**  
ASIAN CONGRESS OF NUTRITION  
SEPTEMBER 14-17<sup>th</sup> CHENGDU CHINA

# 14<sup>th</sup> ACN 2023

# ABSTRACT BOOK

**14<sup>th</sup> Asian Congress of Nutrition**  
Feeding the Future by Sustainable Nutrition

Chengdu, China  
September 14-17, 2023



分类：食物与营养

## 碳水化合物质量指标以及血糖生成指数影响因素的进展

徐瑶<sup>1</sup>、刘晓凤\*<sup>1</sup>、杨月欣<sup>2</sup>

1. 兰州理工大学

2. 中国疾病预防控制中心营养与健康所

碳水化合物与慢性病的关系密切，研究日益增多，对碳水化合物质量的描述尚未有明确的定义。本文从膳食纤维、全谷物、游离糖、血糖生成指数（Glycemic index, GI）这四个方面，描述了碳水化合物的质量，高质量的碳水化合物食物一般具有高膳食纤维、最好是全谷物食物、低游离糖、低 GI 的特性，其中血糖生成指数是传统的描述碳水化合物质量的指标。

碳水化合物（Carbohydrates）作为人类七大营养素之一，是膳食能量最主要的来源。研究表明过去几十年中，随着社会经济的发展，人们生活质量和消费水平的提高，饮食中的碳水化合物消费量持续升高。食物中的大多数碳水化合物被人体摄入后，在人体内消化吸收，最终以葡萄糖的形式进入血液，为人体供能，是引起人体餐后血糖升高的最主要原因。长期以来传统的碳水化合物质量的考察以血糖生成指数（Glycemic index, GI）为主，随着研究的深入，对碳水化合物质量的思考和研究进一步推进。以总碳水化合物—非纤维糖的比率变化为特征的新指标，正在逐步用于表征富含碳水化合物食物的质量高低。综合研究表明，碳水化合物的质量包括了以下四个维度：膳食纤维含量/摄入量、全谷物含量/摄入量、游离糖含量/摄入量、血糖指数和血糖负荷。

本文从淀粉的组成和结构、食物来源、消化吸收、加工方式等四个方面总结了影响 GI 的因素。从淀粉微观结构分析对 GI 的影响：直链淀粉和支链淀粉的结构组成不同，支链淀粉相比于直链淀粉具有更多的淀粉酶结合位点，所以支链淀粉相比于直链淀粉有更高的消化速率。因此直链淀粉含量高的食物，GI 值相对低。根据淀粉中所含支链淀粉晶型可以将淀粉分为 A 型、B 型、C 型，3 种类型的淀粉中，A 型最容易消化，B 型和 C 型不易消化。因此具有低 GI 特性。此外不同食品类别对 GI 的影响并不相同，谷薯类富含碳水化合物的食物，一般具有高 GI，但其中未经精细加工的全谷物以及生的薯类有相对低的 GI。消化慢的食物 GI 值低，控制选择合适的加工方式也可降低食物 GI 值。

碳水化合物的质量指标尚未有公认的定义，但可以肯定的是膳食纤维、全谷物、游离糖、固体碳水化合物、血糖生成指数等指标，均是考量食物的碳水化合物质量指数的组成因素，碳水化合物质量的研究是一个综合各方面的大集合，目前对碳水化合物质量指标只是间接性的一个描述，统一明确一个碳水化合物质量指标定义任重而道远。

影响 GI 的因素多种多样，探究食物本身和食物加工对 GI 的影响具有重大的意义，有利于明确食物信息和新产品的开发利用。且从微观角度探究食物 GI 值的影响因素具有广阔的发展空间。

本文为明确碳水化合物质量的定义和从微观角度以及不同食物来源角度解释影响 GI 值的因素提供依据。

**关键字** 碳水化合物的质量，膳食纤维，全谷物，游离糖，血糖生成指数（GI）

分类：食物与营养

# 酵母 $\beta$ -葡聚糖对高脂饮食诱导的结肠炎的改善作用及相关机制研究

孙运红、莫小杏、沈丽慧、张彦、程瑞洁、刘烈刚\*  
华中科技大学同济医学院

## 背景:

肥胖和高脂饮食与结肠炎的严重程度有关。高脂饮食可能通过影响肠道菌群、破坏肠黏膜屏障功能，进而诱发肠道低度慢性炎性反应。酵母  $\beta$ -葡聚糖作为一种天然多糖，具有很强的抗炎活性和免疫调节功能，对肠道菌群也具有潜在的调节作用。然而，酵母  $\beta$ -葡聚糖在预防饮食相关结肠炎方面的作用目前仍不清楚。

## 目的:

探究酵母  $\beta$ -葡聚糖对高脂饮食相关结肠炎的潜在改善作用，并阐明其作用机制。

## 方法:

研究选用 3 月龄 SPF 级雌性 SD 大鼠，随机分为四组：普通饮食组（AIN-93M，脂肪含量为 10 %）；高脂饮食组（D12451，脂肪含量为 45 %）；高脂饮食（D12451，脂肪含量为 45 %）+酵母  $\beta$ -葡聚糖组（干预剂量为 50mg/kg）；高脂饮食（D12451，脂肪含量为 45 %）+酵母  $\beta$ -葡聚糖（干预剂量为 50mg/kg）+抗生素处理组（氨苄青霉素，0.1g/L；万古霉素，0.05g/L；新霉素，0.1g/L 和甲硝唑，0.1g/L）；干预至 24 月龄。干预结束后，测量结肠长度，进行组织学分析，检测血清炎症因子（IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$ 、IL-6、LPS）、结肠炎症指标（MPO）以及肠道紧密连接蛋白（ZO-1、Claudin-1、Occludin）的表达水平，并进行 16s rRNA 微生物学测序和转录组学分析。

## 结果:

酵母  $\beta$ -葡聚糖减轻高脂饮食引起的结肠病理损伤，改善高脂饮食诱导的结肠粘膜受损、隐窝结构破坏、炎症细胞浸润以及杯状细胞缺失，恢复结肠长度至正常水平，并上调结肠紧密连接蛋白的表达水平（ZO-1、Claudin-1、Occludin），改善高脂饮食引起的肠通透性增加，恢复肠黏膜屏障功能。酵母  $\beta$ -葡聚糖降低血清炎症因子水平（IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$ 、IL-6、LPS），下调结肠炎症相关指标的水平（MPO），改善结肠炎症。这些结果表明酵母  $\beta$ -葡聚糖对高脂饮食引起的结肠炎具有保护作用。此外，16s rRNA 微生物学测序结果显示，酵母  $\beta$ -葡聚糖恢复了高脂饮食引起的肠道菌群失调，恢复厚壁菌门与拟杆菌门的比例，增加有益菌属如 Lactobacillus、Akkermansia 等的丰度，并增加粪便短链脂肪酸水平。抗生素处理消除了酵母  $\beta$ -葡聚糖对高脂饮食诱导的结肠炎的保护作用，表明酵母  $\beta$ -葡聚糖对结肠炎的有益作用依赖于肠道微生物群。转录组学分析表明，酵母  $\beta$ -葡聚糖改变了高脂饮食诱导的结肠炎大鼠的结肠转录谱，显著下调了高脂饮食引起的 NF- $\kappa$ B 信号通路相关基因的表达。Western blot 结果显示酵母  $\beta$ -葡聚糖可能通过抑制 NF- $\kappa$ B/NLRP3 信号通路发挥抗炎作用。

## 结论:

酵母  $\beta$ -葡聚糖可能通过抑制 NF- $\kappa$ B/NLRP3 信号通路调节肠道免疫稳态，并重塑肠道菌群，恢复肠黏膜屏障功能，从而减轻长期高脂饮食诱导的结肠炎。本研究为酵母  $\beta$ -葡聚糖作为调节肠道微生物群和防治饮食相关结肠炎的膳食补充剂或调节剂提供了新的见解。

**关键字** 结肠炎 肠道微生物群 酵母  $\beta$ -葡聚糖 高脂饮食 NLRP3

分类：食物与营养

# 日式吞咽餐食方案在中国实施的挑战-基于帝斯曼本土风味慕斯的研究

周辉、娄众英\*  
荷兰皇家帝斯曼芬美意集团

日式吞咽餐食方案在中国实施的挑战-基于帝斯曼本土风味慕斯的研究

## 1. 背景与目的：

1.1 随着老龄化的趋势，老年营养成为一个重要议题。伴有吞咽障碍的问题甚至发生率高达60%以上。针对这一情况。目前国内较多的借助鼻饲喂养和肠外营养来为高龄老人供能。相应的也带来了较高误吸风险和更低的生活满意度。增加了整体治疗费用。对于其中还有部分进食能力的患者来讲，这部分功能因用失用而降低直至废用。

1.2 为还有部分进食能力的患者提供安全的食物，国际和国内专业人士都在做努力。国际吞咽困难饮食标准化委员会（IDDSI）2017年发布了吞咽困难患者的饮食框架。我国相应的标准也在随后陆续推出。我们饮食习惯和日本更接近，有必要对日本的成熟产品进行比较。日本2004摄食吞咽康复学会就将吞咽困难的损害程度进行了分类，并列入了不同层次可选用的食物。食物特点为粘度降低，聚合性增加。不易松散引起呛咳和误吸。更爽滑降低吞咽难度易于咽下。由帝斯曼开发的慕斯食品已经在我国医疗机构和医养结合机构开始运行。我们对日式吞咽餐食方案和帝斯曼的本土化特点的吞咽障碍慕斯食品进行比较。

## 2. 方法：

2.1 本研究主要采用比较调研分析作为定性研究法，通过比较日式吞咽餐食和适宜本土风味吞咽障碍专用慕斯在医疗机构的应用，评估其在分级、品类，产品风味、制备条件、启动时机以及医保资金支持上的优势和弊端，以帮助优化我们本土风味吞咽障碍专用套餐的品质和争取后续的介护政策支持。各饮食套餐根据患者进食能力，营养配比和营养密度根据患者能量需求进行调配。

2.2 结果：本土化吞咽障碍专用套餐能够适宜我国老年吞咽障碍患者，具有便捷高效的特点。

## 3. 结论：

3.1 本研究旨在探索本土化吞咽障碍专用套餐和食物改性方案的模式，体现出更具人文关怀的优势，降低制备的难度和较大操作空间的需要，病人在安全进食的同时享受食之愉悦，对于机能减退无法恢复如常的患者，避免了永远不再享用美食终身管饲的遗憾。生活质量大大改善。相对于日式的种类繁多，本土化套餐简化经济，适合目前尚无医保支持的介护营养方案。

关键词：老龄 吞咽障碍分级饮食 风味

作者姓名

周辉 帝斯曼芬美意 Tommy.Zhou@dsm.com

娄众英 北京汉玥瑞家生物科技有限公司 13598813332@126.com

关键字 老龄 吞咽障碍分级饮食 风味

分类：食物与营养

# 潜在“药食同源”新原料——东北刺人参不定根提取物的营养成分分析与抗氧化功效评价

熊尧<sup>1</sup>、马燕<sup>1</sup>、林书宇<sup>1</sup>、赖学能<sup>1</sup>、李科先<sup>1</sup>、陈涛<sup>1,2</sup>、张召\*<sup>1,2</sup>

1. 广东南芯医疗科技有限公司
2. 广东一元兰欣生物科技有限公司

**目的：**东北刺人参(*Oplopanax elatus* Nakai)是多年生木本药用植物，仅分布于我国吉林省长白山地区、俄罗斯远东地区和朝鲜北部山区等地。东北刺人参根药用价值极高，且没有任何毒副作用，被称作“木本人参”。然而，目前其野生资源遭到严重破坏，且人工栽培体系难以建立，致使其产品开发受到了极大限制。利用植物组织培养技术，对东北刺人参进行不定根诱导培养，进一步进行功效物质提取，所得提取物为潜在的“药食同源”食品原材料，具有抗炎、护肝、抑制肿瘤等保健功效。本研究拟探究东北刺人参提取物的营养成分组成，并对其抗氧化功效进行评价。

**方法：**利用气升式生物反应器，设定培养基组成为MS培养基添加3 mg/L IBA、50g/L 白糖，通气量0.1vvm，25℃暗环境下对东北刺人参进行不定根增殖培养。40天后收获不定根，进一步对其进行乙醇提取与喷雾干燥，获得提取物。LC-GC/MS检测东北刺人参不定根提取物代谢物组成，分析其主要的功能营养成分。根据营养成分分析结果，暗示其具有多种抗氧化成分。分别对提取物进行羟自由基、超氧阴离子、ABTS<sup>+</sup>自由基、DPPH自由基清除试验以及Fe<sup>3+</sup>还原活性与抗脂质过氧化检测，评价其抗氧化功效。进一步通过斑马鱼模型评价ROS自由基清除能力。

**结果：**通过生物反应器培养不定根，东北刺人参不定根的产量能够达到34.8g/L。进一步对不定根进行乙醇提取，得到提取物，得率为40%。LC-GC/MS检测其代谢物组成，结果表明，东北刺人参不定根提取物主要营养成分包括多糖类(29%)、黄酮类(22%)、挥发油类(6%)、多酚类(2%)、皂苷类(1.5%)、萜醌类(1.1%)。其中黄酮类包括72种，代表成分为槲皮素、山萘素、香叶木素、毡毛美洲茶素、花葵素等；挥发油类包括9种，代表成分为棕榈酸、乙酸、5-乙基-5H-咪喃-2-酮等；皂苷类主要成分为黄芪甲苷IV；萜醌类主要成分为芦荟大黄素、大黄酸、大黄素等。进一步抗氧化试验结果表明，东北刺人参不定根提取物对DPPH自由基清除率IC<sub>50</sub>为29.7 μg/mL，ABTS<sup>+</sup>自由基清除率IC<sub>50</sub>为1.58 mg/mL，Fe<sup>3+</sup>还原活性IC<sub>50</sub>为3.01 mg/mL，对其他自由基(羟自由基、超氧阴离子、抗脂质过氧化能力)则没有显著的清除作用。斑马鱼模型结果表明，东北刺人参不定根提取物能显著降低模型鱼体内ROS自由基含量。

**结论：**通过组织培养能成功获取大量东北刺人参不定根植物原料，且其提取物的营养成分主要包括多糖、黄酮、挥发油、多酚、皂苷、萜醌等，富含多种抗氧化成分。此外，东北刺人参不定根特异性地对DPPH、ABTS<sup>+</sup>和Fe<sup>3+</sup>具有较强还原能力，证明其为一种潜在的具备抗氧化功效的“药食同源”新原料。

**关键字** 东北刺人参，组织培养，不定根，LC-GC/MS，抗氧化

分类：食物与营养

## 营养质量管理是健康中国的重要命题

王雷\*  
吉林省营养师协会

目的：民以食为天，营养质量是人类维持生命、生长发育和健康的重要物质基础，事关国民素质提高和经济社会发展。

方法：一、抓好营养质量管理关键环节

- 1、对食品、食品添加剂、食品相关产品，包括供食用的食用农产品的营养质量管理。
- 2、对食品生产和加工（以下称食品生产），食品销售和餐饮服务（以下称食品经营），包括集体食堂、学校、托儿所、养老院等集体配餐单的营养质量管理。
- 3、对食品添加剂的生产经营质量管理。
- 4、对食品生产经营者使用食品添加剂、食品相关产品营养质量管理。
- 5、对食品的贮存和运输营养质量耗损管理。

二、制定相关行业、相关食品营养质量标准

制定各项食品、食物，包括餐饮标准，需要费时费力，难度较大。目前可试行重点行业示范标准。现在本协会已经在制订和完善烹饪行业、连锁超市、幼儿园等级行业和单位的食品营养管理示范标准。

三、重点人群营养质量管理

1、婴幼儿营养质量管理

开展孕产妇的营养筛查和干预，降低低出生体重儿和巨大儿出生率。

2、学生营养质量管理

指导学生营养就餐，鼓励地方因地制宜制定满足不同年龄段在校学生营养需求的食谱指南。制定并实施集体供餐单位营养操作规范。

3、老年人群营养质量管理

4、患者临床营养质量管理

5、贫困地区营养质量管理

四、普及营养质量管理知识

1、提升营养质量管理健康科普信息供给和传播能力。

2、推动营养健康科普宣教活动常态化。

五、加强组织实施

1、强化组织领导。地方各级政府要结合本地实际，强化组织保障，统筹协调，制定实施方案，细化工作措施，明确职责分工，将各项工作任务落到实处。

2、加强营养师生队伍建设。做好营养质量管理，除了争取各方支持，促进全民参与外，加强营养师生专业队伍建设是当务之急。目前，我们营养师队伍无论与其他国家相比，还是当前实际需要，都存在较大的缺口，应当尽快补充这块短板。

结果：2017年长春市总人群主要死因构成%、死亡率（1/10万）及位次表。

（图表）略

从上述各种数字，不难看出无论直接与营养代谢疾病，还是发病和死亡靠前的疾病，如心脑血管疾病、肿瘤、糖尿病等与营养相关的疾病，触目惊心。

4、2018年长春市青年社区老年居民样调查，显示重点人群营养缩影

表一、老年人关系营养疾病人数统计

（图表）略

结论：加强营养质量管理是落实国民营养计划，实现健康中国的重要命题。要对当国民营养状况有清醒认识，增加紧迫感。在营养质量管理过程中，明确质量管理内涵，抓好重点行业、重点人群和关键环节。在大力普及营养健康知识、提高居民自我认识的基础上，采取政府领导、社会支持、大众参与、专业队伍指导等各种措施，把营养质量管理落到实处。

**关键字** 健康中国 国民营养 营养质量 加强管理。

分类：食物与营养

# 膳食限制改善高脂膳食诱导的小鼠肥胖有效性及机制研究

冀腾腾、方冰\*  
中国农业大学

肥胖已成为全球公共卫生问题，预计到 2035 年，全球将有 51% 的人口达到超重或肥胖。高脂膳食导致的能量过剩是诱发肥胖的重要原因之一，减少摄食及能量摄入是减肥的常见方法之一。然而，大量的人群实验表明仅依靠膳食限制的减肥方式仅在短期内对于体重减轻有效，甚至会引起体重回升的副作用。这与肥胖过程中，脂肪组织过度扩张导致的脂肪细胞的数量和功能的改变，进而导致能量应答的变化密切相关。因此，课题针对高脂饮食诱导的肥胖小鼠，进行能量限制的膳食干预，研究逆转膳食对肥胖小鼠脂肪沉积、糖脂代谢应答功能的影响，为膳食限制在改善肥胖人群体重、代谢功能等方面的有效性提供科学依据，为解答膳食限制减肥的短时效性提供理论支撑。

本研究选择 4 周龄小鼠，利用高脂饮食 (#D12492) 进行 20 周的肥胖模型诱导，然后进行总能量减少近 30% 的正常膳食 (AIN-93G) 进行膳食限制干预 12 周，模拟肥胖人群通过减少摄食进行体重控制的实际情况。通过评价干预后小鼠脂肪沉积部位、沉积量、脂肪组织中脂肪细胞数量及大小，结合小鼠能量代谢率、葡萄糖耐量、肝脏脂质沉积等的能量代谢功能的变化，评价膳食限制改善肥胖的效果；同时，测定脂质合成、分解和脂肪生成相关基因或蛋白的表达，利用流式细胞分型分析检测脂肪组织血管基质中增殖型、分化型干细胞的占比，阐明膳食限制改善肥胖生理生化的分子机制。本研究的主要结果如下：

1. 膳食中脂肪占比及总能量的限制，显著降低了肥胖小鼠的体重及皮下脂肪沉积量，并显著减轻了肥胖小鼠内脏及皮下脂肪组织中脂肪细胞的过度增大。

2. 膳食限制显著降低了内脏及皮下脂肪组织中脂质合成相关基因（内脏：C/EBPα, Pparg；皮下：Dgat2），显著增加了脂质分解相关基因（内脏：Adrb3, Atgl, CPT1a, Hsl, Plin1；皮下：CPT1a）的表达。

3. 膳食限制显著降低了肥胖小鼠肝脏中甘油三酯和游离脂肪酸含量，改善了脂肪在肝脏的异位沉积。

4. 膳食限制重塑了脂肪组织中干细胞的分化轨迹，内脏脂肪中增殖型 (DPP4/CD26+) 脂肪干细胞占比显著升高，分化型 (ICAM1/CD54+) 脂肪干细胞占比显著降低，皮下脂肪中增殖型 (DPP4/CD26+) 脂肪干细胞占比显著降低。

膳食脂肪及能量限制能够显著减轻肥胖小鼠的体重、皮下脂肪以及肥胖引发的肝脏中异位脂肪的沉积，皮下和内脏脂肪中脂肪细胞中脂质含量减少，增殖型和分化型干细胞的比例亦发生显著变化，表明内脏脂肪与皮下脂肪应对能量的不同分子机制。然而，肥胖小鼠的能量代谢率的降低、糖耐量异常的现象并未得到改善，这表明仅靠减少能量或者脂肪的摄入并不能长期有效的减轻体重，对于肥胖引发的糖耐量异常等危害并无有效防控作用。

**关键字** 膳食限制，肥胖，脂肪沉积，脂肪干细胞，异位脂肪

分类：食物与营养

## 重庆市售 17 种羊奶粉营养成分现状的研究

房翠兰、甘源\*

重庆市九龙坡区疾病预防控制中心/中国疾病预防控制中心

目的：乳品营养丰富，是不可或缺的营养来源。奶业是健康中国、强壮民族不可或缺的产业，分析市售羊奶粉的营养成分现状，为羊奶粉营养指标的国标修订和相关部门规范监管提供实验依据，为羊奶产业的发展提供理论基础，同时对国民的乳品消费观念进行科学引导。

方法：随机采购重庆市场上具有代表性的 17 种羊奶粉（纯羊奶粉\*2，配方羊奶粉\*15），参照国家标准方法对羊奶粉的水分、蛋白质、脂肪、可溶性糖、37 种脂肪酸、胆固醇、18 种氨基酸、4 种维生素、8 种矿物质进行检测，并对其营养成分进行了分析比较。

结果：结果表明，不同羊奶粉的水分含量为 2.6%~3.5%；蛋白质含量为 17.0%~25.0%；脂肪含量 10.2%~30.3%；均符合 GB19644 中理化指标的要求。棕榈酸为 18.2%~49.6%，油酸为 20.2%~33.9%，亚油酸最高有 29.8%，其中 4 种配方羊奶粉中检出了 DHA；灰分含量为 4.8%~7.0%；胆固醇含量为 7~17%；可溶性糖含量为 20.4%~62.8%；各矿物质含量分别为钙 782~1006mg/100g，磷 228~586mg/100g，铁 0.3~12.4mg/100g，锌 3.1~14.8mg/100g，钾 876~1690mg/100g，钠 206~371mg/100g，镁 74~122mg/100g，锰 0.01~0.21mg/100g，铜最高只有 0.5mg/100g；必需氨基酸占总氨基酸的比例在 44.3%~50.9%；各维生素的含量分别为 VA269~943μg/100g，VE2.09~16.51mg/100g，核黄素 0.08~0.88mg/100g，硫胺素 0.48~1.71mg/100g。

研究发现，17 种羊奶粉的水分、蛋白质、脂肪等理化指标均满足 GB19644 的要求。蛋白质含量丰富，氨基酸种类齐全，必需氨基酸占总氨基酸比例与人乳相近，但是氨基酸模式与人体氨基酸模式差异较大，可能会导致必需氨基酸在体内不能被充分利用，进而造成蛋白质营养价值的降低；羊奶粉中脂肪酸的组成及含量差异较大，其中棕榈酸（c16:0）含量最丰富，其次是油酸（c18:1n9c），人体必需的脂肪酸亚油酸（c18:2n6c）的含量也很丰富，且在 4 种配方羊奶粉中还检出二十二碳六烯酸（DHA）；钙、铁、锌含量丰富，但有 1 种配方羊奶粉中磷含量是其他羊奶粉的 2 倍，可能存在干扰钙吸收的风险，纯羊奶粉中的钾、钠、镁含量均高于配方羊奶粉，而锰和铜却与之有相反的结果；配方羊奶粉中的脂溶性 VA、VE 的含量均高于纯羊奶粉。纯羊奶粉中的可溶性糖含量较配方羊奶粉偏低。纯羊奶粉中 VA 和 VE 的含量均比配方羊奶粉低。

结论：该研究通过营养知识和监测数据相结合阐释了羊奶粉的营养价值，实验所得的各项监测数据，基本反映了目前重庆市场上羊奶粉的产品质量现状。市场上现有的羊奶粉多属于调制乳粉，调制的水平参差不齐，科学强化羊奶粉和规范监管羊奶粉市场是未来羊奶产业发展的基础。本研究虽肯定了羊奶粉的营养优势，同时也暴露了羊奶粉市场上个别不规范的问题，相关部门需加强监管。

**关键字** 重庆市售、羊奶粉、营养成分、结果分析

分类：食物与营养

## 藜麦对大鼠非酒精性脂肪肝血脂代谢紊乱的作用效果

林虹、赵玉馨、杨建军\*  
宁夏医科大学

由于上传版本问题，请以摘要附件中的 word 内容为准，谢谢老师！

目的：观察藜麦对大鼠非酒精性脂肪肝血脂代谢紊乱的作用效果，为食品防治非酒精性脂肪肝病提供理论依据。

方法：选取 8 周龄 SPF 级 SD 雄性大鼠 26 只，体重  $200 \pm 20$  克，按随机数字将大鼠随机分为基础饲料对照组（n=9 只）和高脂膳食组（n=17 只），连续造模 12 周，于 12 周处死正常对照组和高脂膳食组大鼠各 1 只，取肝脏组织进行苏木精-伊红染色、油红 O 脂肪染色，判断大鼠非酒精性脂肪肝模型是否建造成功。造模成功后，将 16 只高脂膳食组大鼠分为模型组（n=8 只）和藜麦高脂组（n=8 只）。实验期间，基础饲料对照组饲喂普通饲料；模型组饲喂 60% 的高脂饲料；藜麦高脂组饲喂藜麦高脂饲料，三组大鼠均自由进食饮水，持续干预 11 周。干预结束后，所有大鼠均实施安乐死并取出肝脏和血液做后续分析，采用胆固醇氧化酶法和磷酸甘油氧化酶-过氧化物酶偶联法分别检测血浆总胆固醇、甘油三酯含量；采用生化法测定血浆谷草转氨酶、谷丙转氨酶含量；使用酶联免疫分析试剂盒检测血清瘦素、脂联素表达水平。留取大鼠肝脏组织进行苏木精-伊红染色、油红 O 脂肪染色，对比干预后各组肝脏组织病理变化情况。

结果：造模 12 周后，肝脏组织经苏木精-伊红染色、油红 O 脂肪染色结果显示高脂膳食组大鼠肝小叶结构和肝索结构紊乱，部分胞核被挤压于一侧，肝细胞内出现大小不等的脂滴。干预 11 周后，肝脏组织经苏木精-伊红染色显示藜麦高脂组的肝索排列较为整齐，肝细胞内的脂肪空泡与模型组相比明显减少。油红 O 脂肪染色结果显示藜麦高脂组肝细胞内脂肪堆积与模型组相比明显减轻。血脂指标检测结果显示，与对照组相比，模型组大鼠血浆总胆固醇、甘油三酯、谷草转氨酶、谷丙转氨酶水平显著升高，差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；与模型组相比，藜麦高脂组血浆总胆固醇、甘油三酯、谷草转氨酶、谷丙转氨酶水平降低，差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；肝脏瘦素水平降低、脂联素水平升高，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）。

结论：藜麦对改善大鼠非酒精性脂肪肝的血脂代谢紊乱具有一定作用效果。

结论：藜麦对改善大鼠非酒精性脂肪肝的血脂代谢紊乱具有一定作用效果。

结论：藜麦对改善大鼠非酒精性脂肪肝的血脂代谢紊乱具有一定作用效果。

结论：藜麦对改善大鼠非酒精性脂肪肝的血脂代谢紊乱具有一定作用效果。

**关键字** 藜麦，非酒精性脂肪肝，血脂

分类：食物与营养

## 高脂高糖膳食添加甘蔗渣对糖耐量和脂肪组织的影响

周立红\*<sup>1</sup>、卢培<sup>2</sup>、黎东慧<sup>1</sup>、张芯瑜<sup>1</sup>、郭荣婷<sup>2</sup>

1. 广西中医药大学 公共卫生与管理学院

2. 广西中医药大学 第一临床医学院

**目的：**探索高脂高糖膳食添加甘蔗渣对大鼠空腹血糖、口服糖耐量、胰岛素耐量、皮下脂肪组织、内脏脂肪组织和肝脏重量及器官指数的影响，为甘蔗渣深度开发利用提供理论依据。

**方法：**将 18 只 4-6 周龄 SPF 级雄性 Wistar 大鼠适应性喂养 1 周后采用随机数字随机分为 3 组，包括低脂对照组、高脂组和高脂+甘蔗渣组。低脂对照组采用普通饲料，高脂和甘蔗渣添加组采用脂肪提供 45% 能量的高脂高糖饲料，添加 15% 的蔗糖，甘蔗渣添加组用 10% 的甘蔗渣粉替代相应的基础饲料重量。添加的甘蔗渣粉为新鲜甘蔗榨汁后的渣干燥后粉碎的粉末。大鼠两只一笼，每周更换垫料，实验环境每天昼夜循环光照 12h，环境温度为 22~24℃，相对湿度为 50%~55%。每周记录两次剩食量并测量一次体重，计算采食量和饲料利用效率。喂养 2 周后隔夜禁食，鼠尾采血测定空腹血糖并进行口服糖耐量试验。喂养 4 周后隔夜禁食，鼠尾采血测定空腹血糖并进行胰岛素耐量试验。喂养 5 周后禁食，第二日异氟烷麻醉后行腹主动脉取血留样，再放尽血后取肝脏准确称重记录，记录皮下和内脏脂肪组织重量，测定身长和尾长，计算肝脏指数、脂肪组织器官指数、BMI 和 Lee' s 指数。器官指数等于器官重量除以体重。采用 SPSS 20.0 进行数据处理。实验数据用  $\bar{x} \pm \text{sem}$  表示，组间差异采用方差分析和事后检验，检验显著性水平取  $\alpha = 0.05$ 。

**结果：**高脂膳食喂养 3 周后，高脂组空腹血糖增加值比低脂对照组高 2.1mmol/L ( $P < 0.05$ )。高脂膳食喂养 5 周后，高脂组空腹血糖增加值比低脂对照组高 3.3mmol/L ( $P < 0.05$ )。各组口服糖耐量和胰岛素耐量试验各时间点血糖值之间没有显著差异，各组曲线下面积之间没有显著差异。低脂对照组头 4、11、13 天内体重增加值显著高于高脂组和甘蔗渣添加组，之后各组间体重增加值没有显著差异。高脂膳食喂养 5 周后，高脂组和甘蔗渣添加组附睾脂肪、腹膜后脂肪、腹股沟脂肪和臀脂重量和器官指数均显著高于低脂对照组。甘蔗渣添加组腹股沟脂肪指数显著低于高脂组。甘蔗渣添加组盲肠长度指数显著低于低脂对照组和高脂组。高脂膳食添加甘蔗渣粉未显著改变身长、肠系膜脂肪重量及指数、BMI 和 Lee' s 指数。

**结论：**高脂高糖膳食添加甘蔗渣可以显著降低腹股沟脂肪器官指数和盲肠长度指数，但对空腹血糖、口服糖耐量及胰岛素耐量没有显著影响。膳食添加甘蔗渣对腹股沟脂肪的影响可能与其降低盲肠长度指数有关，相关机制有待进一步研究。

**基金资助：**广西中医药大学校级科研重点项目（2021ZD004）。

**关键字** 甘蔗渣；高脂高糖膳食；糖耐量；脂肪组织；大鼠

分类：食物与营养

# DHA 强化蛋中 DHA 占比及 n-6/n-3 PUFA 比值更符合中国居民膳食平衡要求

祁乐融、李雨潼、王帧\*  
中山大学公共卫生学院（深圳）

**目的** 二十二碳六烯酸（DHA），是一种 n-3 系列的长链多不饱和脂肪酸（n-3 PUFA），对人类神经系统的发育以及心脑血管疾病的预防都有着重要作用。而鸡蛋作为 DHA 的良好载体，价廉易得，有潜力成为人体补充 DHA 的膳食来源。在我国，富含 DHA 等 n-3 PUFA 商品蛋的受众较少，相关研究尚不完善。本研究对国内不同品牌及产地鸡蛋中的 DHA 等多种脂肪酸进行测定分析，以期为居民选购普通商品蛋及功能性鸡蛋提供科学指导，为解决传统途径中 DHA 等 n-3 PUFA 摄入不足等问题提供可行方案，为制定我国相关膳食营养素参考摄入量（DRIs）提供参考依据。

**方法** 本研究选择了 4 个品类的 10 种鸡蛋（普通鸡蛋 1 种、品牌养殖蛋 3 种、地区散养蛋 3 种、DHA 强化蛋 3 种），进行脂肪酸的提取和甲酯化，使用气相色谱-火焰离子化检测器（GC-FID）进行分析，参考 37 种脂肪酸混合标品峰面积进行归一化法校正样品峰面积，使用 SPSS 21.0 建立数据库并进行统计分析。对各脂肪酸占比以 3 个平行样的均数±标准差表示，不同品类鸡蛋间的比较采用单因素方差分析及 LSD-t 检验。

**结果** （1）本研究选用的 4 个品类 10 种鸡蛋中，3 种 DHA 强化蛋的 DHA 占比为  $3.98 \pm 0.57\%$  ~  $5.56 \pm 1.2\%$ ，其余 7 种鸡蛋的 DHA 占比为  $1.36 \pm 0.14\%$  ~  $2.45 \pm 0.46\%$ 。DHA 强化蛋中的 DHA 占比显著高于品牌养殖鸡蛋和地区散养蛋（ $p < 0.05$ ），其二十碳四烯酸（ARA）占比显著低于其它两种鸡蛋（ $p < 0.05$ ），而品牌养殖鸡蛋和地区散养蛋的 DHA、ARA 占比差异均不显著（ $p > 0.05$ ）。

（2）对 3 种 DHA 强化蛋中 DHA 和  $\alpha$ -亚麻酸（ALA）占比的比较结果显示，宣称使用亚麻籽、螺旋藻饲料等母鸡饲养方式的鸡蛋 DHA 占比未见显著差异（ $p > 0.05$ ），而宣称使用亚麻籽饲料的“圣迪乐村 OMEGA-3 鲜鸡蛋”及“盒马 OMEGA-3 有机富硒宝宝蛋”ALA 占比均高于使用螺旋藻饲料的“农沃丰高 DHA 螺旋藻鲜鸡蛋”（ $p < 0.05$ ）。（3）10 种鸡蛋的 n-6/n-3 PUFA 比值的分析结果显示，“圣迪乐村 OMEGA-3 鲜鸡蛋”及“盒马 OMEGA-3 有机富硒宝宝蛋”2 种 DHA 强化蛋的 n-6/n-3 比值分别为  $1.80 \pm 0.09$  及  $2.25 \pm 0.64$ ，显著低于其它鸡蛋（ $p < 0.05$ ），而普通鸡蛋的 n-6/n-3 PUFA 比值（ $9.89 \pm 0.40$ ）显著高于除 1 种品牌养殖蛋外的所有鸡蛋（ $p < 0.05$ ）。目前中国膳食指南推荐的 n-6/n-3 PUFA 比值为 4~6:1，美国膳食指南推荐的比例是 2.3:1，故 DHA 强化蛋相对于其他非 DHA 强化蛋，更符合中国居民膳食平衡的需求。

**结论** DHA 强化蛋是居民摄入 DHA 等 n-3 PUFA 的良好来源，品牌和产地对鸡蛋中 DHA 占比的影响不大。我国居民膳食中的摄入的主要油脂为植物油，其含有丰富的 n-6 PUFA，而对于亚麻籽、海洋性食物等富含 n-3 PUFA 食物的摄入量相对较少，因此我国居民膳食中 n-6/n-3 PUFA 比值为 20~30:1，远不及居民膳食指南推荐值 4~6:1。本研究中的 10 种鸡蛋 n-6/n-3 PUFA 比值都能满足降低心脑血管疾病危险因素的要求，但 DHA 强化蛋更符合中国居民膳食平衡要求。

**关键字** DHA 强化蛋，n-3/n-6 PUFA 比值，脂肪酸，膳食平衡

分类：食物与营养

## 健康饮食和体重变化与糖尿病患病风险的关系

张迪<sup>1</sup>、齐千瑾<sup>1</sup>、宋帅华<sup>1</sup>、王浩然<sup>2</sup>、冯丽\*<sup>1</sup>

1. 山东第一医科大学附属省立医院

2. 山东大学附属省立医院

**目的：**随着社会经济的发展，糖尿病这种慢性非传染性疾病的发病率越来越高，发病年龄越来越低，已成为严重的公共卫生问题。饮食与糖尿病的发生、发展有着密切的联系，生命过程中的体重变化也会对糖尿病的发病风险产生深远的影响，探讨健康饮食模式及不同体重变化模式对糖尿病患病风险的影响，将有助于实施早期、持续和有针对性的干预措施，为预防糖尿病的发生和进展提供参考。

**方法：**本研究获取 2005-2018 年美国国家营养与健康调查 (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) 数据库中的 40-74 岁参与者的数据，收集参与者一般情况、体重问卷调查结果、24 小时饮食回顾数据。参考既往研究，计算出 HEI-2015 评分，将 HEI-2015 评分的百分位数分为  $\geq 95\%$ 、75%-94%、50%-74%、25%-49%、 $< 25\%$ 。BMI 变化时间分为 25 岁时的 BMI 和 10 年前的 BMI，将参与者 25 岁至中年时期的体重变化模式分为稳定正常、非肥胖到超重、非肥胖到肥胖、稳定肥胖、体重减轻。采用 STATA 17.0 软件进行统计分析，在数据分析开始时首先对数据库中的样本进行加权，计量资料用算数均数和标准差（正态性）进行统计描述，计数资料运用率或构成比表示，使用方差分析、卡方检验进行组间比较，通过多因素 COX 回归分析糖尿病的患病风险，研究健康饮食模式及成年早期至中期体重变化模式对糖尿病患病风险的影响。

**结果：**本研究共纳入了 13077 名 40-74 岁研究人群，25 岁至中年时期的体重变化模式中稳定正常、非肥胖到超重、非肥胖到肥胖、稳定肥胖、体重减轻的样本量分别为 4429 (33.8%)、4764 (36.4%)、2707 (20.7%)、876 (6.6%)、301 (2.3%)。校正了性别、年龄、种族、教育程度、家庭贫困指数后，HEI-2015 评分增加糖尿病患病风险降低 (HR=0.9913, P=0.008, 95%CI: 0.9850-0.9977)；与 HEI-2015 评分  $\geq 95$  百分位的参与者比较，HEI-2015 评分  $< 25$  百分位的参与者糖尿病的患病风险增加 (HR=1.7268, P=0.020, 95%CI: 1.0936-2.7267)；HEI-2015 评分降低与成年早期至中期体重变化至肥胖或稳定肥胖的体重变化模式对糖尿病患病风险均有附加效应，HEI-2015 评分越低影响越强；与 HEI-2015 评分  $\geq 95$  百分位且在成年早期至中期体重变化模式为正常到正常的参与者比较，HEI-2015 评分  $< 25$  百分位且在成年早期至中期体重变化模式为非肥胖到肥胖的参与者糖尿病的患病风险显著增加 (HR=5.5967, P=0.012, 95%CI: 1.4720-21.2795)，HEI-2015 评分  $< 25$  百分位且在成年早期至中期体重变化模式为稳定肥胖的参与者糖尿病的患病风险显著增加 (HR=7.3203, P=0.002, 95%CI: 2.0673-25.9211)。

**结论：**不健康饮食模式及在成年早期至中期体重变化至肥胖或稳定肥胖的参与者糖尿病的患病风险显著增加，提示在生命早期控制体重的同时注重科学健康饮食在预防糖尿病发病中有重要的作用。

**关键字** 健康饮食；体重变化模式；超重；肥胖；糖尿病

分类：食物与营养

## 煮制升高红枣干的餐后血糖反应但提升餐前负荷效应

刘岸书<sup>1</sup>、彭希一<sup>1</sup>、范志红<sup>1,2</sup>、娄鑫玲<sup>1</sup>、卢雪娇<sup>1</sup>、胡嘉惠<sup>1</sup>

1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院
2. 北京食品营养与人类健康高精尖创新中心

全球有超 5 亿人处于糖尿病前期，其中很多人在空腹血糖超标之前，就已发生餐后血糖受损状况。餐后血糖失控既是血糖控制能力下降的表现，也会增加胰岛  $\beta$  细胞功能受损的风险。血糖和胰岛素稳态受损还与痤疮、多囊卵巢综合征、肥胖以及心血管疾病等多种疾病的风险密切相关。选择合适的食物、合理的烹调方法以及进餐模式均有助于管理餐后血糖反应。近年来，体外研究以及部分动物实验已初步证实红枣具有降血糖的潜力。在我国传统膳食中，常将红枣炖煮后单独或与主食一起食用。

为探索红枣制品有利平稳餐后血糖反应的合理摄入方式，本研究选择红枣干和煮红枣干为实验材料，分别招募 14 名健康受试者，进行以下 2 项实验：（1）摄入含 50 g 可利用碳水化合物的红枣干或煮红枣干，评估其餐后血糖和胰岛素反应；（2）摄入含 15 g 可利用碳水化合物的红枣干或煮红枣干作为餐前负荷，30 min 后摄入含 50 g 可利用碳水化合物的米饭正餐，评估其餐后血糖和胰岛素反应。

结果表明，单独摄入时，红枣干和煮红枣干的血糖指数分别为 68 和 83。与红枣干相比，煮红枣干的餐后血糖峰值增加了 34.5 % ( $P < 0.001$ )，血糖波动幅度增加了 57.1 % ( $P < 0.001$ )，血糖曲线下面积增加了 159.1 % ( $P < 0.001$ )。这提示大量摄入炖煮到软烂的枣类产品不利于血糖稳定。胰岛素测定结果发现，红枣干和煮红枣干的胰岛素指数分别为 88 和 95。煮红枣干组 15 min 的胰岛素值显著高于红枣干组 ( $P < 0.05$ )，30 min 胰岛素值有高于红枣干组的趋势 ( $P = 0.071$ )，表明煮红枣干可更有效地诱导进食早期胰岛素分泌水平上升。

而作为餐前负荷食物使用时，与米饭餐前喝水的对照组相比，煮红枣干餐前负荷组餐后血糖峰值显著降低了 23.5 % ( $P < 0.05$ )，2 h 内最大血糖波动降低了 36.8 %，且有低于红枣干餐前负荷组的趋势 ( $P = 0.077$ )。红枣干餐前负荷组的最大血糖波动也比对照组降低了 21.1 %。煮红枣干餐前负荷组 15 min 时的胰岛素水平最高 ( $P < 0.05$ )，而在进食米饭正餐后，煮红枣干餐前负荷组的 60 min 胰岛素水平最低（煮红枣干餐前负荷组 vs 对照组， $P < 0.05$ ；煮红枣干餐前负荷组 vs 红枣干餐前负荷组+R， $P = 0.071$ ），且并未增加餐后 4 h 内的胰岛素反应曲线下面积和峰值。

本研究证实，在餐前 30 min 摄入含 15 g 可利用碳水化合物的煮红枣干作为餐前负荷，可以在不增加胰岛素分泌总量的情况下，更有效地诱导米饭餐前的胰岛素分泌，从而抑制摄入米饭后的血糖快速上升态势，降低餐后血糖波动。高胰岛素指数食物可能更适合作为餐前负荷少量食用。

**关键字** 红枣，血糖反应，血糖指数，胰岛素指数，餐前负荷

分类：食物与营养

# 玉米肽对四氯化碳肝纤维化大鼠模型肌肉衰竭的影响及机制探索

盛琦<sup>1</sup>、褚宇宁<sup>1</sup>、陈春燕<sup>2</sup>、冯硕<sup>1</sup>、韩磊\*<sup>1</sup>

1. 青岛大学附属医院

2. 山东第一医科大学第二附属医院

**目的：**肌肉衰竭是慢性肝病患者最为常见的并发症之一，可导致预后不良。本研究拟探究玉米肽能否改善大鼠肝纤维化模型的肌肉衰竭作用，并初步探讨其可能的影响机制。

**方法：**将 50 只 8 周龄健康雄性 SD 大鼠适应性喂养一周后，随机分为对照组、模型组、乳清蛋白组、玉米肽低剂量组和高剂量组。对照组动物接受腹腔注射橄榄油（1 mL/kg bw，2 次/w）外，其他各组大鼠均腹腔注射 50%CC14-橄榄油溶液（1 mL/kg bw，2 次/w），诱导建立肝纤维化模型。同时乳清蛋白组大鼠按体重灌胃乳清蛋白 500 mg/kg/d，玉米肽低剂量组和高剂量组分别灌胃 250 mg/kg/d 和 500 mg/kg/d 的玉米肽，对照组和模型组大鼠灌胃等体积蒸馏水，共干预 8 w。干预结束前 2 日采用电子抓力计测量大鼠四肢抓力，采集标本，分析各组大鼠肝纤维化指标、称量腓肠肌重量，取肝脏组织、腓肠肌进行病理切片染色，分析肌肉组织形态结构，RT-PCR 实验分析肌肉组织中 IL-6、TNF- $\alpha$ 、NF- $\kappa$ B 炎性因子基因表达水平，Western Blot 实验测定腓肠肌中肌球蛋白 Myosin、MYH2、MYL2 表达情况以及蛋白质合成相关信号分子 mTOR、p70S6K 蛋白及其磷酸化水平。

**结果：**干预 8w 后，各组大鼠间体重无显著差异（ $P>0.05$ ），模型组、乳清蛋白组、玉米肽低剂量组和高剂量组大鼠体重略低于对照组。与对照组相比，模型组大鼠肝脏体积增大，肝指数升高，肝功能显著下降（ $P<0.05$ ）。相比于模型组，玉米肽组大鼠肝功能略有好转，其中玉米肽高剂量组大鼠血清白蛋白水平显著高于模型组和乳清蛋白组（ $P<0.05$ ）。各组大鼠间四肢抓力和腓肠肌指数尚未表现出显著差异（ $P>0.05$ ），与对照组相比，模型组大鼠四肢抓力和腓肠肌指数呈现下降趋势。病理方面，肝脏：玉米肽组与模型组大鼠相比，肝细胞气球样变性减少，有少量炎性细胞浸润，肝纤维组织沉积面积显著低于模型组（ $P<0.05$ ）。腓肠肌：对照组大鼠肌纤维组织排列整齐紧密，其他四组大鼠的肌纤维排列相对疏松。模型组大鼠肝组织中 IL-6、TNF- $\alpha$ 、NF- $\kappa$ B 炎性因子基因表达水平略高于其他各组，玉米肽高剂量组显著低于模型组（ $P<0.05$ ）。模型组大鼠骨骼肌中炎性因子（IL-6、TNF- $\alpha$ 、NF- $\kappa$ B）的 mRNA 表达水平显著高于对照组（ $P<0.05$ ），玉米肽高剂量组的炎性因子表达水平显著低于模型组（ $P<0.05$ ）。相比于对照组，模型组大鼠骨骼肌中 Myosin、MYL2、MYH2 蛋白表达量均有下降的趋势，高剂量玉米肽组大鼠 Myosin 和 MYH2 的表达水平显著高于模型组（ $P<0.05$ ）。模型组大鼠腓肠肌中 p-mTOR/ mTOR，p-p70S6K/ p70S6K 蛋白表达水平明显低于对照组（ $P<0.05$ ），而玉米肽高剂量组蛋白磷酸化水平高于模型组（ $P<0.05$ ）。

**结论：**玉米肽对于 CC14 诱发的肝纤维化大鼠的肌肉功能方面未见明显改善，可能与造模时间短，长程保护作用尚未显示相关。而玉米肽组显现出明显的肝脏保护作用，抑制炎症状态，延缓肝纤维化的进展。玉米肽可以通过激活 mTOR 信号通路，促进 mTOR 和 p70S6K 蛋白磷酸化，提高蛋白质转录和翻译效率，对血清白蛋白水平改善效果优于乳清蛋白。但玉米肽可抑制炎症因子表达和 mTOR 信号通路的激活，具有促进骨骼肌蛋白合成的潜力，需要进一步的研究。

**关键字** 玉米肽；肝纤维化；肌肉衰竭；p-mTOR；mTOR

分类：食物与营养

# 发酵乳杆菌发酵参荷苓复方的抗肥胖机制及其在肥胖/超重人群中的减肥作用

燕宪涛\*  
扬州大学  
桂林旅游学院

**题目：** 发酵乳杆菌发酵参荷苓复方的抗肥胖机制及其在肥胖/超重人群中的减肥作用

**目的：** 先前的研究表明，发酵乳杆菌 (*Lactobacillus fermentum*) grx08 发酵的参荷苓复方 (SHLF08) 具有良好的风味，并对肥胖大鼠具有安全有效的减肥作用。本课题进一步探究 SHLF08 抗肥胖的机制，并在肥胖/超重人群中验证 SHLF08 的减肥作用。

**方法：** 四周龄的 Wistar 大鼠，适应性喂养 1 周后随机分为三组（每组 10 只，雌雄各半，分开喂养）。实验共 8 周，除正常饮食组 (ND) 外，其余接受高脂饮食 (HFD)，肥胖模型建立后，从第 5 周开始，给予生理盐水 (空白组、模型组) 和 SHLF08 发酵液 (SHLF08 组) 灌胃处理。干预结束后，结合生化、免疫组化、基因转录水平以及肠道菌群等探究抗肥胖机制。然后通过随机、安慰剂对照试验在肥胖/超重的人群中验证 SHLF08 的减肥作用。

**结果：** 1. **抗肥胖机制：** (1) SHLF08 干预显著降低了大鼠下丘脑的神经肽 Y (NPY) 和刺鼠相关肽 (AGRP) mRNA 的表达 ( $p < 0.01$ ) 以及血清 NPY 的含量 ( $p < 0.05$ )，显著升高了血清中胰高血糖素样肽-1 (GLP-1) 的含量 ( $p < 0.001$ )，并使雌性和雄性大鼠的食量分别比 HFD 组减少了 19.58% 和 9.74% ( $p < 0.01$ )。 (2) 干预显著提高了大鼠肝脏法尼醇 X 受体 (FXR)、AMP 依赖的蛋白激酶 (AMPK) 和肉毒碱棕榈酰基转移酶-1 (CPT-1) mRNA 的表达 ( $p < 0.05$ )，显著降低了固醇调节元件结合蛋白-1C (SREBP-1C) 和硬脂酰辅酶 A 去饱和酶-1 (SCD-1) mRNA 的表达 ( $p < 0.05$ )。 (3) 干预显著提高了棕色脂肪中过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$  (PPAR $\gamma$ ) 和解偶联蛋白-1 (UCP-1) mRNA 的表达 ( $p < 0.05$ )，以及提高了 UCP-1 蛋白的含量 ( $p < 0.0001$ ) 和棕色脂肪指数 ( $p < 0.01$ )。 (4) 显著提高了大鼠肠道 *Bifidobacterium* 和 *Akkermansia* 的丰度、以及粪便中丁酸的含量 ( $p < 0.05$ )，并显著降低了螺旋菌门的丰度、厚壁菌门/拟杆菌门比值 ( $p < 0.05$ )。 2. 肥胖/超重人群中的减肥作用：相对于安慰剂组，SHLF08 干预使男、女组体重分别减少了 2.59 kg、3.29 kg ( $p < 0.05$ )，体脂肪分别减少了 2.14 kg、1.85 kg ( $p < 0.05$ )，BMI 值分别减少了 0.87 kg/m<sup>2</sup>、1.26 kg/m<sup>2</sup> ( $p < 0.05$ )。干预后显著降低了男性血清的 TG、LDL-C、尿酸含量 ( $p < 0.05$ )，以及女性的 TC、LDL-C、尿酸含量 ( $p < 0.05$ )。此外，干预显著降低了女性的气虚、痰湿和湿热体质的分数 ( $p < 0.05$ )。

**结论：** 1. **抗肥胖机制：** SHLF08 通过多靶点、多途径发挥抗肥胖的作用，主要可能的机制包括： (1) SHLF08 可以通过调节食欲降低食量，从而降低能量摄入。 (2) 可能通过 FXR/SREBP-1C/SCD-1 途径抑制脂肪的合成，以及可能通过 AMPK/CPT-1 途径增加脂肪酸  $\beta$  氧化，进而恢复脂质代谢平衡。 (3) 可能通过增加棕色脂肪细胞产热而消耗能量。 (4) 可能通过改善肠道菌群和短链脂肪酸的失衡，平衡能量稳态。 2. 肥胖/超重人群中的减肥作用：SHLF08 可以降低肥胖/超重人群的血脂、体脂以及体重和 BMI 值，发挥了一定的补气、祛湿减肥的功效。

作者姓名：燕宪涛，顾瑞霞

单位：扬州大学食品科学与工程学院，江苏省乳品生物技术与安全控制重点实验室

邮箱：yanyang214@126.com

**关键字** 参荷苓复方；发酵乳杆菌；食欲抑制；脂质代谢；棕色脂肪

分类：食物与营养

## 光催化-芬顿法降解硫酸软骨素及其铁复合物的生物利用度研究

杜茜茜、宋爽\*  
大连工业大学

硫酸软骨素(Chondroitin sulfate, CS)是一种广泛存在于人和动物结缔组织中的天然糖胺聚糖,具有抗氧化、抗肿瘤、免疫调节、抗动脉粥样硬化等有益的健康促进作用。天然硫酸软骨素的高分子量(50~100kDa)使其溶解度较低,吸收性差,限制了其在体内的消化吸收及生物利用度。硫酸软骨素的分子量与其生物活性密切相关,低分子量硫酸软骨素(LWCS)被认为具有增强的功能活性和生物利用率等,具有开发为药物和膳食补充剂的更大潜力,但关于硫酸软骨素的高效降解方法及活性的研究较少。本课题创新性的利用光催化-芬顿体系降解硫酸软骨素,并采用高效凝胶渗透色谱法、化学法测定降解前后分子量及化学成分的变化,采用紫外光谱、傅里叶红外光谱、圆二色谱、扫描电镜&射线能谱、核磁共振波谱和HPLC-ESI-MS<sup>n</sup>技术对硫酸软骨素及其降解产物进行结构表征及结构鉴定,采用体外模拟消化模型对降解产物的铁释放特性进行研究。结果表明,催化条件为2.5g/L TiO<sub>2</sub>, 400mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 10mM FeSO<sub>4</sub>时,反应0min、15min和60min硫酸软骨素的分子量分别降低至4.77kDa、2.47kDa和1.21kDa(依次命名为LWCS0、LWCS15和LWCS60)。化学成分分析表明降解产物的硫酸多糖、还原糖、糖醛酸和硫酸基团含量随降解时间的增加显著降低,而铁含量呈现逐步增加(6.02±0.17~7.56±0.50%)的趋势。同时,氧化降解及铁的络合导致低分子量硫酸软骨素的官能团及构象发生改变,LWCS中的羧基、硫酸基团等参与了与铁的络合。扫描电镜&射线能谱分析进一步表明LWCS中铁与多糖发生络合,加强了多糖分子之间的聚集,使得降解产物呈现紧密连接和表面光滑的微观形貌。核磁共振波谱<sup>1</sup>H谱及HSQC谱显示归属于GlcA的H-5信号及C-5/H-5信号随着降解时间的增加而消失,证明了光催化-芬顿反应的降解作用位点可能为GlcA。HPLC-ESI-MS<sup>n</sup>结果显示在LWCS60中共鉴定出5种寡糖片段,在二糖至四糖之间分布,其还原端多为阿拉伯糖醛酸,并提出了其解聚机理。体外模拟消化结果显示与LWCS0和LWCS15相比,LWCS60在胃部环境中的铁释放率最高,消化终点时铁的释放率达到18.56±1.76%,而在模拟肠消化环境中铁释放率几乎不发生改变。本研究通过光催化-芬顿法降解硫酸软骨素制备得到一种低分子量硫酸软骨素-铁复合物,降解主要通过作用于GlcA得到低分子量产物,其与铁络合后增加胃肠道消化过程中铁的释放率,是一种潜在的膳食铁补充剂。同时为今后研究光催化-芬顿氧化降解硫酸软骨素的机制提供了科学参考及理论依据。

**关键字** 硫酸软骨素; 光催化-芬顿; 低分子量; 铁复合物; 生物利用度

分类：食物与营养

## 核桃中具有潜在预防阿尔兹海默症植物化学成分的筛选与分析

孙小雅<sup>1,2,3</sup>、尤佳伟<sup>1,2</sup>、孙亚凤<sup>1,2</sup>、齐兵<sup>4,5</sup>、田粟\*<sup>1,5</sup>

1. 河北医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学教研室
2. 河北省环境与人群健康重点实验室
3. 中国人民解放军联勤保障部队第九八〇医院营养科
4. 河北养元智汇饮品股份有限公司
5. 河北省核桃营养功能与加工技术重点实验室

### 目的：

阿尔茨海默病（Alzheimer's disease, AD）是一种神经退行性疾病，作为痴呆的主要原因已严重威胁老年人的健康。本研究通过筛选并分析核桃可食部甲醇提取物不同萃取相中潜在预防 AD 的植物化学活性成分，旨在为核桃功能性产品的进一步研发以及预防 AD 活性成分的基础研究提供理论依据。

### 方法：

核桃可食部甲醇提取后，经正己烷、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇逐步萃取，分别得到核桃甲醇提取物的不同萃取相；通过乙酰胆碱酯酶抑制实验、 $\beta$  分泌酶 1 抑制实验、铁还原能力（FRAP）和氧自由基吸收能力（ORAC）测定、DPPH 自由基及 NO 自由基清除能力实验筛选可能预防 AD 作用更强的萃取相；进一步利用超高效液相色谱-串联质谱法（UPLC-MS/MS）分析和鉴定其中的植物化学成分，并结合以往文献最终评价了核桃中 10 种酚类成分的预防 AD 效果以及在核桃不同部位的含量。

### 结果：

核桃可食部甲醇提取物的提取率为 25.5 %；甲醇提取物不同萃取相的得率分别为正己烷相 78.1 %、二氯甲烷相 2.3%、乙酸乙酯相 1.4 %、正丁醇相 4.9 %及水相 5.1%。乙酸乙酯萃取相表现出最强的乙酰胆碱酯酶抑制活性、稍逊于正丁醇相的  $\beta$  分泌酶 1 抑制活性；在 FRAP 和 ORAC 能力评价、DPPH 及 NO 自由基清除实验中，乙酸乙酯相的效果均最优。进一步将具有潜在预防 AD 综合能力较好的乙酸乙酯萃取相进行 UPLC-MS/MS 分析，发现其中包括酚类、脂肪酸类等 54 种植物化学成分。以酚类化合物为研究焦点，结合 UPLC-MS/MS 分析结果和以往文献报道，最终筛选出没食子酸、水杨酸、鞣花酸、槲皮素、儿茶素、表儿茶素、6-姜酚、邻苯三酚、圣草酚、阿魏酸甲酯等 10 种酚类成分。活性测定和含量分析结果显示，各酚类化合物均具有酶抑制及抗氧化活性。其中，没食子酸、邻苯三酚、鞣花酸、槲皮素和儿茶素的综合活性较强。利用超高效液相色谱分析测定核桃青皮、核桃壳、核桃分心木、核桃种皮及核桃仁中被筛选酚类化合物的含量结果表明，邻苯三酚在核桃种皮中的含量最高，其次是鞣花酸，核桃壳是鞣花酸、没食子酸、儿茶素、圣草酚、和阿魏酸甲酯的良好来源。

### 结论：

核桃可食部甲醇提取物的乙酸乙酯萃取相具有更强的预防 AD 潜力，酚类化合物可能是其中主要的贡献成分。核桃壳中存在着较高含量的酚类成分，提示着开发核桃壳中预防 AD 植物化学成分，具有提高核桃副产物资源利用率的可能。综合活性较强的邻苯三酚和鞣花酸在核桃种皮中的含量较高，也建议核桃仁与种皮同时食用，健康效果更佳。

**关键字** 核桃，阿尔兹海默症，植物化学成分，UPLC-MS/MS，筛选与分析

分类：食物与营养

# 安石榴苷通过 CX3CL1/CX3CR1 轴对糖尿病小鼠认知功能障碍的保护作用及机制研究

张柔、张钰滢、谭秀英、马懿真、杨丽娜\*  
中南大学

**目的：**糖尿病认知功能障碍是糖尿病严重的并发症之一。研究表明，氧化应激、神经炎症与糖尿病认知功能障碍密切相关，而 CX3CL1/CX3CR1 轴与越来越多的神经退行性疾病密切相关，被认为是改善氧化应激及神经炎症进而预防或减缓糖尿病认知功能障碍发生发展的潜在靶点。安石榴苷是石榴中含量最丰富的多酚类化合物，具有抗氧化、抑菌、抗炎及调节脂质代谢等生物活性作用，最近发现安石榴苷具有潜在的神经保护作用。因此本研究通过观察安石榴苷对糖尿病小鼠认知功能障碍的影响，并探讨其可能机制，为安石榴苷的进一步开发利用奠定基础。

**方法：**30 只 C57BL/6J 雄性小鼠，适应性喂养 1 周，随机分为正常组和模型组。正常组喂以基础饲料，模型组喂以高脂饲料。高脂饮食 8 周后，模型组动物腹腔一次性注射 STZ100mg / kg，对照组动物注射等量溶剂，注射后 72h 测空腹血糖，血糖值  $\geq 11.1$ mmol/L 者为造模成功，作为糖尿病小鼠纳入实验。将糖尿病小鼠随机分为 2 组：模型组、安石榴苷干预组。安石榴苷干预组小鼠连续灌胃给药 10 周 (20mg/kg)，干预结束前 7 天进行 Morris 水迷宫实验来评估糖尿病小鼠的认知功能。干预结束后，脑组织进行 HE 染色及 Nissl 染色观察脑组织的病理形态学改变；Western-blot 法检测海马 CX3CL1、CX3CR1 蛋白，氧化应激蛋白 Nrf2、SOD2，神经炎症相关蛋白 TXNIP、NLRP3、IL-1 $\beta$ 、Caspase-1、TNF- $\alpha$  表达水平。

**结果：**Morris 水迷宫行为学实验结果显示，与正常组相比，模型组小鼠逃避潜伏期显著延长，穿越平台次数显著减少 ( $P < 0.01$ )。安石榴苷干预后，模型组小鼠出现潜伏期逐渐下降趋势，并且潜伏期显著缩短，穿越平台次数显著增加 ( $P < 0.05$ )，表明安石榴苷可以改善糖尿病小鼠的学习和记忆能力。HE 染色发现模型组小鼠海马神经元表现出排列不规则、细胞间隙变宽、细胞体积减小和核浓缩等病理特征，安石榴苷干预后小鼠海马神经元病理改变有明显改善。Nissl 染色发现模型组小鼠海马的尼氏小体染色较正常组浅，神经元中 Nissl 体消失，神经元细胞数量减少，安石榴苷干预后 Nissl 体数量有所增加，提示安石榴苷可以改善糖尿病小鼠海马神经元 Nissl 体数量及预防神经元丢失。Western Blot 结果显示，与正常组相比，模型组中 CX3CL1、CX3CR1 蛋白显著降低 ( $P < 0.05$ )，氧化应激相关蛋白 Nrf2、SOD2 显著降低 ( $P < 0.01$ )，神经炎症相关蛋白 TXNIP、NLRP3、IL-1 $\beta$ 、Caspase-1、TNF- $\alpha$  水平显著升高 ( $P < 0.05$ )。与模型组相比，安石榴苷干预组中 CX3CL1、CX3CR1 蛋白显著升高 ( $P < 0.05$ )，Nrf2、SOD2 显著升高 ( $P < 0.05$ )，TXNIP、NLRP3、IL-1 $\beta$ 、Caspase-1、TNF- $\alpha$  蛋白表达显著降低 ( $P < 0.05$ )。

**结论：**安石榴苷可能通过调节 CX3CL1/CX3CR1 信号通路发挥抗氧化及抗神经炎，调节神经元形态和功能，进而改善糖尿病认知功能障碍。

**关键字** 糖尿病认知功能障碍；安石榴苷；CX3CL1/CX3CR1；氧化应激；炎症

分类：食物与营养

# 线粒体动力学调控 NEK7/NLRP3 在安石榴苷改善糖尿病肝损伤中的机制研究

谭秀英、张柔、张钰滢、黄越、杨丽娜\*  
中南大学

**目的：**糖尿病肝损伤 (Diabetic Liver Injury, DLI) 是糖尿病严重并发症之一。研究表明，NLRP3 炎症小体在糖尿病肝损伤发生发展中起着关键作用，而线粒体动力学失衡在 NLRP3 炎症小体激活过程中扮演着重要角色。NIMA 相关蛋白激酶 7 (NIMA-related protein kinase 7, NEK7) 具有调控线粒体功能等作用，近年研究发现，NEK7 是活化 NLRP3 炎症小体的关键蛋白。目前，糖尿病肝损伤药物治疗不稳定、副作用大，天然来源、安全高效的植物活性成分成为研究热点。安石榴苷 (Punicalagin, PU) 是从石榴皮中提取的一种多酚类物质，具有抗炎、抗氧化等生理活性。本研究通过建立糖尿病肝损伤动物模型，明确线粒体动力学调控 NEK7/NLRP3 炎症小体通路在安石榴苷改善糖尿病肝损伤中的作用及可能机制，为安石榴苷的开发利用及糖尿病肝损伤防治提供新思路。

**方法：**雄性 C57BL/6 小鼠 30 只，适应性喂养 1 周，随机分为正常对照组、模型组和安石榴苷干预组。正常对照组给予基础饲料喂养。模型组和安石榴苷干预组给予高脂饲料喂养，8 周后，禁食不禁水 12 h，腹腔注射链脲佐菌素 (100 mg/kg · BW)，72h 后检测小鼠空腹血糖水平，空腹血糖  $\geq 11.1$  mmol/L 为造模成功。造模成功后，安石榴苷干预组小鼠连续灌胃给药 10 周 (PU=20 mg/kg · BW)，正常对照组和模型组灌胃给予等体积的蒸馏水。喂养期间自由摄食、饮水，明暗周期为 12h。采用生化试剂盒检测小鼠血清 ALT、AST、TNF- $\alpha$ 、IL-6、IL-18、IL-1 $\beta$  水平，HE 染色观察肝脏病理改变，Western Blot 法检测肝脏线粒体动力学、NEK7/NLRP3 通路相关蛋白表达水平。

**结果：**与正常对照组相比，模型组小鼠血清 ALT、AST、TNF- $\alpha$ 、IL-6、IL-18、IL-1 $\beta$  水平显著升高 ( $P < 0.05$ )，肝脏出现脂肪病变、炎症细胞浸润等病理学改变，提示小鼠糖尿病肝损伤造模成功。与模型组相比，安石榴苷干预组小鼠血清 ALT、AST、TNF- $\alpha$ 、IL-6、IL-18 水平显著降低 ( $P < 0.05$ )，肝组织损伤程度减轻，提示安石榴苷对糖尿病肝损伤具有保护作用。进一步研究显示，与正常对照组相比，模型组小鼠肝脏 NEK7、NLRP3、Caspase-1、IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$  蛋白表达显著增加 ( $P < 0.01$ )，线粒体融合相关蛋白 Mfn2、Opa1 表达显著降低 ( $P < 0.01$ )，线粒体分裂相关蛋白 Drp1、p-Drp1 (Ser616) 表达显著增加 ( $P < 0.01$ )。与模型组相比，安石榴苷干预组小鼠肝脏 NEK7、NLRP3、Caspase-1、IL-1 $\beta$ 、TNF- $\alpha$  蛋白表达显著降低 ( $P < 0.01$ )，线粒体融合相关蛋白 Mfn2、Opa1 表达显著增加 ( $P < 0.05$ )，线粒体分裂相关蛋白 Drp1、p-Drp1 (Ser616) 表达显著降低 ( $P < 0.01$ )，提示安石榴苷可能通过抑制线粒体分裂，上调线粒体融合，改善线粒体动力学稳态，从而抑制 NEK7 /NLRP3 通路激活，减轻肝脏炎症，发挥糖尿病肝损伤保护作用。

**结论：**安石榴苷可能通过抑制线粒体分裂，上调线粒体融合，改善线粒体动力学稳态，从而抑制 NEK7 /NLRP3 通路激活，减轻肝脏炎症，发挥糖尿病肝损伤保护作用。

**关键字** 安石榴苷；糖尿病肝损伤；线粒体动力学；NEK7；NLRP3

分类：食物与营养

## 蜂蜜对大鼠血尿酸水平及肝脏损伤研究

许秀荷<sup>1</sup>、何晓丽<sup>1</sup>、周佳顺<sup>1</sup>、潘丽珠<sup>1</sup>、周卓君<sup>1</sup>、李佳悦<sup>1</sup>、王彩霞<sup>2</sup>、袁伟<sup>3</sup>、朱桂琦<sup>\*1</sup>

1. 上海市市北医院

2. 上海市静安区彭浦镇第二社区卫生服务中心

3. 上海市静安区闸北中心医院

蜂蜜对大鼠血尿酸水平及肝脏损伤研究

摘要：

题目 蜂蜜对大鼠血尿酸水平及肝脏损伤研究

目的 本研究主要观察氧嗪酸钾模型大鼠饮用洋槐蜂蜜（AH）水溶液后，对大鼠血尿酸、血生化水平及肝脏组织影响。

方法 试剂配制 取市售洋槐蜂蜜，参照《食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》（GB5009.8-2016）测定果糖含量，确定本品每100g果糖含量约为40g。实验时，用双蒸水将AH配制成25%、12.5%及6.25%蜂蜜水溶液，其对应果糖含量分别为10%、5%及2.5%；用双蒸水将果糖配制成10%水溶液，供大鼠饮用。动物分组及给药

雄性SD大鼠60只，随机分为6组，每组10只，即空白对照组（CON对照组）、氧嗪酸钾模型组（OA模型组）、10%果糖组（10%F组）、25%蜂蜜组（25%AH组）、12.5%蜂蜜组

（12.5%AH组）及6.25%蜂蜜组（6.25%AH组）。CON对照组每次皮下注射5%CMC-Na溶液，其余各组每天按100mg/kg皮下注射5%CMC-Na助悬的OA溶液。所有动物每日全价营养饲料喂养，CON对照组与OA组每日饮用无菌水，10%F组每日饮用足量10%果糖水溶液，其余3组每日饮用足量含不同浓度的AH水溶液。本试验为期4w。大鼠血清尿酸含量测定 所有大鼠试验前及试验期间每周剪尾采血一次，采血量0.4~0.5mL，4℃静置1h，3000rpm/min离心10min，取上清，按照尿酸检测试剂盒测定大鼠血尿酸水平。大鼠血清生化指标检测

试验结束后，大鼠腹腔麻醉，腹主动脉取血，4℃静置1h，3000rpm/min离心10min，取上清，按照试剂盒说明书要求测定大鼠血清甘油三酯、总胆固醇、游离脂肪酸、低密度脂蛋白胆固醇与高密度脂蛋白胆固醇含量，同时测定谷丙转氨酶活性、谷草转氨酶活性。大鼠肝脏重量及脏器系数测定 试验结束后，大鼠腹腔麻醉，取肝脏，吸干表面血迹后称重，并计算脏器系数，即（脏器重量/大鼠体重）×100%。

肝脏组织学观察 取肝脏，10%甲醛固定，石蜡包埋、切片、HE染色后，光镜下观察组织病变情况，并进行各组间病变情况比较。统计学处理 实验数据以均数±标准差

（ $\bar{x} \pm SD$ ）表示。采用SPSS软件包进行统计处理，多组间数据比较根据各组正态及方差齐性与否选择单因素方差分析或是Kruskal-Wallis秩和检验，组间比较采用最小显著差异法（LSD），以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结果 与空白对照组相比，蜂蜜可显著升高大鼠体内血尿酸水平，增加大鼠肝脏重量及脏器系数；高、中剂量蜂蜜组还可升高血清TG、游离脂肪酸、HDL-C，但对总胆固醇及LDL-C影响不大；低剂量蜂蜜组则对血清TG、游离脂肪酸、HDL-C、总胆固醇及LDL-C水平均有不同程度的升高。所有蜂蜜组别大鼠均呈现不同程度的肝脏脂肪病变，并具有剂量依赖性；中、高蜂蜜组脂肪病变程度大于果糖组。结论 在一定剂量范围内，蜂蜜能引起大鼠高尿酸血症、高TG血症及肝脏脂肪病变。

关键词：洋槐蜂蜜；氧嗪酸钾；果糖；尿酸；脂肪肝

基金项目：上海市静安区重要薄弱学科建设（2021BR06）

作者姓名：许秀荷 何晓丽 周佳顺 潘丽珠 周卓君 李佳悦 朱桂琦 上海市静安区市北医院

王彩霞 上海市静安区彭浦镇第二社区卫生服务中心

袁伟 上海市静安区闸北中心医院

第一作者：许秀荷，电话：13122278823，E-mail：

xuxiuhe888@126.com

通讯作者：朱桂琦，电话：13046691164，E-mail：phendick1@aliyun.com

关键字 洋槐蜂蜜；氧嗪酸钾；果糖；尿酸；脂肪肝

分类：食物与营养

## 蜂蜜对大鼠血尿酸水平及肾损伤研究

许秀荷<sup>1</sup>、何晓丽<sup>1</sup>、周佳顺<sup>1</sup>、潘丽珠<sup>1</sup>、周卓君<sup>1</sup>、李佳悦<sup>1</sup>、王彩霞<sup>2</sup>、袁伟<sup>3</sup>、朱桂琦\*<sup>1</sup>

1. 上海市市北医院

2. 上海市静安区彭浦镇第二社区卫生服务中心

3. 上海市静安区闸北中心医院

### 摘要：

题目蜂蜜对大鼠血尿酸水平及肾损伤研究。

目的随着人们生活水平的提高，饮食结构也发生极大变化，随之而来的是高尿酸血症发病率上升，并趋向低龄化。高尿酸血症与果糖摄入密切相关。果糖一方面在肝脏代谢促进尿酸生成，另一方面可通过多种途径引起血尿酸水平升高。天然果糖广泛存在于甘蔗、甜菜、蜂蜜和大多数水果中。蜂蜜作为功能性营养品或“保健品”，其果糖含量约占38.5%，葡萄糖含量约占31%，此外还含有蔗糖、麦芽糖以及海藻糖等。蜂蜜中如此高的果糖含量，是否会引起人体血尿酸水平升高同时导致肾脏组织损伤是我们此次研究的重点。本研究主要观察氧嗪酸钾模型大鼠饮用洋槐蜂蜜（AH）水溶液后，对大鼠血尿酸水平及肾功能的影响。

方法试剂配制取市售洋槐蜂蜜，参照《食品安全国家标准食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定》（GB5009.8-2016）测定果糖含量，确定本品每100g果糖含量约为40g。实验时，用双蒸水将果糖配制成10%水溶液，将AH配制成25%、12.5%及6.25%蜂蜜水溶液，其对应果糖含量分别为10%、5%及2.5%，供试验期间大鼠饮用。动物分组及给药雄性SD大鼠60只，随机分为6组，即空白对照组（CON对照组）、氧嗪酸钾模型组（OA模型组）、阳性对照10%果糖组（10%F组）、25%蜂蜜组（25%AH组）、12.5%蜂蜜组（12.5%AH组）及6.25%蜂蜜组

（6.25%AH组），每组10只。CON对照组每次皮下注射5%CNc-Na溶液，其余各组每天按100mg/kg皮下注射5%CMC-Na助悬的OA溶液。所有动物每日全价营养饲料喂养，CON对照组与OA组每日饮用无菌水，10%F组每日饮用足量10%果糖水溶液，其余3组每日饮用足量含不同浓度的AH水溶液。本试验为期4w。大鼠血清尿酸、肌酐及尿素氮含量测定所有大鼠试验前及试验期间每周剪尾采血一次，采血量0.4~0.5mL，4℃静置1h，3000rpm/min离心10min，取上清，按照尿酸检测试剂盒测定大鼠血尿酸水平。试验前及试验期间大鼠每周称重并取血一次，试验结束后取血、尿、粪便及肾脏组织，测定血、尿、粪便中尿酸含量、血清肌酐及尿素氮水平及肾脏组织炎症因子，并进行肾脏组织病理切片观察。

结果与空白对照组相比，蜂蜜可显著降低大鼠体重（ $P<0.05$ ），增加大鼠肾脏脏系数，升高大鼠血尿酸、尿酸（UUA）、血清肌酐及尿素氮水平，降低大鼠粪尿酸（FUA）水平；蜂蜜可下调大鼠肾脏组织肿瘤坏死因子 $\alpha$ （TNF $\alpha$ ）水平（ $P<0.05$ ）、上调单核细胞趋化蛋白1（MCP-1）及转化生长因子 $\beta$ 1（TGF- $\beta$ 1）表达水平；蜂蜜能引起大鼠肾脏组织肾小管轻微到轻度扩张及轻到中度嗜碱性病变，并具有剂量依赖性。

结论蜂蜜能引起大鼠高尿酸血症、肾小管扩张及嗜碱性病变，导致肾功能损伤。

关键词：洋槐蜂蜜；氧嗪酸钾；果糖；尿酸

基金项目：上海市静安区重要薄弱学科建设（2021BR06）

作者姓名：许秀荷 何晓丽 周佳顺 潘丽珠 周卓君 李佳悦

朱桂琦 上海市静安区市北医院

王彩霞

上海市静安区彭浦镇第二社区卫生服务中心

袁伟

上海市静安区闸北中心医院

第一作者：许秀荷，电话：13122278823，E-mail：

xuxiuhe888@126.com

通讯作者：朱桂琦，电话：

13046691164，E-mail：phendick1@aliyun.com

关键字 洋槐蜂蜜；氧嗪酸钾；果糖；尿酸

分类：食物与营养

## 利用 3D 营养配餐系统对某高校学生进行的膳食诊断结果分析

张志军<sup>1</sup>、曲春波<sup>2</sup>、杨连静\*<sup>3</sup>

1. 湖南医药学院 公共卫生与检验医学院

2. 上海健康医学院 健康与公共卫生学院

3. 上海共荣应用营养研究所

利用 3D 营养配餐系统对某高校学生进行的膳食诊断结果分析

张志军<sup>1</sup> 曲春波<sup>3</sup> 杨连静<sup>2</sup> 石光<sup>2</sup>

1 湖南医药学院 公共卫生与检验医学院

2 上海共荣应用营养研究所

3 上海健康医学院 健康与公共卫生学院

### 【目的】

交互体验式营养教育系统“3D 营养配餐和膳食行为训练系统”（简称 3D 配餐系统）是一种新型营养指导工具，它利用带有 IC 数据芯片的等比大小的食物模型为载体进行配餐，通过计算机的后台运算，能自动生成食物搭配合理度评价结果，记录菜肴搭配的种类、摄入量和营养分析数据。本研究是利用这套系统对在校大学生的饮食行为进行调查，对配餐中菜肴选择的数量和营养摄入量进行分析，并探讨 3D 系统在未来营养教学中如何发挥更大的作用。

### 【方法】

研究对象为某高校公共卫生专业一年级入学新生男女共 65 名。实验实施前专业指导教师就实验目的和操作方法进行了详细说明，学生们预先得到了“菜谱清单”（实训用 3D 食物模型 150 种），将晚饭时希望进食内容做了勾选。实验当天，参加者拿着已勾选内容的清单在陈列的食物模型中选择对应的食品，将托盘置于 3D 配餐系统信息读取装置上，完成数据采集。

### 【结果】

所有参与实验的学生都非常开心的完成了配餐活动，他们不但对食物组合的过程兴趣浓厚，对配餐结果和食物搭配合理度评价也表现出了关注。结果显示，男生选择“主菜/大荤”、女生选择“副菜/素菜”时，均有比较明显的复数（多选）选择倾向。女生中还存在不选择“主食”者。从营养素摄入量结果分析看，男生不论是中体力活动还是轻体力活动类型，获得高于 RNI 推荐量的是蛋白质和维生素 C，低于推荐量的是碳水化合物、膳食纤维、维生素 A、B1、B2、钙和铁。女生高于推荐值的摄入营养素为蛋白质、维生素 C、烟酸和钠，脂肪摄入基本在合理范围，其他营养素均显示不足的结果。从晚餐菜品组合的数量看，选择 3 种的人数最多。男生选择 5-6 种，女生选择 3 种的情况也属常见。

### 【结论】

本研究利用 3D 营养配餐系统，通过数据分析对在校大学生的配餐（选餐）状况和晚餐营养摄入水平有了一定的掌握，同时，也明确了该系统在教学环节存在的一些问题点。今后，我们将进一步研究 3D 营养配餐系统在教育和健康教育领域的新的应用方法，为高校学生饮食生活的改善，为居民健康素养的提升做出贡献。

### 【关键词】

营养诊断，膳食调查，3D 营养配餐，食物模型

**关键字** 营养诊断，膳食调查，3D 营养配餐，食物模型

分类：食物与营养

# 基于体外模拟消化探讨枸杞果渣蛋白酶解液对血管紧张素转换酶抑制活性的影响

赵玉馨、杨建军\*  
宁夏医科大学

**目的** 枸杞果渣作为枸杞深加工的主要待利用产品是目前研究的热点之一，本研究探讨以“宁杞1号”头茬果和夏果、“宁杞7号”夏果及“宁杞7号”夏果果渣为原料制备的枸杞蛋白酶解液的血管紧张素转换酶（Angiotensin-converting enzyme, ACE）抑制效果，同时评价体外模拟胃肠消化对枸杞蛋白酶解液 ACE 抑制效果稳定性的影响，为宁夏枸杞及枸杞果渣的进一步开发和利用提供一定的理论依据。

**方法** 将“宁杞1号”头茬果和夏果、“宁杞7号”夏果及“宁杞7号”夏果果渣用粉碎机粉碎，过80目筛子，分别制成4种80目过筛粉，同时制备“宁杞7号”夏果果渣的超微粉。碱提酸沉法提取5种枸杞粉样本中的枸杞蛋白后用中性蛋白酶酶解，制备枸杞蛋白酶解液，并用冻干机将枸杞蛋白酶解液冻干，制备成酶解液冻干粉，将冻干粉分别配置成5种10mg/ml枸杞蛋白酶解物溶液，同时配置10mg/ml的卡托普利溶液作为对照。双缩脲法测定5种枸杞酶解物冻干粉溶液的多肽含量；FAPGG法测定ACE抑制率；根据INFOGEST的静态体外模拟方案模拟胃肠道消化，分别测定胃、肠消化后的ACE抑制率，评估其抵抗胃肠道酶降解的能力。

**结果** 各组样品多肽含量为3.94–6.08 mg/mL，“宁杞1号”夏果组多肽含量最高（ $6.08 \pm 0.03$  mg/mL），“宁杞7号”夏果组（ $5.99 \pm 0.08$  mg/mL）和“宁杞1号”夏果组（ $6.08 \pm 0.03$  mg/mL）的多肽含量相近（ $P > 0.05$ ），但较“宁杞1号”头茬组（ $3.94 \pm 0.01$  mg/mL）分别显著增加2.05 mg/mL和2.14 mg/mL（ $P < 0.05$ ），“宁杞7号”夏果果渣组（ $4.48 \pm 0.01$  mg/mL）蛋白酶解物多肽含量较“宁杞1号”头茬组高0.54 mg/mL（ $P < 0.05$ ），但较“宁杞7号”夏果组减少1.51 mg/mL（ $P < 0.05$ ），“宁杞7号”夏果果渣超微粉组（ $5.27 \pm 0.01$  mg/mL）较“宁杞7号”夏果果渣组提高0.79 mg/mL（ $P < 0.05$ ）；各组样品的平均ACE抑制率为 $67.33 \pm 7.63\%$ ，均低于10mg/mL卡托普利的ACE抑制率（ $82.27 \pm 1.10\%$ ）（ $P < 0.05$ ），“宁杞1号”头茬组（ $55.81 \pm 1.93\%$ ）的ACE抑制率较“宁杞1号”夏果组（ $69.91 \pm 3.51\%$ ）低14.10%（ $P < 0.05$ ），“宁杞7号”夏果组（ $71.37 \pm 1.21\%$ ）与“宁杞1号”夏果组的ACE抑制率无显著差异（ $P > 0.05$ ），进一步比较枸杞果渣的ACE抑制效果发现，“宁杞7号”夏果果渣组（ $64.08 \pm 1.56\%$ ）的ACE抑制率较“宁杞7号”夏果组降低7.29%（ $P < 0.05$ ），但由“宁杞7号”夏果果渣超微粉制得的蛋白酶解液ACE抑制率显著高于其余各组（ $75.50 \pm 1.66\%$ ）（ $P < 0.05$ ）；与消化前相比，模拟胃消化后ACE抑制率降低，“宁杞7号”夏果果渣组、“宁杞7号”夏果果渣超微粉组、“宁杞7号”夏果组、“宁杞1号”头茬组、“宁杞1号”夏果组分别降低6.80%、3.80%、2.06%、1.88%、2.92%，继续进行模拟肠消化，其ACE抑制率均升高（较胃消化产物分别升高9.37%、5.94%、5.93%、2.29%、5.12%），且均高于消化前的ACE抑制率，表明枸杞蛋白酶解液对胃肠道酶的消化作用具有良好的稳定性。

**结论** 5种枸杞蛋白酶解液均具有较高的ACE抑制活性，且酶解液中的多肽在模拟胃肠道消化过程中对胃蛋白酶和胰酶的降解具有良好的抗性。枸杞果渣超微粉制备的蛋白酶解液ACE抑制率最高。

**关键字** 枸杞蛋白；酶解液；血管紧张素转换酶抑制率；体外模拟；稳定性

分类：食物与营养

## 孕期膳食营养指导对母乳乳汁成分的影响

佟靖雯<sup>1</sup>、魏景洋<sup>1</sup>、陈倩文<sup>1</sup>、孟妍<sup>1</sup>、王阔<sup>1</sup>、李曼曼<sup>1</sup>、梁爽\*<sup>2</sup>

1. 牡丹江医学院

2. 牡丹江医学院附属第二医院

### 孕期膳食营养指导对母乳乳汁成分的影响

目的：探究孕期膳食营养指导对母乳乳汁成分的影响，提出适合中国孕妇的合理营养指导建议，促进母婴健康。

方法：对2021年01月-2023年01月期间在我院待产的156例孕妇的临床资料进行回顾分析，依据护理方案的不同将孕妇分为对照组和实验组各78例，对照组孕妇待产期间进行常规健康教育指导，实验组孕妇在对照组患者的基础上进行个性化孕期膳食营养指导。具体方法为：（1）孕妇膳食调查：调查孕妇膳食营养摄取情况，要求孕妇如实详细记录自己饮食情况连续3d，由进行过专业营养知识培训的营养师对收集到的孕妇的营养摄入情况进行分析，详细记录并建立孕妇个人健康档案。（2）保健知识宣讲：对孕妇及家属定期进行孕期保健知识宣讲，为每个待产家庭科普营养保健相关知识，并建议孕妇进行正确体重管理，告知其体重增长过快或体重过低的危害，提升孕妇的重视及配合度。（3）为孕妇制定健康管理方案，针对不同孕妇制定个性化膳食营养方案，并建立个人档案，随时记录孕妇身体健康及营养信息。根据孕周制定合理膳食指导：孕早期（孕1-12周）建议少食多餐，多吃富含维生素和微量元素的食物；孕中期（孕13-27周）需要摄入大量蛋白质维持胎儿的生长发育，同时还需要大量的钙、磷、碘、锌等微量元素促进骨骼和大脑发育；孕晚期（孕28周-分娩）：蛋白质仍是首要补充的营养，其次是钙、磷和维生素D，为胎儿牙齿和骨骼生长所必须。由经过培训的专业营养师对孕妇进行膳食营养指导直至分娩，收集产后40-45d的母乳乳汁进行成分分析，采用乳汁分析仪测定乳汁宏量营养素水平。观察分析两组孕妇孕期营养状况及分娩之后的母乳成分。组间比较采用独立样本t检验进行统计学分析，以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。分析孕妇孕期膳食营养指导与乳汁成分之间的关系。

结果：实验组乳汁平均能量为 $(62.35\pm 10.17)$  kcal. 100g<sup>-1</sup>，蛋白质含量为 $(0.93\pm 0.15)$  g. 100<sup>-1</sup>，脂类含量为 $(3.32\pm 1.14)$  g. 100<sup>-1</sup>，乳糖含量为 $(6.15\pm 0.65)$  g. 100<sup>-1</sup>，对照组乳汁平均能量为 $(59.46\pm 8.35)$  kcal. 100g<sup>-1</sup>，蛋白质含量为 $(0.78\pm 0.25)$  g. 100<sup>-1</sup>，脂类含量为 $(4.52\pm 2.03)$  g. 100<sup>-1</sup>，乳糖含量为 $(5.65\pm 0.82)$  g. 100<sup>-1</sup>。结果显示实验组乳汁成分均衡，各成分比例均处于正常参考范围内，提示乳汁质量较好，且平均能量显著高于对照组（ $P<0.05$ ）。对照组蛋白质含量低于对照组，脂类含量高于对照组，乳糖含量高于对照组，差异均具有统计学意义（ $P<0.05$ ）。

结论：孕期膳食营养指导能够及时调整孕期营养摄入，达到孕期营养均衡，可以使孕妇在分娩后的乳汁营养成分更好，利于婴儿生长发育。

**关键字** 孕期营养；膳食指导；乳汁成分

分类：食物与营养

## 复配营养强化剂中铁含量的测定研究

任艳艳\*、李峥、贾静、季虹光、张凤改  
郑州瑞普生物工程有限公司

本文研究的是样品采用的是盐酸溶解法进行前处理，利用火焰原子吸收光谱法测定复配营养强化剂中铁的含量。结论：该方法检测效率高、准确，灵敏，可用于测定复配营养强化剂中铁的含量。

关键词：复配营养强化剂；原子吸收；前处理；铁。

### 前言

随着社会经济水平的提高，人们越来越注重自身健康问题，但由于缺乏正确的营养知识和认知，导致许多营养相关疾病的患病率不断攀升。据 2004 年 10 月 12 日卫生部发布的“中国居民营养与健康状况调查”显示，铁、维生素 A 等微量营养素缺乏是我国城乡居民普遍存在的问题。我国居民贫血患病率平均为 15.2%；2 岁以内婴幼儿、60 岁以上老人、育龄妇女贫血患病率分别为 24.2%、21.5% 和 20.6%，微量元素对维护人体的健康很重要，如果摄取不当就会导致各种疾病的生成，严重时还会危及生命，例如微量元素铁具有造血功能，严重缺乏就有可能患有各种贫血症。目前，全世界大约有 20%~50% 的人有不同程度的铁缺乏，尤其以发展中国家多见，发生率大约是发达国家的 4 倍。由此可见缺铁性贫血已成为仅次于结核病的全球患病率最高、耗资最大的公共卫生问题[1]。

### 1 实验部分

#### 1.1 实验原理

试样消解后，经原子吸收火焰原子化，在 248.3nm 处测定吸光度值。在一定浓度范围内铁的吸光度值与铁含量成正比，与标准系列比较定量。

#### 1.2 实验仪器

原子吸收分光光度计；通风橱；电炉；分析用钢瓶乙炔气和空气压缩机；250ml 三角瓶；天平；感量为 0.1 mg

#### 1.3 实验所需材料与试剂

洗瓶；移液枪；枪头；盐酸 1:1（优级纯）；铁标准溶液 100 $\mu$ g/mL（铁元素标准使用液须有标准物质证书）。

#### 1.4 试剂的配制

盐酸（1+1）：50ml 盐酸溶于 50ml 水中。

铁标准系列溶液：分别准确吸取铁标准中间液（100mg/L）0mL、0.500mL、1.00mL、2.00mL、3.00mL、4.00mL 于 100mL 容量瓶中，加硝酸溶液（5+95）定容至刻度，混匀。此铁标准系列溶液中铁的质量浓度分别为 0mg/L、0.500mg/L、1.00mg/L、2.00mg/L、3.00mg/L、4.00mg/L。

#### 1.5 实验步骤

##### 1.5.1 样品前处理

称取混匀的试样约 0.2-0.25g 左右，置于 25ml 比色管中，后加入 2.5ml 盐酸（1+1）放置于水浴锅中加热溶解。等溶解完全后，拿下，放冷，定容，混匀，待稀释。根据铁元素标准曲线范围，对样品溶液进行稀释。该样品稀释液为上机待测液。

##### 1.6 开机测试

以浓度为横坐标，对应的吸光度为纵坐标，得出溶液的标准曲线，如下图所示。再对样品稀释液中的铁元素进行测定，测得样液浓度。

##### 1.6.3 结果与计算

铁元素含量按下式计算

式中

X——试样中铁元素的含量  $\mu\text{g}/\text{g}$   
C——测定液中铁元素的浓度  $\mu\text{g}/\text{mL}$   
——空白试样中铁元素的含量  $\mu\text{g}/\text{mL}$   
V ——样液定容体积  $\text{mL}$   
f——样液稀释倍数  
m——试样的质量  $\text{g}$

## 2 结论

计算结果如下图所示：

我们选取了一种复配营养强化剂取了 6 个样品用样品前处理盐酸溶解法进行铁元素的检测：

通过使用原子吸收光谱仪测定某一复配营养强化剂铁的含量，从计算结果可以看出，该样品铁的含量符合配方要求。说明该样品铁含量的测定可以使用盐酸溶解样品前处理。

**关键字** 复配营养强化剂；原子吸收；前处理；铁。

## 上海 122 种市售现制奶茶营养特征

史泽环、孙卓、汪正园、宋琪、曲梦影、臧嘉捷\*  
上海市疾病预防控制中心

[背景] 随着世界范围内饮料的生产和消费不断增长，我国饮料的生产和消费量也逐年上升，市售现制奶茶行业处于快速发展期，其营养素含量研究甚少，制约了奶茶营养指导工作的开展。现制奶茶作为新型含糖饮料的代表，在制作过程中往往添加一定量添加糖。含糖饮料的过量摄入可能引起一些不良健康效应，如体重增加、肥胖、2 型糖尿病、龋齿、代谢综合征等。

[目的] 测定上海市部分市售现制奶茶的营养素含量，分析奶茶的营养特点。旨在为开展膳食调查及市售现制奶茶风险评估提供基础数据，为制定奶茶相关政策和营养指导提供科学依据。

[方法] 2018 年和 2021 年，在“美团”和“饿了么”订餐平台上搜索“奶茶”，共选取在上海市有≥3 家分店的现制奶茶品牌共 13 个，采集其销量排名靠前的 3 类现制奶茶（奶茶（包含其销售的所有甜度等级）、奶盖茶、水果茶），共采集 122 种。样本交给具备 CMA 和 CNAS 资质的公司采用国标方法检测能量、蛋白质、脂肪、碳水化合物、糖（包括蔗糖、葡萄糖、果糖、乳糖、麦芽糖）。对样品采集和实验室检测过程均进行质控。

[结果] 市售现制奶茶能量中位数奶盖茶>奶茶>水果茶，分别是 322 KJ·100g<sup>-1</sup>、315 KJ·100g<sup>-1</sup> 和 183 KJ·100g<sup>-1</sup>。能量的主要来源于碳水化合物和脂肪。奶盖茶、奶茶的能量、蛋白质、脂肪含量显著高于水果茶，三者的碳水化合物含量差异无统计学意义。从糖含量角度分析，奶茶的总糖及果糖、葡萄糖含量显著低于奶盖茶和果茶；水果茶的乳糖含量显著低于奶茶和奶盖茶。奶盖茶的反式脂肪酸含量中位数高于奶茶（ $p < 0.05$ ）。三类现制奶茶咖啡因含量在 0-32.7mg·100g<sup>-1</sup> 之间，中位数为 12.5mg·100g<sup>-1</sup>；茶多酚含量在 5.4-270.0mg·100g<sup>-1</sup> 之间，中位数是 57.6mg·100g<sup>-1</sup>。咖啡因和茶多酚的含量中位数均表现为奶茶>奶盖茶。奶茶能量、碳水化合物、蔗糖、总糖、钙含量与加料数量（0~3 种）呈正相关；能量、碳水化合物、总糖的含量随着甜度升高均呈显著上升趋势（ $p < 0.05$ ），且总糖主要是蔗糖，其次为果糖和葡萄糖。声称“不额外加糖”的样品糖含量中位数是 3.40g·100g<sup>-1</sup>，其中 93.3%总糖含量大于 0.5g·100g<sup>-1</sup>；声称“三分糖”的样品糖含量中位数是 4.97g·100g<sup>-1</sup>，其中 47.4%总糖含量大于 5g·100g<sup>-1</sup>；声称“五分糖”的样品糖含量中位数是 5.80g·100g<sup>-1</sup>；声称“七分糖”的样品糖含量中位数是 6.59g·100g<sup>-1</sup>；声称“全糖”的样品糖含量中位数是 7.96g·100g<sup>-1</sup>，94.0%总糖含量大于 5g·100g<sup>-1</sup>，大于 10g·100g<sup>-1</sup> 的比例是 18.0%。

[结论] 市售现制奶茶营养素不均衡，具有能量高、添加糖含量高、脂肪含量高、蛋白质含量低的特点，需要规范糖添加量和甜度标注，制定奶茶不同甜度等级下糖添加量范围，同时加强奶茶营养特征宣传教育，引导居民适当限制其摄入量。

**关键字** 现制奶茶；能量；糖；蔗糖；蛋白质；脂肪

分类：食物与营养

# 调制乳粉贮存过程中维生素的衰减研究

张辉艳\*、韩百彦、张鑫、胡志荟、吴双真  
郑州瑞普生物工程有限公司

**摘要:**目的 对调制乳粉中的维生素衰减进行研究，分析加速试验周期内维生素的衰减情况。  
**结果** 经过 90d 的加速后，各个营养素均有不同程度的衰减，维生素 A 衰减率最高；维生素 D、维生素 B1、维生素 B2、烟酸衰减率较小。

**关键词:** 调制乳粉；维生素；衰减

随着国家层面发布的“健康中国 2030”战略及目前所处的后疫情时期，人们越来越注重自身的健康，调制乳粉近年来的种类及销量都有较明显的增长。一般市面上的调制乳粉保质期为 12 或 18 个月，由于产品保质期较长，受新品上市时间限制，研发人员不可能对产品各个指标进行长达 12 或 18 个月的实际周期测定，常常采用短时间的加速试验，根据加速试验的检测数据推断产品保质期，产品上市后，通过货架期跟踪进一步验证[2]。本文章以市面上 2 种调制乳粉为研究对象，通过加速试验分析调制乳粉在贮存过程中维生素的衰减情况。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

嘉仕吉优学生成长羊奶粉

高钙富硒羊奶粉

恒温恒湿培养箱

### 1.2 贮存方法

将样品放入恒温恒湿箱（温度：37℃±2℃，湿度：RH75±5%）内，样品分别贮存 0d, 30d, 60d 和 90d 进行检测。

## 2 结果与分析

按照加速时间定期进行检测，汇总衰减情况，具体见表 1 及表 2。

表 1 嘉仕吉优学生成长羊奶粉 维生素衰减率（%）

项目

加速 30d

加速 60d

加速 90d

检测方法

精密度/%

维生素 A

-1.47

0.74

21.27

GB 5009.82

10

维生素 D

1.27

12.1

GB 5009.82

15

维生素 E

1.78

1.96

3.15

GB 5009.82

10

维生素 B6

-1.39

1.39

-2.08

GB 5009.154

15

维生素 C

22.53

14.81

46.14

GB 5009.86

10

表 2 高钙富硒羊奶粉 维生素衰减率 (%)

项目

加速 30d

加速 60d

加速 90d

检测方法

精密度/%

维生素 A

4.61

11.28

29.27

GB 5009.82

10

维生素 D

7.09

14.18

28.79

GB 5009.82

15

## 维生素 E

3.61

11.34

18.56

GB 5009.82

10

## 维生素 B6

5.65

16.13

25

GB 5009.154

15

## 维生素 C

18.25

28.71

42.01

GB 5009.86

10

从以上结果可以看出，经过 90d 的加速后上述两种调制乳粉中各个维生素均有不同程度的衰减，整体随着贮存时间的延长，维生素衰减率呈上升的趋势。其中维生素 C 衰减率最高，维生素 A、维生素 D 衰减率高于其对应的检测精密度，衰减较明显。两个产品中维生素 E 和维生素 B6 的衰减率偏差较大，在后续的稳定性的研究过程中将持续关注维生素 E 和维生素 B6 的衰减及检测偏差。

### 3. 结论

经过 90d 的加速后，各个营养素均有不同程度的衰减，维生素 C 衰减率最高，维生素 A、维生素 D 衰减较明显，维生素 E、维生素 B6 衰减较小。

产品在贮存过程中会受到温度、水分、光照等各种因素的影响，另外产品的包装形式及配料组分也会对营养素的衰减有一定的影响。因此，在研发新产品之初，不仅要考虑营养素的指标、化合物来源、生产工艺损耗，同时也要考虑营养素在货架期内的衰减情况，为调制乳粉储存提供数据支撑。

**关键字** 调制乳粉；维生素；衰减

分类：食物与营养

## 碳酸钙对营养包产生哈喇味的应用研究

李培杰\*、陈礼宝、赵锦慧、谷帅、胡赛峰  
郑州瑞普生物工程有限公司

为研究碳酸钙中杂质离子对营养包气味和稳定性的影响，选取不同含量杂质离子的碳酸钙以及本司高纯碳酸钙与其他原料混合进行营养包的90天加速氧化试验。试验结果显示，高含量杂质离子的碳酸钙会加快营养包产生哈喇味，而本司高纯碳酸钙杂质离子含量低，能够很好的解决营养包哈喇味产生，延长营养包的货架期。

关键字 金属离子，哈喇味，高纯碳酸钙

营养包的主要成分是豆粉和乳粉，且豆粉和乳粉的蛋白质和脂肪含量较高，在贮藏过程中容易氧化变质，产生哈喇味[1]。而金属离子是脂肪氧化良好的催化剂，与营养包的氧化哈败息息相关[2]。通过检测大量的碳酸钙样品，发现碳酸钙原料中常见的金属离子有铁、铜、锰、铬等，其中铁、铜、锰的含量较高，甚至有些碳酸钙中铁含量高达96mg/kg，锰含量高达80mg/kg，而这些高含量的变价金属离子，可以加速脂肪的氧化酸败，使营养包更快产生哈喇味。本试验进行营养包的90天加速氧化试验，分析不同含量的杂质离子对营养包哈喇味产生的时间和程度，提出了一种解决营养包产生哈喇味的方法。

### 1 试验目的

探究碳酸钙中杂质离子对营养包气味和稳定性的影响。

### 2 试验方法

1. 检测大量的碳酸钙样品中的金属离子铁、铜、锰的含量。2. 营养包模拟配方：碳酸钙 34.4g，营养素预混料 25.6g，豆粉 1140g；碳酸钙选取 8 组不同杂质离子含量的碳酸钙成品，分别标号 1, 2, 3, 4, 5, 6, 高纯碳酸钙标号 7, 8。3. 根据配方将碳酸钙，营养素预混料和豆粉进行干混，进行 8 组的加速氧化试验。将营养包置于 37℃、75%RH 的恒温恒湿箱中加速 90 d。加速期间利用人体感官评价样品气味的变化情况，并记录哈喇味出现的时间和程度。

### 3 试验结果与分析

表 1 碳酸钙原料铁、铜、锰的含量及营养包出现哈喇味的情况

序号

铁(mg/kg)

铜(mg/kg)

锰(mg/kg)

哈喇味程度

出现哈喇味时间/d

1

65.60

1.30

85.20

轻度

21

2

96.90

1.30

21.40

轻度

21

3

75.80

0.33

39.30

轻度

28

4

55.65

0.71

35.25

轻度

35

5

26.90

0.40

79.20

轻度

35

6

28.39

2.57

24.95

轻度

63

7

16.90

3.60

7.20

无

90

8

19.50

未检出

6.40

无

90

通过表 1 数据可知，金属离子铁、锰的含量普遍偏高，而且通过营养包的加速试验可知，金属离子的含量越高营养包产生哈喇味的时间越快，高纯碳酸钙在加速的 90 天内并没有出现哈喇味，低杂质离子的高纯碳酸钙能够大幅延长营养包的货架期。

#### 4 试验结论

通过进行营养包的加速氧化试验，得出碳酸钙杂质离子含量对营养包产生哈喇味影响很大，而多数的碳酸钙产品杂质离子又普遍偏高。高纯碳酸钙低杂质离子的优点，在营养包中使用可以明显改善营养包哈喇味的问题，大幅延长营养包的货架期。

**关键字** 金属离子，哈喇味，高纯碳酸钙

分类：食物与营养

## 麦角硫因对食品用益生菌防护作用的研究

杜冉冉、魏玉洁、刘金钊、张明辉、陆震\*  
华熙生物科技股份有限公司

**摘要：**目的：益生菌是指能够有明确健康作用，改善维持微生态平衡和发挥益生功效的活性微生物，在食品药品保健品等领域应用众多。益生菌菌种保存方法多样，其中甘油冷冻管保存法具有适用范围广、操作简便等优点，但是应用过程中发现菌种在低温保存一段时间后，存在活力减弱现象。为了提高菌种复苏生长活力，需要不断开发新的菌种保护剂。麦角硫因(ergothioneine, EGT)具有清除自由基、抗炎、维持DNA的生物合成、细胞正常生长以及细胞免疫等多种生理功能，广泛应用于化妆品和医药食品保健品等领域，但尚未有报道EGT作为菌种保护剂的应用。本文就EGT对食品用益生菌保存防护作用进行研究。方法：采用甘油冷冻管法，以植物乳杆菌、干酪乳杆菌、动物双歧杆菌为研究对象，探究20%甘油和EGT(0.1%, 0.5%, 1%, 2%)分别作为单一保护剂，20%甘油与EGT(0.1%, 0.5%, 1%, 2%)复配作为复合保护剂对益生菌保存后菌种活力的影响。菌种于-20℃条件下存放6个月后进行活化，比较不同保存配方下各个菌种的活力差异情况，对比液体培养后菌体细胞浓度，菌液pH变化，以及平板计数法测定三种益生菌存活率变化，来研究EGT对益生菌保存的防护作用。存活率计算公式如下：

存活率(%) = 保存后益生菌活菌数 / 保存前益生菌活菌数 \* 100%

**结果：**对于单一保护剂来说，20%甘油作为对照组，干酪乳杆菌、植物乳杆菌、动物双歧杆菌分别在1%ETG, 0.5%ETG, 0.1%ETG浓度下活化后活力最高，液体培养18h OD600较对照组分别提高了47.5%, 22.7%, 400%；pH变化率提高了33.7%, 25.0%, 4.9%；存活率提高了7.5%, 3.1%, 7.8%。对于复合保护剂来说，20%甘油作为对照组，干酪乳杆菌、植物乳杆菌、动物双歧杆菌分别在20%甘油复配1%ETG, 0.5%ETG, 0.1%ETG浓度下活化后活力最高，液体培养18h OD600较对照组分别提高了486.0%, 541.0%, 465.0%；pH变化率提高了104.0%, 85.0%, 4.9%；存活率提高了76.5%, 75.8%, 90.2%。由数据可知无论是单独EGT还是与甘油两者复配后作为保护剂均对菌种保存都有显著效果，菌种活力好产酸能力强，存活率高，对于长时间保存益生菌菌株具有良好的效果。这些结果证明了EGT在菌种保存领域中具有广泛的应用前景。综上所述，麦角硫因作为菌种保存保护剂可以提高益生菌菌种的存活率和代谢活性，从而可以高效获得大量高活性菌体细胞，最终有利于改善益生菌产品品质。另一方面对于延长食品配方中益生菌存活周期提高产品货架期具有潜在可能，未来需要进一步加强应用研究，以促进麦角硫因在益生菌发酵制剂领域的发展和推广。

**关键字** 麦角硫因；益生菌；菌种保存；菌种活力；益生菌发酵

分类：食物与营养

## 森态长白山药食两用物产的资源优势与研发价值

孙新<sup>\*1</sup>、夏远庆<sup>2</sup>

1. 吉林省人民医院

2. 吉林省粮油食品进出口（集团）有限公司

[目的]探讨长白山因由长期的自然蕴化和保护，其“森态”环境已成为生态理念的创新、延伸和升级版，对长白山药食两用物产特产的生物效价、资源品质和时空存续具有积极而优异的影响。[方法]通过认识“森态”、长白山和药食两用的概念和交集，分析“森态”长白山优异的药食两用特产食材做为资源物产的重要载体，其涵养能力、营养品质和安全质量的区域优势和物源优势。[结果]森态长白山药食两用物产作为资源稀缺的品质特产，其营养构成、安全系数以及功效优势，亟需社会面充分认知、科学研发和规范应用，需要不同学科的跨界合作、团队协作和系统标准。[结论]充分认识长白山特色物产的资源品质，建立药食两用物产科学研发和规范应用的运行体系，将推动和带动资源赋能与生态反哺的良性对接，形成生态效益、社会效益和经济效益的良性循环。森态长白山是动态变化与相对稳定的有机整体，需要通过规范管理平衡资源和效益的需求关系。药食物产的研发应用是半径宽广的系统工程，需要政策设计、生态评价、认证标准以及技术研发、市场规划、产能控制等广泛对接，需要开放性、兼容性、成长性的运行规范、标准和专业协作团队，以提高资源认知、品质认知、价值认知。森态药食物产既是健康生活高标选品的优质标的，也是产业转化升级的效率载体，为区域特色经济增值提供支撑。在规范药食物产研发应用的过程中，需同时规范人与自然的协作流程、量效约束和长期共赢，升级特产深加工模式和标准，区分药食物产应用的特殊与常规，理顺产学研对接秩序，形成持续改进和可持续发展，为生态开发与保护提供建设依据、方向引导和行动坐标。森态长白山药食物产兼具绿色、有机双品认证标准的体系优势和国家地理标志识别价值。森态长白山药食物产的规范研发与应用，是对环森林资源的高标赋能和价值提升，对于优化区域长期、远期的生态效益、社会效益、经济效益意义显著。作为陆地生态系统可再生的食药物源和特产资源，推进森态长白山药食物产生态资源、物产品质、产业结构等方面的体系建设、责权划分和标准制定，有助于形成人文、环境、时空的持续改进和良性循环，为人类社会整体环境的健康发展筑基建模。森态长白山药食两用物产的深度研发与应用，需区分功效性和普适性，在提升加工科技和品牌打造能力的同时，落实种源适应、地力益复、环境反哺等生态持续。相关标准和运行流程的规范，有助于创新、迭代和国际化中国食品认证体系，建立物产准入、生态、生产、流通、服务等流程标准的全产品线科学管理和无缝对接，以稀有药食物产和高端土特产品的资源品质重新诠释森态长白山的价值和未来。

**关键字** 森态 长白山 药食两用 研发 应用

分类：食物与营养

## 膳食模式对社区管理 2 型糖尿病患者血糖控制影响的研究

雷丽云<sup>1</sup>、秦莉<sup>1,2</sup>、王占国<sup>1</sup>、王君<sup>1</sup>、赵群<sup>1,3</sup>、姬超琴<sup>1,3</sup>、陈波<sup>1</sup>、张庆军<sup>4</sup>、周芳<sup>4</sup>、武鸣<sup>5</sup>、王文娟\*<sup>1</sup>

1. 中国疾病预防控制中心

2. 北京市疾病预防控制中心结核病预防控制所

3. 北京市通州区疾病预防控制中心

4. 湖北省疾病预防控制中心

5. 江苏省疾病预防控制中心

**【摘要】** **目的** 了解膳食对社区卫生服务中心糖尿病慢病管理（以下简称社区管理）2 型糖尿病（T2DM）患者血糖控制的影响，为实施针对糖尿病患者血糖控制的策略和措施提供依据。**方法** 本研究基于“中国糖尿病足预防模式项目”基线数据，选取社区管理的 1825 名 T2DM 患者。采用食物频率法收集研究对象过去 12 个月的食物摄入情况，并进行身体测量和血糖检测。利用主成分分析提取膳食模式，并按因子得分四分位间距由低到高划分为 T1-T4 组；以空腹血糖（FBG）控制是否达标为因变量，进行非条件多因素 logistic 回归分析影响因素。**结果** 本研究中 FBG 控制率为 57.59%，女性 FBG 达标率略高于男性（59.73%>54.39%， $P<0.05$ ）。研究通过因子分析获得社区管理 T2DM 患者主要的 5 种膳食模式：动物性食物模式、水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式、蛋-奶-豆模式和油盐模式。动物性食物模式 T3、T4 组动物内脏、油炸食物、腌制肉食和畜禽肉的日均摄入量均超过中国居民膳食指南推荐摄入量（RNI），其中畜禽肉 RNI 超标率达 31.7%、44.8%；水果-水产-薯类模式随因子得分等级增加，水果、水产品 and 薯类日均摄入量增加，但整体摄入水平和 RNI 摄入达标率较低（T4 组水果和薯类日均摄入量分别为 100.0g、21.4g）；蔬菜-谷物模式因子得分等级越高，蔬菜和谷类日均摄入量与 RNI 摄入超标率越高（T4 组蔬菜和谷类 RNI 摄入超标率分别为 84.7%、71.3%）；蛋-奶-豆模式各成分整体摄入水平较低，仅 T4 组蛋类和豆制品日均摄入量达到 RNI，RNI 摄入达标率分别为 73.74%、11.82%。动物性食物模式 T1、T2 组 FBG 达标率高于 T3、T4 组（63.16%、60.22%>52.54%、54.41%， $P<0.05$ ）；水果-水产-薯类模式 T4 组 FBG 达标率最高，为 61.93%（ $P<0.05$ ）；蔬菜-谷物模式因子得分等级越高，FBG 达标率越高（T1、T4 组分别为 52.99%、60.18%， $P>0.05$ ）；蛋-奶-豆模式因子得分等级越高 FBG 达标率越高（T1、T4 组分别为 49.45%、63.16%， $P_{\text{for trend}}<0.05$ ）；油盐模式 T3 组 FBG 达标率最高，为 61.18%（ $P<0.05$ ）。非条件多因素 logistic 回归分析结果显示，调整 BMI、身体活动、药物治疗、糖尿病病程、糖尿病家族史和糖尿病并发症等强影响因素后，动物性食物模式与社区管理 T2DM 患者 FBG 达标率呈负相关（与 T1 组相比，T4 组的  $OR=0.733$ ， $95\%CI: 0.540\sim 0.994$ ）；蛋-奶-豆模式与社区管理 T2DM 患者 FBG 达标率显著正相关（与 T1 组相比，T4 组的  $OR=1.987$ ， $95\%CI: 1.467\sim 2.689$ ）。未发现水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式和油盐模式与社区管理 T2DM 患者 FBG 达标率的相关性。**结论** 社区管理 T2DM 患者各类食物摄入情况整体呈现一种不均衡的摄入状态，如动物性食物和蔬菜 RNI 摄入超标率高，而水果、薯类、奶类和豆类摄入量多未达到 RNI。摄入足量蛋奶豆等优质蛋白质，减少摄入红肉和加工肉类对社区管理 T2DM 患者 FBG 控制有重要作用。

**关键字** 糖尿病；空腹血糖；膳食模式；因子分析

分类：食物与营养

## 间歇进食策略影响餐后糖脂应答的交叉试验研究

邵媛媛<sup>2</sup>、韦晓慧<sup>1</sup>、李远超<sup>1</sup>、何更生<sup>1</sup>、刘雨薇<sup>\*</sup>

1. 复旦大学

2. 复旦大学

题目：间歇进食策略影响餐后糖脂应答的交叉试验研究

目的：研究不同间歇进食策略对健康成年人餐后糖脂应答的影响，为预防糖脂代谢紊乱提供饮食行为指导，为我国慢性代谢性疾病防治策略的制定提示新科学方向。

方法：采用交叉设计随机对照试验，对上海健康成年人依次进行两个禁食日的干预，分别是晚餐禁食日（进餐时间：7:30、13:00），早餐禁食日（进餐时间：13:00、20:00），两个禁食日之间的洗脱期为一周。在试验开始前，问卷调查人口学基本信息以及近一年食物消费频率信息（FFQ），进行血液糖脂相关生化检查，确定入组对象；从试验开始前2天佩戴动态葡萄糖监测系统（CGM）监测整个试验期间（12天）的连续血糖变化；干预日前后三天研究对象采用标准化饮食，每日能量供给量分别为女性1600 kcal、男性2000 kcal，三餐供能比为1:1:1，食物GI无差异。晚餐禁食日抽取第二天早餐餐前空腹及餐后2小时后静脉血；早餐禁食日抽取当日午餐餐前空腹及餐后2小时静脉血，检测餐前餐后血浆葡萄糖、胰岛素、甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇等生化指标；绘制餐后血糖变化曲线，计算曲线下面积（AUC）。所得数据采用R软件进行统计分析。

结果：试验共纳入37名健康成年人，男性14人，女性23人，年龄为 $23.5 \pm 1.76$ 岁，BMI为 $20.9 \pm 2.3$ ，无糖脂相关慢性代谢性疾病或睡眠障碍。餐后血糖应答：（1）与正常进餐比较，研究对象早餐禁食显著升高午餐后150分钟血糖AUC（ $P < 0.001$ ），而晚餐禁食后早餐AUC与未禁食早餐后AUC相比未见明显差别。（2）研究对象晚餐禁食后早餐空腹血糖显著低于早餐禁食后午餐空腹血糖（ $P < 0.01$ ）；各组餐后150分钟血糖AUC比较，早餐后AUC显著低于午餐后AUC（ $P < 0.001$ ）。（3）与早餐禁食后午餐后2小时血浆胰岛素水平相比，研究对象在晚餐禁食后早餐后2小时的胰岛素水平更高（ $P < 0.001$ ）。餐后血脂应答：与晚餐禁食早餐前后血浆甘油三酯变化比较，早餐禁食显著改变了午餐前后甘油三酯的升高幅度（ $P < 0.05$ ），而各组总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇水平没有显著差别。

结论：与早餐禁食策略比较，晚餐禁食显著升高了健康成年人早餐后胰岛素水平，呈现较低餐后血糖反应，可更好维持餐后糖脂代谢的稳态。

关键词：间歇进食；餐后血糖；连续葡萄糖监测；交叉试验

作者：邵媛媛，韦晓慧，李远超，何更生，刘雨薇\*

单位：复旦大学

邮箱：21211020112@m.fudan.edu.cn（第一作者）；ywliu@fudan.edu.cn（\*通讯作者）

该研究受到上海浦江人才计划21PJD005的资助。

**关键字** 间歇进食；餐后血糖；连续葡萄糖监测；交叉试验

分类：食物与营养

## 药食两用物质罗汉果活性成分及其功效研究进展

高宇思<sup>2</sup>、孙桂菊\*<sup>1</sup>

1. 东南大学公共卫生学院 环境医学工程教育部重点实验室 营养与食品卫生学系
2. 东南大学公共卫生学院 环境医学工程教育部重点实验室 营养与食品卫生学系

**目的：**2021年国家卫生健康委发布关于印发《按照传统既是食品又是中药材的物质目录管理规定》的通知，药食两用物质逐渐进入人们的视野。药食两用物质罗汉果不仅具有丰富的药理活性，其食用价值也不可忽视，目前市面上以罗汉果为原料的食物也逐渐增多。同时，罗汉果苷也是天然甜味剂，可以作为食品添加剂使用。罗汉果干果作为中药材使用的功效已经为大众所熟知，但是罗汉果鲜果作为食物的功效研究还较少，且缺乏系统总结。本文旨在研究罗汉果鲜果的营养功效的最新进展，并以此展开综述。

**方法：**以罗汉果为关键词，在知网、PubMed、Web of Science等数据库查阅罗汉果成分功效的相关研究，对相关研究进展做一综述。

**结果：**罗汉果鲜果中蛋白质和糖类含量丰富，生物活性成分主要有黄酮类物质、葫芦烷三萜类化合物、多糖类物质等，发挥重要生理功效。邵佩等人通过对罗汉果黄酮的提取和纯化，发现罗汉果黄酮中含有大量的酚羟基基团，这些基团通过清除活性氧和自由基来实现抗氧化能力。郑楚等人的动物实验结果表明罗汉果总黄酮对STZ糖尿病鼠具有明显的降血糖作用，能明显回复STZ引起的胰岛素减少。葫芦烷型四环三萜类化合物对多种肿瘤细胞的抑制作用在多项研究中被证明，同时它也可以通过调节多种细胞行为和信号通路，表现出抗炎活性。此外葫芦烷型四环三萜类化合物还具有抗氧化应激功能。罗汉果三萜类化合物中含量最高的是罗汉果甜苷V，国内外多项动物研究表明罗汉果甜苷V具有血糖调节作用，这可能与其增加餐后胰岛素的分泌，抑制参与淀粉和糖原代谢的 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的机制有关。此外，罗汉果甜苷还具有调节脂肪沉积作用。植物多糖的生物相容性使其具有广泛的应用前景，张海全等人的小鼠实验表明罗汉果多糖能显著促进环磷腺苷免疫抑制小鼠T细胞的增殖，修复小鼠免疫系统。另外，罗汉果多糖的抗氧化活性也在一些动物实验和体外抗氧化研究中得到证实。

**结论：**罗汉果鲜果具有多种活性成分，其中三萜类化合物具有一定的抗肿瘤、抗炎、抗氧化活性、降血糖、脂质调节作用，罗汉果黄酮具有抗氧化和降血糖等的生物活性，罗汉果多糖也具有抗氧化和调节机体免疫力的功效。由此可见，罗汉果作为特色经济产物，其活性成分功效丰富，以罗汉果为原料的产品应用前景广泛。

**关键字** 罗汉果甜苷；三萜类化合物；黄酮；生物活性；功效研究

分类：食物与营养

# 基于人工智能开发设计的适应“四高环境”下一线医务人员的个体化营养食谱研究

胡志勇\*、刘婷钰、贾安厅、李雯静  
滨州医学院

目的 为支持和保障一线医务人员在传染病防控工作与突发性公共卫生事件下的机体健康，本课题研究一线医务人员在高温度、高湿度、高强度和高感染风险的工作环境（以下简称“四高环境”）下的营养流失情况，给出相应营养补充对策与个体化食谱软件。方法 评估一线医务人员的营养风险，制做营养流失模型。利用便利抽样法，对 115 位“四高环境”下工作的医务人员进行营养 KAP 调查。模拟“四高环境”工作生态，应用逐口气式间接测热法，测量 31 名健康受试者能量消耗。根据性别、年龄、防护级别、身高、去脂体重、时间、温度、湿度等相关因素，通过多元线性回归拟合方程形成基于个体化参数的能量消耗模型公式，并使用机器学习技术和营养计算分析形成一个数据驱动的食谱软件。基于调研、实验、搜集过程所得资料，优化个体化营养交互算法。基于各类食谱编制原则与营养的计算方法，参考《高温作业人群膳食指南》、《中国居民膳食营养素参考摄入量》等具有高度参考价值的文献，确定食物提供的能量和主要营养素，建立一个含有 200 种以上的食物配餐数据库将食物交换份法应用于运算上步建立好的个体化营养交互算法模型。结果 营养风险评估显示大部分“四高环境”下一线医务人员饮食不规律，缺少水分补给，营养素补充不足，并处于轻度抑郁与神经衰弱之中。营养 KAP 调查发现，大部分一线医务人员对营养与食品健康领域的认知认可度较为乐观，营养知识较为充足，营养态度积极。不同性别在“四高环境”的能量消耗与防护级别、去脂体重、工作时长、温度均呈显著正相关( $P$  均 $<0.05$ )，与湿度无显著相关性。以能量消耗为应变量，可得多元线性回归方程， $Y=9.86t+4.88a(1-(1.2a/c^2+0.23\times d-5.4-10.8e))+47.082b-0.03f^2+3.44f+35.02$ ， $t$  为时间， $a$  为体重， $b$  为防护级别， $c$  为身高， $d$  表示年龄， $e$  为性别，男性为 1，女性为 0，回归模型具有统计学显著性。结合一线疫情防控工作人员的性别、年龄、工作时长、个体 BMI、个人喜好、南北方饮食差异等因素，设计系列个体化营养食谱，给出多项营养食材供一线防疫人员个体化选择。结论 根据营养风险评估结果，构建了一线医务人员的营养变化模型，模拟分析机体营养流失、营养缺乏以及营养补充过程和剂量，为一线医务人员设计开发了用于“四高环境”环境下的个体化营养食谱，确保医务人员能够实现营养的合理补充。此外，相关研究成果仍然适用于其他在“四高”工作环境相关的行业从业人员。

**关键字** 高温高湿环境；间接测热法；营养食谱

分类：食物与营养

## 便秘者蘑菇摄入水平和肠道菌群多样性与血压的关联

李军岐、解佳雯、马国庆、李运锋、刘鑫\*  
西安交通大学公共卫生学院

目的：便秘是血压升高的危险因素之一，然而针对便秘人群的血压与膳食之间的关系的研究却鲜有报道。蘑菇作为一种广泛食用的食品，富含有多种蛋白质、必需氨基酸、膳食纤维、维生素及矿物质，其中大量的  $\beta$ -葡聚糖、洛伐他汀和 L-麦角硫因等物质对人类的心血管健康有着潜在的有益影响。既往有的实验和观察性研究显示，食用蘑菇对人的收缩压和舒张压有着中性或积极影响，但是研究的数量较少，结果存在一定的异质性且促进心脏代谢健康的机理目前尚不清楚。本研究在功能性便秘患者中，分析干蘑菇和鲜蘑菇的摄入水平与血压之间的关系，探讨肠道菌群多样性指数在蘑菇摄入水平和血压之间关系发挥的作用，为该人群高血压防治提供数据支持。

方法：本研究纳入 249 名 18-70 岁功能性便秘患者（符合罗马 IV 诊断标准）。研究使用膳食频率问卷调查干蘑菇和鲜蘑菇的摄入情况。采用欧姆龙袖带式电子血压计对志愿者进行三次血压测量，取平均值作为其血压值。在进行协变量调整后，使用 Spearman 偏相关分析探究蘑菇的摄入频率和血压之间的关联。收集粪便样本，采用 16S rRNA 测序获得肠道菌群相对丰度数据。使用中介分析探讨肠道菌群  $\alpha$  多样性指数对蘑菇摄入频率与血压关联的中介潜在效应。模型 1 调整了年龄、性别、吸烟和饮酒，模型 2 在模型 1 的基础上加入了体力活动当量、教育程度和婚姻状况，模型 3 在模型 2 的基础上进一步加入了是否服用降压药。

结果：在 249 名志愿者中，有 124 名（49.7%）志愿者几乎不吃干蘑菇、69 名（27.7%）志愿者每周摄入干蘑菇的频率  $<1$  次、25 名（10.0%）志愿者每周摄入 1 次干蘑菇、27 名（10.8%）志愿者每周摄入 2-3 次干蘑菇、4 名（1.6%）志愿者每周摄入干蘑菇  $>3$  次。在三个模型中，干蘑菇的摄入频率与收缩压和舒张压均呈显著负相关（模型 1： $r$ -SBP=-0.213,  $P$ -SBP $<0.001$ ,  $r$ -DBP=-0.156,  $P$ -DBP=0.015；模型 2： $r$ -SBP=-0.207,  $P$ -SBP=0.001,  $r$ -DBP=-0.153,  $P$ -DBP=0.017；模型 3： $r$ -SBP=-0.197,  $P$ -SBP=0.002,  $r$ -DBP=-0.154,  $P$ -DBP=0.016），鲜蘑菇的摄入频率与血压间未发现这种关联（模型 1： $r$ -SBP=0.103,  $P$ -SBP=0.108,  $r$ -DBP=0.113,  $P$ -DBP=0.077；模型 2： $r$ -SBP=-0.015,  $P$ -SBP=0.216,  $r$ -DBP=0.073,  $P$ -DBP=0.124；模型 3： $r$ -SBP=0.089,  $P$ -SBP=0.167,  $r$ -DBP=0.112,  $P$ -DBP=0.081）。通过筛选得到 118 种肠道菌属，对志愿者的肠道菌群  $\alpha$  多样性指数进行干蘑菇和血压的中介分析研究结果显示，志愿者肠道菌属的  $\alpha$  多样性指数（Shannon 指数、Simpson 指数等）没有介导干蘑菇的摄入频率与收缩压和舒张压之间的关联（ $P$ -indirect $>0.05$ ,  $P$ -direct $<0.001$ ,  $P$ -total $<0.001$ ）。

结论：在功能性便秘患者中，干蘑菇的摄入频率与收缩压和舒张压呈显著负相关。

关键词：干蘑菇 血压 肠道菌群多样性 功能性便秘

基金：国家自然科学基金面上项目（82173504, 82011530197）；汤臣倍健营养与健康研究基金（TY0191118）

关键字 干蘑菇 血压 肠道菌群多样性 功能性便秘

分类：食物与营养

## 中药对肥胖患者干预有效性和安全性的系统评价再评价

贾雅甜<sup>1,2</sup>、张月星<sup>1</sup>、李芯茹<sup>1</sup>、范文<sup>2</sup>、张倩\*<sup>2,3</sup>

1. 山西中医药大学护理学院

2. 山西白求恩医院（山西医学科学院）

3. 山西医科大学护理学院

**目的：**目前，肥胖的发病机制尚不完全明确，有中医学者认为其主要的病理机制为痰湿、湿热，多见于慢性低度全身炎症，容易发生胰岛素抵抗，进而导致代谢发生紊乱，肥胖患者通常存在低度、慢性、全身性炎症，同时肥胖的病理路径是：脂毒性-缺氧或慢性低度炎症-胰岛素抵抗-代谢紊乱。本研究对中药干预肥胖患者的有效性和安全性系统评价/Meta分析进行再评价，并分析中药对肥胖的作用机制与现代医学之间的联系，基于中西医结合理论指导防治肥胖，为临床护士应用“家庭护士食疗理论”给肥胖患者提供饮食干预方案提供指导和依据。

**方法：**本研究共检索了中国知网、万方数据库、维普数据库、中国生物医学文献数据库（CBM）、PubMed、Scopus、Web of Science 7个数据库中关于中药干预肥胖患者的文献，检索的时限是建库到2023年3月29日。由两名研究者独立进行文献检索、资料提取，并采用AMSTAR 2量表对所纳入的研究进行方法学质量评价。

**结果：**最终共纳入11篇系统评价，均为基于随机对照试验的系统评价，包括中文文献6篇，英文文献5篇。通过AMSTAR评价显示：3项的方法学质量评为低质量，8项为极低质量。其中仅4项研究声明在研究实施前就已确定系统评价研究方法，11项研究均未使用全面的检索策略，4项研究提供了完整的排除文献的清单及排除理由，11项研究均使用了合适的工具来评估纳入研究的偏倚风险，并使用了合适的统计方法进行合并结果，也充分分析了发表偏移，并讨论了发表偏移对研究结果的可能影响。中医对于肥胖患者的干预具有一定的疗效，对体重、BMI、腰围、血脂都有一定的改善作用，且安全性良好，不良反应较少。

**结论：**中药对肥胖患者的干预具有一定的疗效，能够降低肥胖患者的体重、BMI、腰围，同时可以改善血脂，调节脂质代谢，并且安全性较高，出现的不良反应较少，出现的症状较轻，临床应用比较安全可靠。中药主要是通过抗炎、抗氧化、改善脂质代谢这三个方面来防治肥胖疾病的，这与“家庭护士食疗理论”模型有着相似的结构，护士可制定饮食处方或农产品处方运用非营养素通过抗氧化、抗炎症、调节代谢三条主要通路来辅助治疗肥胖等慢性疾病，该理论模型可用于指导临床上肥胖患者的饮食护理工作。但由于本研究纳入的系统评价方法学质量均较低，结论仍需大样本、高质量的研究进行进一步论证。

**关键字** 中医，肥胖，“家庭护士食疗理论”

分类：食物与营养

## 一例血脂异常患者的营养管理报告

王竞芜\*、卓欣运  
无锡安国中西医结合医院

一例血脂异常患者的营养管理报告

目的：总结血脂异常患者的营养治疗体会

关键词：

一例血脂异常患者的营养管理报告

目的：总结血脂异常患者的营养治疗体会

关键词：血脂异常 植物生化素 膳食治疗

病例资料

患者：男性，58岁，身高178cm，体重75kg，BMI:23.7kg/m<sup>2</sup>，无高血压、糖尿病、冠心病等慢性病；2个月前体检发现血脂异常：总胆固醇（TC）：6.51mmol/L、低密度脂蛋白（LDL-C）：4.36mmol/L、甘油三酯（TG）：3.16 mmol/L、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）：0.83 mmol/L；目前没有采用药物治疗。医院通过对患者进行营养风险筛查（NRS 2002）、体格检查、血液生化检查、人体成分分析等进行综合营养评定及营养诊断，给予膳食指导和膳食治疗。

方法：

- (1) 工具：体脂秤、破壁机、家用电子秤
  - (2) 管理时间：2个月
  - (3) 团队成员组成：健康管理师、营养师
  - (4) 食谱编制：每日能量1900kcal/d、每日蛋白质75g/d
  - (5) 饮食方案：饮食结构、营养均衡搭配、饮食顺序（先吃蔬菜、再吃肉类、最后食用主食类）、个体化植物生化素配方。每周更新食谱。
  - (6) 营养方案：混合益生菌、红曲胶囊（1000mg/日）、复合维生素B族（维生素B1 50mg、维生素B2 50mg等）、 $\alpha$ -亚麻酸等。
  - (7) 每日早晚各喝1次苦荞麦茶（苦荞麦10克）
  - (8) 调血脂植物生化素：一种天然的化合物，属于天然食物的色素，人体无法制造它们，必须从食物中获取；  
早晨配方：干木耳10克（泡发后煮熟）+带皮的柠檬30克（用淘米水浸泡15分钟后切片备用）+“黄金三宝粉”10克（大豆卵磷脂、啤酒酵母、小麦胚芽）+水200ml，利用破壁机打至40℃口服；  
晚上配方：西芹叶10克（切成小段）+洋葱10克（切成小片）+带皮的柠檬20克（用淘米水浸泡15分钟后切片备用）+苦瓜10克（去瓤切成小片）+胡萝卜30克（切成小片）+“黄金三宝粉”10克（大豆卵磷脂、啤酒酵母、小麦胚芽）+水200ml，利用破壁机打至40℃口服；
  - (9) 教育：每周健康饮食科普宣教（一日三餐的搭配、饮食的顺序、植物生化素配方的制作）；
  - (10) 运动：患者每天饭后快走30-60分钟；
- 结果：2个月后复查结果总胆固醇（TC）：5.08mmol/L、低密度脂蛋白（LDL-C）：3.14mmol/L、甘油三酯（TG）：2.2 mmol/L、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）：1.8mmol/L。与两个月之前的检查结果相比，取得了明显的调理结果。

结论：营养治疗是改善慢性病的重要方法之一，血脂异常是指体内脂质代谢紊乱，血液中有用的脂质成分减少，有害的脂质成分增多。通过植物生化素在食疗领域的理论创新与发展应用，并配合饮食方案、营养方案，不但能够消除或减少细胞内的自由基，增加人体氧化耐受性，而且能够调节血脂，降低胆固醇、甘油三酯的含量，提高高密度脂蛋白的含量，抑制动脉粥样硬化的

作用。通过 2 个月的营养管理，患者血脂达标。我科将继续总结探索，为广大临床营养师治疗血脂异常患者提供参考。

**关键字** 血脂异常 植物生化素 膳食治疗

分类：食物与营养

## 莲藕提取物的抗疲劳作用及机制研究

高蔚娜、麻玉莹、边祥雨、杨忍忍、金璐、郭长江\*  
军事科学院军事医学研究院环境医学与作业医学研究所

目的：疲劳是人体体力和脑力维持活动到一定阶段时出现的一种生理现象，表现为机体生理过程不能继续其机能在特定水平和（或）不能维持预定的运动强度。疲劳的发生机制包括能量物质耗竭、氧化应激、内环境稳态失调、生理指标的异常和自由基的大量累积。莲藕是水生植物莲（*Nelumbo nucifera* Gaertn.）的根茎，是我国栽培面积最大的水生蔬菜，也是中国人喜欢的水生蔬菜之一。本课题组前期的研究发现，在中国居民经常食用的36种蔬菜中，莲藕可食部的体外抗氧化作用最强，类黄酮等食物活性成分含量也较为丰富。本研究根据中国人对藕的食用习惯，在前期工作的基础上，以莲藕可食部为原料，采用乙醇浸提结合超声的方法制备莲藕提取物。接着探讨该提取物的抗疲劳作用，并探讨其发挥抗疲劳作用的相关机制，重点研究的机制包括能量代谢机制、氧化应激机制等。

方法：1. 力竭游泳实验。将48只健康雄性Balb/c小鼠随机分为对照组、莲藕提取物低、中、高剂量组。每组12只，对照组灌胃蒸馏水，莲藕提取物低、中、高剂量组分别灌胃500 mg/(kg bw)、1000 mg/(kg bw)与2000 mg/(kg bw)剂量的LRE溶液，1次/天，灌胃24d。第25d，采用力竭游泳实验评价LRE的抗疲劳效果，并确定最佳实验剂量。2. 非负重游泳实验。将60只Balb/c小鼠适应性喂养5d后随机分为正常对照组、游泳对照组和莲藕提取物组3组，每组20只。正常对照组和游泳对照组灌胃蒸馏水，莲藕提取物组LRE组灌胃莲藕提取物，剂量为[2000mg/(kg bw)]，1次/天，灌胃24d。第25d，在90min自由游泳实验结束后取外周血、肝脏与肌肉组织，采用试剂盒检测代谢相关指标：游离脂肪酸、乳酸、尿素氮、糖原、ATP酶、乳酸脱氢酶、糖原合酶、琥珀酸脱氢酶；抗氧化剂谷胱甘肽；抗氧化酶谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶；脂质过氧化产物丙二醛等生化指标。

结果：2000 mg/(kg bw)剂量的莲藕提取物可以显著延长健康雄性Balb/c小鼠的力竭游泳时间，升高游泳后小鼠血糖与游离脂肪酸水平，降低血清乳酸、尿素氮、乳酸脱氢酶水平，升高肌肉与肝脏糖原水平，增强组织中ATP酶、糖原合酶与琥珀酸脱氢酶活性，提高血清和组织中抗氧化酶活性，如谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶活性，还可降低血清和组织脂质过氧化产物丙二醛的水平。

结论：莲藕提取物具有显著的抗疲劳作用；该提取物通过增强血清和组织的抗氧化剂活性、提高抗氧化剂水平、降低脂质过氧化水平，调节糖代谢和脂代谢等机制发挥其抗疲劳作用。

**关键字** 莲藕提取物；抗疲劳；抗氧化；能量代谢

分类：食物与营养

## 盐地碱蓬多糖对高脂诱导 H9C2 细胞炎症、氧化应激及细胞凋亡的影响

秦思思、孔雨微、张玉秀、李桐、侯丽颖、张溪桐、唐咏梅、李爽\*  
华北理工大学

**【摘要】** 目的 中国已成为世界上超重或肥胖人数最多的国家，肥胖患者平均预期寿命减少，心血管疾病患病风险增加。高脂饮食诱导心肌的炎症反应，可使白细胞介素-1 $\beta$  (Interleukin-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$ )、白细胞介素-6 (Interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$  (Tumour necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ) 表达升高。高脂饮食同样可使心肌细胞发生氧化应激反应从而引起细胞凋亡。植物多糖具有抗氧化、抗炎、降血糖等多种生物学活性作用。盐地碱蓬系藜科碱蓬属一年生草本真盐生植物，富含蛋白质、膳食纤维、多糖、色素、黄酮类化合物等，具有较高的食用价值和药用价值。盐地碱蓬多糖具有体外抗氧化活性，对自由基有清除作用。本研究建立高脂暴露 H9C2 细胞模型，检测细胞炎症、氧化应激及细胞凋亡情况，明确高脂饮食对心肌的影响，初步阐明盐地碱蓬多糖对高脂诱导心肌细胞损伤的保护作用及其可能机制，为盐地碱蓬多糖应用于高脂饮食引起的心血管疾病防治提供科学依据。方法 体外培养心肌细胞 H9C2，分为对照组、棕榈酸 (100 $\mu$ M)+油酸 (200 $\mu$ M) 组 (高脂组)、棕榈酸 (100 $\mu$ M)+油酸 (200 $\mu$ M)+盐地碱蓬多糖 (50  $\mu$ g/ml、100  $\mu$ g/ml 及 200  $\mu$ g/ml) 组 (高、中、低浓度多糖干预组)。利用 CCK8 方法检测细胞增殖水平，利用试剂盒检测细胞中 MDA 及 SOD 含量，应用流式细胞术检测细胞凋亡水平及 ROS 含量，应用 ELISA 试剂盒检测细胞上清中炎症因子 IL-1 $\beta$ 、IL-6、TNF- $\alpha$  水平。结果 利用 CCK8 方法分别检测不同浓度棕榈酸、油酸与盐地碱蓬多糖对 H9C2 细胞增殖水平，结果显示棕榈酸染毒浓度低于 400 $\mu$ M、油酸染毒浓度低于 600 $\mu$ M、盐地碱蓬多糖干预浓度低于 800  $\mu$ g/ml 对 H9C2 细胞增殖无显著性影响 ( $P>0.05$ )。通过对细胞 MDA、SOD 及 ROS 水平进行检测结果显示，与对照组比较，高脂组 H9C2 细胞 MDA、ROS 含量升高，SOD 活性降低 ( $P<0.05$ )；与高脂组比较，不同浓度多糖干预组细胞 MDA、ROS 含量均降低 ( $P<0.05$ )，SOD 活性均升高 ( $P<0.05$ )；与低浓度多糖干预组比较，中、高浓度干预组细胞 MDA、ROS 含量降低，SOD 活性升高 ( $P<0.05$ )。通过对细胞上清中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  和 IL-6 水平进行检测结果显示，与对照组比较，高脂组 H9C2 细胞上清中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  和 IL-6 水平升高 ( $P<0.05$ )；与高脂组比较，不同浓度多糖干预组细胞上清中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  和 IL-6 水平均降低 ( $P<0.05$ )；与低浓度多糖干预组比较，中、高浓度干预组细胞上清中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  和 IL-6 水平均降低 ( $P<0.05$ )；与中浓度多糖干预组比较，高浓度多糖干预组细胞上清中 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$  水平降低 ( $P<0.05$ )。应用流式细胞术检测细胞凋亡水平结果显示，与对照组比较，高脂组 H9C2 细胞凋亡率升高 ( $P<0.05$ )；与高脂组比较，不同浓度多糖干预组细胞凋亡率均降低 ( $P<0.05$ )；与低浓度多糖干预组比较，中、高浓度干预组细胞凋亡率均降低 ( $P<0.05$ )。结论：盐地碱蓬多糖能够降低 H9C2 细胞炎症、抑制氧化应激及细胞凋亡，减轻高脂诱导的 H9C2 细胞损伤，提示盐地碱蓬多糖在治疗心肌疾病方面具有显著的潜力。

**关键字** 盐地碱蓬多糖；高脂；H9C2 细胞；炎症因子；氧化应激；细胞凋亡

分类：食物与营养

## 贝壳类水产品中的微生物成分对于食物营养素的影响和效果

诸凯文\*

上海东华水处理有限公司

**目的：**本研究选取海蛎这种特殊贝壳类水产品（因其海域分布、存活时间而有普遍的代表意义），对于海蛎在常温环境和蒸煮环境中的微生物种类含量与食物营养成分建立对比参照研究，研究海蛎中的微生物种类含量改变如何影响食物营养成分，进一步对于海蛎在海洋环境中的营养影响的作用、性质和前景进行认识。

**方法：**首先，运用 16S rRNA 蛋白质基因测序法检测出水产品中的微生物菌种，选取饮食中 23 份同样的海蛎样品进行滴定，测定 23 组海蛎中维生素 B12、牛磺酸、叶酸、钙含量等营养素随着氧气、日照等环境因素改变，与菌落总数 CFU 的变化关系、与 pH 值的变化关系，同时与海蛎中的盐度变化做出关联性评估，最后将温度升高到 120 摄氏度，对温度影响指标进行进一步的衡量评估。

**结果：**经过测序，在海蛎中含量居多的原本是大肠杆菌、蓝藻菌、溶血弧菌，在常温和普通日照环境下（恒定）放置之后，通过碳酸盐、碳酸氢盐和磷酸盐含量对比，探测到嗜酸性和嗜盐性菌种（CFU）大量减少，pH 值显著上升，平均从 4.13 上升到 6.05 左右，通过统计学测定表明 23 组样本维生素和营养素含量都与盐度的变化呈正比，与微生物含量的变化呈正比。而在升温过程中，pH 值先升高至 7.22 后保持不变，在这个阶段，营养素随着微生物含量开始降低而降低，但是经过盐度几乎随水分挥发完全后，达到了海蛎中可食用的微生物状态却未见有维生素和营养素含量的变化，其加强的证据在于，用食物金属仪器来测定维生素和营养素在温度升高后期（在达到微生物可食用标准温度之后）几乎未有明显变化。

**结论：**在常温和普通日照环境（排除在某些实验中的特殊环境）下，新鲜海蛎通过维持其尚未挥发的盐度，调节 pH 值来平衡营养素含量与微生物的关系比例，而在盐度挥发之后，微生物含量尽管显著下降，pH 值下降幅度减小，营养素含量几乎不变，表明在蒸煮中微生物含量尽管本身下降，但在盐度保持不变或蒸发后未见明显变化，营养素含量实际上与温度对影响盐度变化的幅度存在显著性关联，温度升高，盐度下降，营养素下降，直至不变，而如果排除盐度因素，温度对微生物的影响在同等环境体系下已经非常小了。在新鲜海蛎中形成一层肉眼可以观察的微生物膜，可以保持基本盐度的稳定性，调节 pH 值。实验结论在 23 组样品中都是反复可再现的。

**关键字** 贝壳类，微生物，食物营养

分类：食物与营养

## 代谢组学在食物活性成分分子机制研究中的应用

夏琳琳、吕晓华\*

四川大学华西公共卫生学院/四川大学华西第四医院

**目的：**了解代谢组学在分析食物成分生物活性方面的应用现状，探讨生物活性成分在疾病防治、调节人类健康等方面的发展前景，为特殊食品的研发和利用提供思路和依据。

**方法：**通过 Web of Science、PubMed、CNKI 等数据库收集相关文献，采用文献研究和前瞻性分析相结合的方法，对代谢组学技术用于研究生物活性成分的作用靶点、代谢通路的潜力和优势进行整理、归纳和总结，并展望其应用前景。

**结果：**1、生物活性成分在食物中广泛分布，部分成分具有抗氧化、抗炎、免疫调节、改善糖脂代谢等健康促进作用，增加这类生物活性物质的摄入有助于降低肥胖、2 型糖尿病、心血管疾病、癌症等慢性非传染疾病的发病风险，能够发挥调节生理功能、预防疾病和维护人体健康的作用。研究食物活性物质的作用机制与相关靶点有利于促进其向特殊食品的转化，从而促进健康。2、传统的营养调查方法以及流行病学研究能够揭示食物活性成分与健康在宏观上的潜在的关联，但食物代谢是个复杂的过程，微观上这些活性成分在人体内具体的代谢通路、相关的作用靶点以及影响健康的机制尚不清楚，进一步探索食物活性成分的作用机制需要更为精确、系统、全面的研究方法。3、代谢组学以核磁共振、质谱和色谱等技术为检测平台，以复杂的生物体系中小分子代谢产物为研究对象，检测相关因素改变后生物系统整体、动态代谢变化，可以考虑和解决食物整体代谢的复杂性，高效检测食物活性成分的作用靶点，了解具体影响人体健康的作用机制，实现精准探索食物活性成分对机体代谢产生的影响，为食物活性成分在疾病的防治领域提供一定的理论依据。4、目前代谢组学技术如超高效液相色谱-质谱联用技术（UPLC-MS/MS）、核磁共振技术（NMR）以及色谱-质谱联用技术（LC-MS）等被广泛运用于营养学研究的各个领域，越来越多食物活性成分的代谢靶点被发现，其相关的代谢通路也逐渐明朗，并与基因组学、转录组学、蛋白组学等生物学研究方法一起为食品行业将食物活性成分的营养价值及生物学作用开发利用提供了强有力支持。

**结论：**代谢组学为食物活性成分作用靶点的发现、代谢通路的构建、作用机制的了解提供了更加全面、系统的研究方法，促进其向细胞分子层面发展，提高了食物营养研究的精确性。

**关键字** 代谢组学；食物营养；生物活性成分；

分类：食物与营养

## 不同焙烤水平大麦茶的营养成分和香气成分比较分析

李静\*

上海健康医学院

**目的** 大麦茶由大麦的籽粒加工制成，是一种公认的健康食品。随着人们生活水平日益提高以及对代用茶研究的逐渐增多，大麦茶的饮用价值逐渐凸显。大麦茶具有防暑止渴、助消化、降血糖和缓解疲劳的作用，大麦茶以其独特的香气和有益的功效越来越受欢迎。焙烤温度是影响大麦茶风味和营养成分的重要因素。因此，本研究旨在通过运用顶空固相微萃取-气相-质谱联用（HS-SPME-GC-MS）、电子鼻和电子舌技术，综合分析不同焙烤水平下大麦茶的挥发性风味成分和感官品质，同时对其营养和功能成分进行测定。为优质大麦茶焙烤水平的选择提供理论依据。

**方法** 采用不同的焙烤温度制备 3 种不同焙烤水平的大麦茶，分别为轻度、中度和重度焙烤大麦茶（LRBT、MRBT 和 HRBT）。采用理化检验的方法测定大麦茶中可溶性糖、氨基酸、蛋白质、多酚、 $\beta$ -葡聚糖和总黄酮的含量；利用 HS-SPME-GC-MS 和电子鼻对大麦茶中的挥发性特征成分进行分析比较；利用电子舌技术对大麦茶的口感进行评价。

**结果** 随着大麦茶焙烤水平的提高，可溶性糖和多酚含量增加，总游离氨基酸、蛋白质和  $\beta$ -葡聚糖含量降低，中度焙烤的大麦茶中总黄酮含量最高。HS-SPME-GC-MS 分析从大麦茶中共检出 93 种挥发性化合物，其中，烷烃类 35 种、烯烃类 7 种、芳烃类 6 种、酯类 18 种、吡嗪类 8 种、醛类 6 种、醇类 5 种和其他类 8 种。电子鼻测试的主成分分析（PCA）和线性判别分析（LDA）能够明显看出不同温度焙烤的大麦茶风味特征存在差异。电子舌测试对大麦茶的口感进行评价，可以看出 3 种大麦茶样品的味觉趋势基本相同，但苦味、苦味余味、鲜味等指标存在显著差异，重度焙烤大麦茶的苦味和苦味余味最高，而轻度焙烤大麦茶的苦味和苦味余味最低。鲜味由高到低依次为中度焙烤大麦茶、重度焙烤大麦茶和轻度焙烤大麦茶。

**结论** HS-SPME-GC-MS 分析可以看出，轻度和中度焙烤大麦茶的主要香气成分为烷烃类和芳烃类，重度焙烤大麦茶的主要香气成分为芳烃类和醛类。基于电子鼻数据的 PCA 和 LDA 分析能很好地区分不同大麦茶的香气特征；焙烤温度的升高会导致吡嗪和呋喃类化合物的大量形成，使大麦茶具有更丰富的花香、烘烤和坚果香气。但温度过高也会使挥发性成分含量降低，产生苦味和焦味。此外，根据电子舌的数据分析，中度焙烤大麦茶苦味适中，鲜味丰富。综合结果表明，中度焙烤大麦茶的风味最佳。本研究能够为大麦茶中的香气成分鉴定和大麦茶的感官品质评价提供一定的研究基础。

**关键字** 大麦茶；HS-SPME-GC-MS；电子鼻；电子舌；香气成分

分类：食物与营养

## 基于网络药理学和体内外实验研究黑茶辅助降血糖的作用机制

李如玉<sup>1</sup>、吕晓华\*<sup>2</sup>

1. 四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院
2. 四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院

**目的** 通过体内外实验验证黑茶的辅助降血糖功能，采用网络药理学分析黑茶辅助降血糖的成分、靶点、通路，运用分子对接验证黑茶功能成分与通路相关蛋白的结合能力。**方法** 雄性 SD 大鼠按血糖随机分为空白对照组、高脂模型组、低、中、高剂量藏茶组，每组 10 只；空白对照组动物喂饲基础饲料，模型对照组和三个实验组动物喂饲高脂饲料（80%基础饲料+8%猪油+12%蔗糖），控制各组动物进食量及饮水量基本一致，空白对照组和模型对照组动物饮用蒸馏水，实验组动物饮用相应剂量的藏茶水；实验第 31 天处死大鼠，测定或计算空腹血糖、0.5h 血糖、2h 血糖和血糖反应曲线下面积等指标。制备藏茶水提醇沉物，用胰岛素体外诱导胰岛素抵抗 HepG2 细胞模型，将正常 HepG2 细胞分为正常组、阳性组（二甲双胍组，下同）、藏茶水提醇沉物低剂量、中剂量、高剂量组，胰岛素抵抗 HepG2 细胞分为正常组、模型组、阳性组、藏茶水提醇沉物低剂量、中剂量、高剂量组，分别测定正常 HepG2 细胞和胰岛素抵抗 HepG2 细胞的葡萄糖消耗量和糖原合成量。利用 PharmMapper 和 Swiss Target Prediction 数据库获得有效功能成分的作用靶点蛋白，检索 DrugBank、OMIM 及 GeneCards 数据库获取 2 型糖尿病相关的疾病靶点，再通过绘制韦恩图取黑茶活性成分靶点和 2 型糖尿病疾病靶点的交集，将交集靶点输入到 STRING 数据库分析获得蛋白互作网络，然后导入 Cytoscape 3.8.0 软件进行可视化处理。使用 Metascape 对交集靶点进行基因本体（GO）和京都基因与基因组百科全书（KEGG）富集分析，然后使用微生信平台进行富集分析可视化，选取前 20 个 KEGG 信号通路构建 KEGG 关系网络图。最后，使用分子对接对分析结果进行验证。**结果** 体内实验表明，低和高剂量藏茶组大鼠空腹血糖低于模型对照组（ $P < 0.05$ ）；中剂量藏茶组大鼠给予葡萄糖后 0.5h 后血糖低于模型对照组（ $P < 0.05$ ），中和高剂量藏茶组大鼠血糖反应曲线下面积低于模型对照组（ $P < 0.05$ ）。体外实验表明，与正常组相比，藏茶水提醇沉物中、高剂量组显著增加 HepG2 细胞对葡萄糖的消耗和 HepG2 细胞中的糖原含量（ $P < 0.05$ ）。网络药理学共筛选到 9 个化学成分，其中槲皮素、山奈酚和表儿茶素发挥主要作用；获得 38 个核心靶点，包括白细胞介素-6（IL-6）、白蛋白（ALB）、丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶 1（AKT1）、胰岛素（INS）和肿瘤坏死因子（TNF）等；基因靶点富集较多的通路包括 PI3K/AKT、TNF 和 IL-17 等。**结论** 黑茶可下调高脂饮食和胰岛素抵抗导致的血糖升高，其功能成分可能通过抗氧化、抗炎、降脂、调节糖代谢等途径发挥调控血糖的作用，具有多成分、多靶点、多通路的特征。

**关键字** 网络药理学； 分子对接； 体内外实验

分类：食物与营养

## 羊肚菌紫米面包的特性和体外消化率影响研究

陈柯君、王雨柔、余虹达、杨周昊、蒋凯、覃宇悦\*  
昆明理工大学

高血糖指数食品会导致人体血糖水平迅速升高且导致肥胖等慢性疾病。羊肚菌和紫米含有丰富的营养成分，该研究小麦面包为对照，实验组以羊肚菌粉（3%）和紫米粉（3%、6%、9%、12%）代替部分小麦粉，研究两者协同添加对小麦面包的营养品质和血糖指数的影响。采用流变仪分析面团的动态流变特性；采用色差仪测定了面包的颜色，采用质构仪测定了面包的质构指标，包括硬度、弹性、咀嚼性和内聚性；采用菜籽油置换法测定了面包的比容；根据 AOAQ（2000）分析方法测定面包中的水分、灰分、蛋白质含量、总膳食纤维、不溶性膳食纤维含量和可溶性膳食纤维含量，使用 Megazyme 淀粉分析试剂盒测定总淀粉含量，采用评分法对面包的色泽、形态、面包芯质地、面包纹理结构及口感进行感官评定；采用氨基酸分析仪测定面包的蛋白氨基酸含量，对面包蛋白组分营养指标进行评估；通过测定面包蛋白质体外消化率来评估面包中蛋白质的营养指标，通过测定面包淀粉体外消化率从而评估面包的还原糖含量，氢化指数和预期血糖生成指数。结果如下：所有面包面团组的弹性模量  $G'$  值都大于粘性模量  $G''$  值，表明弹性性能优于粘性性能，随着羊肚菌粉与紫米粉的增加，面包的颜色由白色（面包皮  $L^*$  值为 43.1，面包芯  $L^*$  值为 61.8）转为棕色（面包皮  $L^*$  值为 32.2，面包芯  $L^*$  值为 34.1），面包的  $G'$ 、 $G''$ 、 $G''/G'$  模量，硬度，咀嚼度均显著增加，而面包弹性，凝聚力，比容显著降低；此外，羊肚菌粉（8.87 g/100g）和紫米粉（6.18 g/100g）的含水量均显著低于小麦粉（12.6 g/100g），与小麦粉相比，羊肚菌粉和紫米粉中的灰分含量，蛋白质含量和膳食纤维含量更高；随着羊肚菌粉和紫米粉的添加，面包中的灰分含量，蛋白质含量和膳食纤维含量显著增加，而面包中的淀粉含量和水分含量显著降低；游离氨基酸对面包的滋味形成有重要影响，随着羊肚菌粉和紫米粉的增加，面包总游离氨基酸含量都显著增加；感官评价实验表明，添加羊肚菌粉（3%）和紫米粉（6%）的面包显著增强了面包色泽和口感，其评价总分最高。最后，随着羊肚菌粉和紫米粉的加入，提高了面包蛋白质消化率同时优化面包的氨基酸模式，更有利于人体消化吸收，且面包中还原糖，氢化指数和预期血糖生成指数逐渐降低。结果表明，羊肚菌粉和紫米粉可以作为天然高价值成分，以改善面包中的营养成分，增加面包风味，降低面包的血糖指数，具有广阔的市场前景。

**关键字** 羊肚菌；紫米；小麦面包；血糖生成指数；体外消化率

分类：食物与营养

## 冻干桑叶粉及其乙醇提取物的抗衰老作用研究

章旭<sup>1</sup>、胡淇睿<sup>3</sup>、潘瑶<sup>1</sup>、俞燕芳<sup>2</sup>、邓泽元<sup>3</sup>、陈芳\*<sup>1</sup>

1. 南昌大学公共卫生学院

2. 江西省经济作物研究所

3. 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室

**目的：**衰老是一种难以避免的生物进程，生物体随着自身年龄的增长出现各种组织和器官功能的退行性改变，目前有关衰老的机制研究中，自由基理论被广为接受和认可，而天然植物被认为是清除自由基的物质来源，从天然植物中寻找延缓衰老的活性成分，对提高人类生存质量有很重要的现实和社会意义。桑叶为桑科 (Moraceae) 桑属 (Morus) 植物桑树的叶片，富含酚类、生物碱类、多糖等多种植物化学成分，具有强大的清除自由基能力。目前对于桑叶的开发利用集中在提取物和特定化合物上，而传统的提取工艺会造成桑叶营养素的大量损失，故使用全桑叶作为原料进行生产加工可能比其提取物更具有价值。本研究通过评价冻干桑叶粉和冻干桑叶粉乙醇提取物的抗衰老活性，为全桑叶抗衰老功能食品的开发提供实验数据。**方法：**将 70 只小鼠随机分为正常组、衰老模型组、抗坏血酸对照组 (100mg/kg) 及冻干桑叶粉组、桑叶粉乙醇提取物组、桑叶粉乙醇提取渣组以及桑叶粉乙醇提取物提取渣混合组 7 组。通过腹腔注射 200mg/(kg·d) 的 D-半乳糖建立衰老小鼠模型，同时每天灌胃相应药物。给药 8 周后对小鼠进行行为学试验，收集小鼠粪便进行 16s rRNA 基因扩增和高通量测序以检测肠道菌群，并测定各组小鼠血清中丙二醛 (MDA)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-PX)、总抗氧化能力 (T-AOC) 水平。**结果：**旷场试验中冻干桑叶粉及其乙醇提取物均能显著提高小鼠 5 分钟内的运动总路程、平均速度和直立次数，水迷宫试验中冻干桑叶粉及其乙醇提取物均能减少小鼠的逃避潜伏期，提高原平台所在象限停留时间与穿越次数；肠道菌群结果显示冻干桑叶粉组小鼠肠道菌群  $\alpha$  指数显著提高，冻干桑叶粉组及其乙醇提取物组厚壁菌门与拟杆菌门的比例显著降低，冻干桑叶粉组显著提高了几种益生菌的相对丰度；血清抗氧化结果显示冻干桑叶粉及其乙醇提取物均能显著提高 T-AOC 水平并显著降低小鼠机体 MDA 含量，冻干桑叶粉能显著提高 GSH-PX 活性。**结论：**冻干桑叶粉和桑叶乙醇提取物均能改善衰老小鼠肠道菌群，增加衰老小鼠肠道菌群总体多样性、丰富度并提高肠道优势菌群的相对丰度，提高衰老小鼠血液总抗氧化能力，提高抗氧化酶 GSH-PX 的水平，降低 MDA 的水平，提高小鼠的运动、空间探索以及学习记忆能力，冻干桑叶粉的综合抗衰老效果要优于其乙醇提取物。

**关键字** 桑叶；抗衰老；肠道菌群；行为学试验

分类: 食物与营养

## 美国成年人非酒精性脂肪性肝病与膳食叶酸和血清叶酸的相关性: 来自 NHANES 2009–2018 的横断面分析

陈宇诗、童师雯\*  
重庆医科大学附属第二医院

**背景与目的:**非酒精性脂肪性肝病 (NAFLD) 是一个全球性的健康问题, 减重和营养管理仍然是预防 NAFLD 发展的主要方式。但在 NAFLD 患者中, 营养需求与机体代谢的相互作用非常复杂。根据具体需求制定个性化的营养计划是一种很有前途的营养治疗方式。本研究旨在探究饮食中叶酸和血清叶酸水平与 NAFLD 之间的横断面关联。

**方法:**我们对参加 2009–2018 年国家健康与营养调查 (NHANES) 的 7543 名成年人进行了研究。NHANES 参与者提供了两次 24 小时内饮食摄入的信息, 总叶酸摄入量 and 食物叶酸摄入量取两次平均值。参与者还提供了在过去 30 天内的膳食补充剂的使用情况, 由此分析叶酸补充剂的摄入数据。血清叶酸 (Serum folate) 是短期状态的指标, 血清总叶酸 (Serum total folate) 是个体叶酸形式的总和。而血清中主要的循环叶酸维生素是 5-甲基四氢叶酸 (5-甲基 THF), 这是叶酸的生物活性形式。红细胞 (RBC) 叶酸是一种非常有价值的生物标志物, 不受短期饮食的干扰。脂肪肝指数 (FLI) 已被证明与腹部超声诊断的肝脂肪变性密切相关,  $FLI \geq 60$  判断为 NAFLD 状态。数据基于 R 软件 3.4.3 和 Empower Stats 软件进行分析。所有统计分析都对加权变量进行了调整, 我们使用多变量调整 logistic 回归模型, 将与目标结果的关联或者效应估计变化超过 10% 的变量纳入协变量进行校正。我们使用比值比 (ORs) 和 95% 置信区间 (95% CI) 确定膳食叶酸摄入量、血清叶酸和 NAFLD 之间的关系。此外, 按性别进行交互作用和分层分析。

**结果:**近一半 (45%) 的患者根据 FLI 被归为 NAFLD 组。NAFLD 组的收缩压、舒张压、体重指数、腰围均高于非 NAFLD 组 ( $p < 0.001$ )。与非 NAFLD 组相比, NAFLD 组中老年人 (45 岁以下)、男性、非西班牙裔白人和吸烟者的比例更高, NAFLD 组的甘油三酯 (TGs)、低密度脂蛋白 (LDL-C)、天冬氨酸转氨酶 (AST) 和丙氨酸转氨酶 (ALT) 水平更高。NAFLD 组的总膳食能量摄入显著高于非 NAFLD 组; 然而, NAFLD 组的平均总叶酸摄入量和天然叶酸摄入量明显低于非 NAFLD 组。在校正的模型中, 饮食中总叶酸和食物中叶酸含量最高的四分位组的参与者 NAFLD 患病率低于最低四分位数的参与者 (OR: 0.582; 95% 置信区间 (CI): 0.350, 0.968; OR: 0.737; 95% CI: 0.611, 0.888), 血清总叶酸和 5-甲基-四氢叶酸的第四分位组与 NAFLD 患病率呈显著负相关 (OR: 0.664; 95% CI: 0.495, 0.891; OR: 0.712; 95% CI: 0.532, 0.954)。然而, 红细胞叶酸与 NAFLD 之间没有显著相关性。亚组分析显示, 这种有益的关联在女性中更为显著, 女性 (OR: 0.526; 95% CI: 0.329, 0.843; 相互作用  $p < 0.001$ ) 高于男性 (OR: 0.805; 95% CI: 0.546, 1.186)。

**结论:**在美国成年人中, 较高的膳食叶酸摄入量和血清叶酸水平与较低的 NAFLD 患病率相关, 这一趋势在女性中更为明显, 为营养干预 NAFLD 提供了新的思路。由于本研究是横断面研究, 未来还需要进行大规模的队列研究来确定因果关系。

**关键字** Nutrition; Non-alcoholic fatty liver disease; folate; folic acid

分类：食物与营养

# 冻干桑叶粉和桑叶乙醇提取物的体内代谢及抗衰老活性研究

章旭<sup>1</sup>、胡淇睿<sup>2</sup>、潘瑶<sup>1</sup>、邓泽元<sup>2</sup>、俞燕芳<sup>3</sup>、陈芳\*<sup>1</sup>

1. 南昌大学公共卫生学院

2. 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室

3. 江西省经济作物研究所

## 目的：

桑叶为桑科 (Moraceae) 桑属 (Morus) 植物桑树的叶片，富含酚类、生物碱类、多糖等多种植物化学成分，具有强大的清除自由基能力。传统的提取工艺会造成桑叶营养成分的大量损失，故可能使用全桑叶作为原料进行生产加工可能比其提取物更具有价值。因此本研究通过探究冻干桑叶粉和桑叶乙醇提取物的酚类化合物体内代谢情况和抗衰老活性差别，为将全桑叶开发成抗衰老功能食品提供实验数据。

## 方法：

本研究通过 UPLC-Q-Exactive Focus 技术对冻干桑叶粉及其乙醇提取物的酚类物质的入血活性成分进行初步鉴定，并基于入血活性成分进行抗衰老网络药理学研究；使用 D-半乳糖构建小鼠加速衰老模型，并对冻干桑叶粉及其乙醇提取物的抗衰老功能进行研究。

## 结果：

1. 通过 UPLC-Q-Exactive-MS /MS 技术，对冻干桑叶粉及其乙醇提取物中的酚类物质的体内代谢产物进行初步鉴定，共鉴定出 18 个相关代谢产物，主要为酚类物质的 I、II 相反应产物，包括还原、脱羧、水解、羟基化、脱氧和去糖基化等 I 相反应，II 相反应如甲基化、葡萄糖醛酸化和硫酸化等。冻干桑叶粉酚类物质在体内释放代谢产物的持续时间比乙醇提取物更长。

3. 动物实验研究表明，冻干桑叶粉及其乙醇提取物对衰老小鼠均具有一定的抗衰老作用，二者能不同程度的改善衰老小鼠的体重减轻现象，缓解肝脏病理损伤，提高血液抗氧化能力，提升学习记忆和运动能力，冻干桑叶粉的综合抗衰老效果要优于桑叶乙醇提取物。

4. 动物实验研究表明，冻干桑叶粉及其乙醇提取物对衰老小鼠肠道菌群具有一定的改善作用，能够提高衰老小鼠肠道菌群总体的多样性与丰富度，提高拟杆菌门等肠道优势菌群的相对丰度，其中冻干桑叶粉和桑叶乙醇提取物提取渣混合物对肠道菌群的改善作用优于桑叶乙醇提取物。

5. 网络药理学方法构建“功能成分-靶点-通路”可视化网络系统，并对 KEGG 富集的相关通路蛋白表达进行实验验证，结果发现冻干桑叶粉及其乙醇提取物均可能通过调控 MAPK 信号通路部分蛋白的磷酸化水平，达到抗衰老的效果。

## 结论：

本文比较了冻干桑叶粉及其乙醇提取物酚类物质在小鼠体内代谢的异同，冻干桑叶粉在体内释放代谢产物的持续时间比桑叶乙醇提取物更长，动物实验表明冻干桑叶粉及其乙醇提取物对衰老小鼠都具有一定的抗衰老作用，在提高血液抗氧化能力及调节肠道菌群等方面冻干桑叶粉抗衰老功效优于桑叶乙醇提取物。

**关键字** 桑叶；乙醇提取物；体内代谢；抗衰老；行为学试验；肠道菌群

分类：食物与营养

## 基于 citespace 对健康膳食模式研究进展的知识图谱分析

梁墨瑄、王梦奇、李泽远、郭玉婷、程景民\*  
山西医科大学

**目的：**中国从 1982 年开始进行国民营养与健康情况监测，40 年来的监测表明，国民摄入的食物日趋充足和多样化，膳食营养状况明显改善。本文围绕健康膳食模式进行系统的文献计量和可视化分析，了解健康膳食模式研究较活跃的作者和单位、健康膳食模式研究的关键词，探索健康膳食模式的发展状况、研究热点、研究趋势以及研究前沿动态，为健康膳食模式提供数据情报支持和发展参考。

**方法：**以“健康膳食模式”为主题词，以 2000 年 1 月 1 日—2022 年 10 月 1 日为时间段，检索中国知网数据库所收录的相关文献，运用 CiteSpace 6.1.R6 可视化分析工具，从文献发文量、高频关键词、突现词、发展趋势方面进行解析。

**结果：**本研究共纳 3641 篇文献，发文量呈现逐年上升趋势；作者合作分析结果显示中文文献发文量最多的是丁钢强、肖辉团队，英文文献发文量最多的是 Eun, Kim Jung, Hu Frank, T Clark Cain C 团队；中文文献发文量最多的机构有北京大学公共卫生学院、天津医科大学公共卫生学院，英文文献发文量最多的机构有 Department of Nutrition、Department of Epidemiology、Harvard T.H.Chan School of Public Health；发表单位统计分析显示机构之间的合作关系离散，表明有关膳食健康研究面广，机构合作在英文文献中较中文文献更加紧密，存在一定跨区域合作；关键词分析结果表明中文文献侧重于慢性病、摄入量、橄榄油和居民膳食等，而英文文献更侧重于地中海饮食、健康饮食指数、心血管疾病和乳腺癌等；研究聚类图谱可见所有关键词被聚类成 20 类，有地中海饮食、得舒饮食、植物性饮食、糖尿病饮食、慢性肾病饮食、心血管疾病饮食等；突现词分析结果表明近年来侧重于研究心血管疾病和慢性病，呈现出持续深入研究特点；对于不同慢性疾病而言，推荐素食模式（以果蔬类、豆制品和蛋类为主）或均衡膳食模式（以粗杂粮、蔬菜、蛋类、豆制品、海产品为主）能够显著降低高血压、肥胖病、肾病、阿尔兹海默症等患病风险并能改善患者病情。

**结论：**近年来国内外学者对健康膳食模式的研究热度持续上升，热点问题在不断更新、涉及的疾病范围也在不断扩大，尤其在慢性肾病、糖尿病和心血管疾病方面。健康膳食模式在延缓慢性病发生发展方面疗效明显，是本领域研究热点和主流研究趋势，居民膳食营养仍是健康膳食模式的重点研究方向；东方健康膳食模式为我国的研究前沿热点。作者及机构之间的合作存在不足，交流有待进一步加强。未来国内健康膳食模式可以深入持久关注重点领域、加强慢性病食疗研究、全面提升研究质量。

**关键字** citespace；健康膳食模式；知识图谱；可视化分析

分类：食物与营养

## 鸡蛋清多肽对肝脏糖稳态的调节作用与机理研究

曹歆祎、廖望\*  
东南大学

目的：鸡蛋清蛋白被认为是一种优质的膳食蛋白质来源，也是一种理想的蛋白质来源，是生产生物活性肽的原料。虽然围绕鸡蛋清多肽（EWP）干预慢性代谢性疾病的研究先前已被报道，但是其潜在的机制，尤其对肝脏糖异生的影响仍有待阐明。

方法：在本研究中，我们通过对高脂饲料和链脲佐菌素（Streptozotocin, STZ）诱导的二型糖尿病 C57 小鼠进行干预 7 周后，发现空腹血糖有明显降低。随后进一步通过商业化酶联免疫吸附测定（ELISA）试剂盒测定小鼠血清中胰岛素、胰高血糖素、血脂四项等含量。随后制作小鼠肝脏石蜡切片，经苏木精/伊红（H&E）染色、糖原染色（PAS）和油红染色后在显微镜下观察肝脏组织病理变化；通过 Western blot 检测 NF- $\kappa$ B 通路中关键分子 I $\kappa$ B $\beta$ -Ser177/S181 及 p65-Ser536 磷酸化水平磷酸化特异性抗体；检测 PKA 底物反应结合蛋白 CREB-Ser133 丝氨酸残基 133 及 Foxo1-Ser273 转录因子试剂盒（等同于人源 Foxo1-Ser276）磷酸化水平；提取肝脏组织总 RNA，通过 qRT-PCR 检测糖异生基因 G6pc、Pck 表达水平，同时测定炎症相关基因 TNF $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 、MCP1 和 IL-6 表达水平。最后通过肝脏的代谢组学分析，从糖代谢和脂质代谢两方面进一步探讨 EWP 对肝脏糖代谢影响及可能机制。

结论：本研究的发现揭示了 EWP 在其发病机制中的新作用，具有抗糖尿病活性，有助于促进功能食品的开发以 EWP 为原料的保健品。

**关键字** 肉苁蓉多糖；营养功效；研究进展

分类：食物与营养

# 全脂山羊乳粉体外消化产物肽段功能性分析

吴桐<sup>1</sup>、文李\*<sup>2</sup>、文诗雨<sup>2</sup>、毕新建<sup>2</sup>、陈子怡<sup>2</sup>、屈婷敏<sup>2</sup>、贺舒雯<sup>2</sup>、吴颖<sup>2</sup>、侯艳梅<sup>1</sup>

1. 海普诺凯营养品有限公司

2. 长沙理工大学

## 1 目的：

生物活性肽是一类对生命有机体具有重要生理功能的肽类分子。山羊乳源生物活性肽极其丰富，研究表明山羊乳清蛋白经体外静态消化后可释放 3698 种多肽。本研究通过体外动态模拟消化全脂山羊乳粉，并对消化产物进行肽序测定；利用生物信息学技术，借助生物活性肽数据库及计算模拟，筛选出潜在生物活性肽；将筛选所得的潜在生物活性肽与其相应的受体进行分子对接，最终从全脂山羊乳粉消化产物中挖掘出特定生物活性肽。本研究为实现高效分离羊乳中特定生物活性肽提供参考，并为提高山羊乳蛋白的深度利用提供理论依据。

## 2 方法：

2.1 全脂山羊乳粉体外动态消化：将全脂山羊乳粉按照粉：水=1：6 比例溶解。利用动态人胃肠体外消化设备对溶液进行模拟连续的胃肠消化 180min，收集小肠排除物用于后续检测分析。

2.2 肽段鉴定：采用 Shotgun 蛋白质组学技术，对消化后产物进行肽段鉴定和定量分析。

2.3 功能肽筛选与验证：

2.3.1 利用 PeptideRanker 在线预测工具，筛选 Ranker 值>0.8 的生物活性肽。

2.3.2 使用 ToxinPred 预测肽段毒性。

2.3.3 降血糖肽、降血压肽初步筛选：利用 BIOPEP 数据库从 Ranker 值>0.8 的肽段中，检索与降血糖或降血压相关的关键词，筛选得到全脂山羊乳粉体外消化产物中具有降血糖或降血压活性和氨基酸序列中存在活性部位的肽段。

2.3.4 降尿酸肽、降血脂肽筛选及降血糖肽、降血压肽活性验证：通过 ChemDraw 20.0 软件绘制 2.3.1 中生物活性肽的二维分子结构式，使用 Chem3D 20.0 软件转化为后缀为\*.pdb 的三维结构作为分子对接的配体，从 Protein Data Bank 下载降尿酸肽受体黄嘌呤氧化酶、抗血脂肽受体 3-羟基-3-甲基戊二酰辅酶 A 还原酶、抗血压肽受体血管紧张素转换酶、抗血糖肽受体二肽基肽酶 IV 的晶体结构，用 AutoDock Vina 分子模拟软件将肽段分别与目标受体蛋白进行柔性对接，根据默认的打分函数挑选出亲和性最高（结合能最小）的复合物结构进行分析，筛选出结合能≤-6kcal/mol 山羊乳生物活性肽。

## 3 结果：

3.1 全脂山羊乳粉经体外动态模拟消化后，共得到 663 条序列不同的肽段，其中寡肽 169 条，多肽 494 条。

3.2 利用 PeptideRanker 从上述 663 条肽中筛选得到 15 条 Ranker 值>0.8 具有生物活性的肽段，其中寡肽 5 条，多肽 10 条。经 ToxinPred 预测分析发现 15 条肽段均无毒性。

3.2 通过采用 BIOPEP 数据库进一步筛选，发现该 15 条肽段兼具潜在降血糖和降血压功能。

3.4 采用分子对接技术，从上述 15 条肽段中筛选出 14 条结合能≤-6 kcal/mol 的肽段，这 14 条肽段均具有降尿酸和降血糖功能，其中 8 条肽段同时具有降尿酸、降血脂、降血糖、降血压 4 种功能（见附件表 1 和图 1）。

3.5 依据定量分析结果，上述 14 条肽段中 2 条肽段具有较高丰度，分别是 DRPIEPLDLAVFWVEFVMR（具有降尿酸、降血脂、降血糖功能）和 GPAGPQGPR（具有降尿酸、降血脂、降血糖、降血压功能）。

## 4 结论：

全脂山羊乳粉经体外动态消化后可获得生物活性肽，通过数据库筛选和分子对接技术证明这些生物活性肽具有降尿酸、降血脂、降血糖和降血压中的一种或多种功能。本研究通过快速筛选特定生物活性肽，为肽段的定向功效验证打下基础，有助于提高山羊乳蛋白的利用价值。

**关键字** 山羊乳；生物活性肽；体外动态消化；分子对接

## 甜菊糖苷安全性的研究进展

杨淇\*

广西中医药大学

**背景：**甜菊糖苷是中国传统药食同源植物甜叶菊的主要成分之一，随着近年研究的深入，研究者们发现它具有无热量、高甜度等食品特点，并且有利尿、降血压、不致龋齿等保健功能，已在美国、欧盟、日本、中国等国作为食品添加剂批准使用。除了这些功能性的保健功能，作为药食同源植物，安全性也是必须考察的重要因素，但目前国内外关于甜菊糖苷的功能性研究较多，安全性研究却较少。

**目的：**阐述国内外关于甜菊糖苷安全性实验的研究进展，为研究者们深入研究提供现实依据。

**方法：**以“甜菊糖苷”“安全性”“毒理”等为中文检索词；以“steviol Glycosides”“safety”“toxicity”等为英文检索词，计算机及手工检索中文数据库：中国期刊全文数据库（CNKI）、中国生物医学文献数据库（CBM）、中国科技期刊全文数据库（VIP）和万方数据库；英文数据库：PubMed/MEDLINE、Embase、Cochrane Librar、Web of science 等。筛选 1990 年 3 月 1 日-2023 年 3 月 1 日，公开发表的国内外相关动物及人体研究文献。

**结果：**通过研究方法文献检索初筛选出 104 篇文献，按照纳入标准最终筛选出 20 篇满足条件的相关文献。可以检索到的研究表明，甜菊糖苷是一种非常安全的植物活性成分，在动物模型中，绝大部分研究表明并不会对动物的生育造成不良影响，也不会导致胚胎死亡或畸形的等情况发生；在人体实验当中，甜菊糖苷并未发现有致癌活性，无中枢神经毒性，对人体的生长发育也不会造成影响。从药代动力学来看，研究表明在正常人体中，甜菊糖苷不会被上消化道的消化酶水解，也不会通过胃肠道的上部吸收，会通过结肠细菌活性转化为甜菊醇，但随后迅速转化为甜菊醇葡萄糖醛酸酯的无毒代谢物通过尿液排泄。

**结论：**虽然目前多数证据证明甜菊糖苷是无毒物，但值得注意的是 FDA 要求甜菊糖苷作为食品添加剂纯度需要在 95%以上，说明未经高度提纯的甜菊糖苷制品当中的杂质可能会存在潜在的不良反应，而中国在 2022 年最新颁布的《食品安全国家标准 食品添加剂 甜菊糖苷》中对甜菊糖苷的纯度要求是 90%以上即可。但目前在国内，甜菊糖苷并无加工提取国家标准，是否可以将对甜菊糖苷的安全性研究重心转移到甜叶菊的原料加工质量控制上。国内已有用“甜叶菊渣”作为混合饲料做的动物实验，结果表明在饲料中过量添加会导致鸡、妊娠母猪、家兔、鸡等动物的器官损害。最后，甜菊糖苷已成为多国的食品添加剂和传统的“食物”，关于其安全性的研究可能会渐渐被忽视，笔者在此希望业内研究人员可以秉持科学的研究方法，穷理尽性，造福人类。

**关键字** 甜菊糖苷；安全性；毒理；药食同源

分类：食物与营养

## 基于校园“智慧点餐”系统的膳食大数据准确性评价

张祎萌<sup>1,2</sup>、顾丹彤<sup>3</sup>、刘少杰<sup>1</sup>、贾英男\*<sup>1,2</sup>

1. 复旦大学公共卫生学院
2. 复旦大学健康传播研究所
3. 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院

目的：验证校园“智慧点餐”系统膳食大数据的准确性，以确定其能否用于评价学生的在校膳食摄入情况。

方法：遵循调查对象性别、学院、教育阶段等相对均衡的原则，招募复旦大学枫林校区在校大学生共 221 名，完成连续 7 天 24 小时膳食记录（7-day food diary, 7DFD）及补充膳食频率问卷（food frequency questionnaire, FFQ），补充 FFQ 内容主要包含乳制品、水果、坚果、含糖饮料和糖果巧克力的食用频率及摄入量；经过调查对象授权，获取同一时间段的“智慧点餐”系统膳食数据共 9385 条。以 7DFD 为“金标准”，通过计算“智慧点餐”系统膳食数据 vs. 7DFD 及“智慧点餐”系统数据+补充 FFQ vs. 7DFD 膳食摄入的 Mann-Whitney U 检验、Spearman 相关系数、交叉表一致性检验、Bland-Altman 检验、建立不同性别的分层线性回归等方法，评价两种方法之间膳食能量、宏量营养素（蛋白质、脂肪、碳水化合物）及 10 个食物组（谷类、薯类、蔬菜类、水果类、动物性食物、奶及奶制品、大豆及坚果、盐、油、添加糖）摄入量的相关性和一致性。

结果：221 名研究对象平均年龄  $22.23 \pm 2.44$  岁，其中男生 85 人（38.46%），女生 136 人（61.54%）；本科生 118 人（53.39%），研究生 103 人（46.61%）。“智慧点餐”系统获得的膳食能量、宏量营养素及食物组摄入量均低于 7DFD ( $P < 0.05$ )；除奶及奶制品 ( $r_s = 0.267$ )、水果类 ( $r_s = 0.336$ ) 外，其余营养素和食物摄入量间的 Spearman 相关系数  $r_s$  在  $0.500 \sim 0.883$  之间 ( $P < 0.001$ )；两方法间膳食能量、营养素和食物摄入被分类到相同或相邻的四分位数组的比例为 64.25%（奶及奶制品）至 98.19%（大豆及坚果）。“智慧点餐”系统+补充 FFQ 获得的膳食能量及宏量营养素摄入量低于 7DFD ( $P < 0.05$ )；食物组中“智慧点餐”系统+补充 FFQ 的水果摄入量被低估，奶及奶制品、大豆及坚果、添加糖摄入量略高于 7DFD，但差异均不具有统计学意义 ( $P > 0.05$ )；除添加糖 ( $r_s = 0.397$ ) 外， $r_s$  在  $0.519 \sim 0.863$  之间 ( $P < 0.001$ )；两方法间膳食能量、营养素和食物摄入被分类到相同或相邻的四分位数组的比例为 78.73%（添加糖）至 96.38%（蔬菜类）。Bland-Altman 图表明“智慧点餐”系统 vs. 7DFD 和“智慧点餐”系统+补充 FFQ vs. 7DFD 测得的膳食能量及宏量营养素摄入均呈现良好的一致性。利用“智慧点餐”系统膳食数据建立对不同性别学生膳食能量和宏量营养素摄入量的预测模型，决定系数  $R^2$  范围  $0.11 \sim 0.74$ ；“智慧点餐”系统膳食数据+补充 FFQ 模型  $R^2$  范围  $0.07 \sim 0.55$ ；对同一营养素，“智慧点餐”膳食系统的预测能力高于“智慧点餐”系统膳食数据+补充 FFQ；除蛋白质外，无论是否合并补充 FFQ，“智慧点餐”系统对男生的膳食摄入量的评估更为准确。

结论：“智慧点餐”系统的膳食大数据在评估大学生在校膳食摄入时有良好的准确性；膳食频率问卷作为一种有效的补充方式，适用于调查学校食堂提供较少或不提供的食物组。

关键字 “智慧点餐”系统；膳食大数据；准确性评价；大学生

分类：食物与营养

# 鱼油补充对中老年人血清 ICAM-1 水平及抗氧化能力影响的随机对照研究

全春霞<sup>1</sup>、唐薇<sup>1</sup>、覃钰婷<sup>2</sup>、毛丽梅\*<sup>1</sup>

1. 南方医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系

2. 广州市疾病预防控制中心

**目的：**探究不同剂量鱼油补充对中老年人群血清细胞间黏附分子-1 (ICAM-1) 水平及丙二醛 (MDA)、超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 水平的影响。

**方法：**开展为期 12 周的随机、对照、鱼油补充试验。选取广州市荔湾区某社区卫生服务中心作为研究现场，在来该社区卫生服务中心进行健康体检的中老年人中招募 240 名志愿者作为研究对象（纳入标准：在该社区居住 1 年以上，年龄 >40 岁，BMI <28kg/m<sup>2</sup>，调查前 1 年内未服用过鱼油等相关药品或保健品，无心脏疾病、糖尿病，无严重肺、肾等器质性损伤，无急、慢性炎症性疾病，无听力、语言表达障碍及智力缺陷，愿意合作并自愿签署知情同意书）。采用随机数字法将研究对象随机分为四组，每组 60 人。对照组不服用任何鱼油干预剂；低剂量组每日 1 粒鱼油胶囊（含 182mgEPA+129mgDHA），随午餐服用；中剂量组每日 2 粒鱼油胶囊（含 364mgEPA+258mgDHA），随餐服用，中晚餐各 1 粒；高剂量组每日 4 粒鱼油胶囊（含 728mgEPA+516mgDHA），随餐服用，中晚餐各 2 粒。鱼油胶囊由汤臣倍健公司提供，1000mg/粒。干预前后进行问卷调查和体格检查，并采集空腹静脉血以测量血清 ICAM-1、MDA、SOD、GSH-Px 水平。采用酶联免疫吸附法 (ELISA) 测量血清 ICAM-1 水平；硫代巴比妥酸法 (TBA) 测量血清 MDA 水平；羟胺法测量血清 SOD 水平以及血清 GSH-Px 水平。问卷资料统一编码，用 EpiData3.1 录入问卷并建立数据库。采用 SPSS25.0 进行统计分析。Shapiro-Wilk 法检验变量正态性。组间比较采用方差分析或非参数方法。两两比较采用 Least-Significant Difference 法。

**结果：**研究对象平均年龄为 60.62±7.66 岁。各组研究对象一般人口学特征变量无组间差异 (P>0.05)，具有可比性。干预前，各组研究对象血清 EPA 和 DHA 百分含量无组间差异 (P>0.05)，具有可比性。干预后，对照组血清 EPA 和 DHA 百分含量相较于干预前无明显变化 (P>0.05)，而各鱼油干预组 EPA 和 DHA 百分含量均较干预前明显上升 (P<0.05)。干预后，各鱼油干预组血清 EPA 和 DHA 百分含量均高于对照组，差异有统计学意义 (P<0.05)。干预前，各组研究对象的血清 ICAM-1、MDA、SOD、GSH-Px 水平差异无统计学意义 (P>0.05)。干预 12 周后，各组间 GSH-Px 水平存在差异 (P<0.05)，两两比较显示中、高剂量组的 GSH-Px 水平均高于对照组和低剂量组 (P<0.05)，高剂量组的 GSH-Px 水平高于中剂量组 (P<0.05)。干预 12 周后，各组 ICAM-1、MDA、SOD 水平差异无统计学意义 (P>0.05)。但干预 12 周后，高剂量组 GSH-Px 水平的相对增幅高于其余三组 (P<0.05)；低剂量组 ICAM-1 水平的相对降幅高于其余三组 (P<0.05)；各组 MDA 水平的相对降幅及各组 SOD 水平的相对增幅差异无统计学意义 (P>0.05)。

**结论：**鱼油补充可降低中老年人群血清 ICAM-1 水平以及提高中老年人群血清 GSH-Px 水平，有助于提高机体抗氧化能力。

基金项目：汤臣倍健营养科学基金 (No. TY202101083)

作者简介：全春霞 (1997-)，女，硕士研究生，E-mail: quanchunxia3@163.com

通讯作者：毛丽梅，E-mail: mlm912@163.com

**关键字** 鱼油，健康中老年人，ICAM-1，抗氧化

分类：食物与营养

# 鱼油补充对中老年人血脂及血浆致动脉粥样硬化指数影响的随机对照研究

唐薇<sup>1</sup>、全春霞<sup>1</sup>、覃钰婷<sup>2</sup>、毛丽梅\*<sup>1</sup>

1. 南方医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系

2. 广州市疾病预防控制中心

基金项目 汤臣倍健营养科学研究基金 (TY202101083)

作者简介 唐薇 (1999—), 女, 硕士研究生, E-mail: tangwei15126152039@163.com;

通讯作者 毛丽梅, E-mail: mlm912@163.com

目的：探究不同剂量鱼油补充对中老年人血脂及血浆致动脉粥样硬化指数 (AIP) 的影响，为中老年人合理补充鱼油预防、改善心血管疾病提供参考和依据。

方法：开展为期 12 周的随机对照鱼油干预研究。选取广州市荔湾区某社区卫生服务中心作为研究现场，在来该中心进行健康体检的中老年人中招募 240 名志愿者 (纳入标准：在该社区居住 1 年以上，年龄 >40 岁，BMI <28kg/m<sup>2</sup>，调查前 1 年内未服用过鱼油等相关药品或保健品，无心脏病、糖尿病，无严重肺、肾等器质性损伤，无急、慢性炎症性疾病，无听力、语言表达障碍及智力缺陷，愿意合作并自愿签署知情同意书)。采用随机数字法将研究对象随机均分为 4 组，每组 60 人。对照组不服用任何鱼油干预剂，低剂量组每天服用 1 粒鱼油胶囊 (含 129mgDHA+182mgEPA)、中剂量组每天服用 2 粒鱼油胶囊 (含 258mgDHA+364mgEPA)、高剂量组每天服用 4 粒鱼油胶囊 (含 516mgDHA+728mgEPA)，鱼油胶囊由汤臣倍健公司提供。在干预前和干预后分别对研究对象进行问卷调查和体格测量，采集空腹静脉血；干预过程中，向研究对象发放补充记录表，通过电话随访记录补充剂服用情况，了解研究对象的饮食、药物使用和身体状况等基本情况，并督促研究对象按要求服用。检测血脂水平总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-c)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-c)。计算 TG 与 HDL-c 比值的对数 [Log (TG/HDL-c)] 得出血浆致动脉粥样硬化指数 (AIP)。将资料统一编码，用 EpiData3.1 建立数据库对回收问卷进行录入，采用 SPSS 25.0 进行统计分析。Shapiro-Wilk 法检验变量正态性，配对 t 检验对于干预前后血脂、AIP 进行检验，组间比较采用方差分析或非参数方法，两两比较采用 Least-Significant Difference 法，检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

结果：各组研究对象一般人口学特征变量无统计学差异 ( $P > 0.05$ )，具有可比性。鱼油干预对血脂水平的影响：干预前，各鱼油组 TG、TC、LDL-c、HDL-c 及 AIP 水平与对照组无显著性差异。干预后，对照组 TG、TC、HDL-c 水平及 AIP 较干预前无统计学差异，对照组 LDL-c 较干预前呈现下降趋势 ( $P < 0.05$ )；而不同剂量鱼油补充组 TG、TC、LDL-c、AIP 均呈现下降趋势，其中 TG、LDL-c、AIP 水平较干预前有显著性差异 (低、中剂量组  $P < 0.05$ ，高剂量组  $P < 0.001$ )；各鱼油干预组 TC 水平干预后也较干预前降低，但无统计学差异 ( $P > 0.05$ )；各鱼油干预组 HDL-c 水平均较干预前上升，仅高剂量补充组较干预前有统计学差异 ( $P < 0.05$ )。

结论：适量补充鱼油可降低中老年人血清 TG、AIP 指数，升高 HDL-c 水平，对中老年人预防、改善心脑血管疾病具有积极意义。

**关键字** 中老年人；鱼油；DHA；EPA；血脂；AIP

分类：食物与营养

## 海藻膳食纤维在减脂减盐脆皮蒜肠产品中的应用效果评价

杨丽芝\*、马兴胜、代增英、王晓梅、邱霞、易祖嵘、于海坤  
青岛明月海藻集团有限公司海洋食品加工与安全控制全国重点实验室

**目的** 我国是全球肉类消耗和生产最大的国家，肉类制品含有丰富的蛋白质、维生素、矿物质等，富含丰富的营养价值，但肉制品中过多的脂肪会增加肥胖和心脑血管疾病的风险，同时，在肉类加工过程中过多的盐含量会增加高血压、心脏病、癌症等多重疾病的风险，对人体健康造成威胁。但脂肪和食盐在肉制品加工中具有非常重要的作用，可以改善肉质，增加保水，减少蒸煮损失等，所以单纯减少脂肪、盐含量会使肉制品发干、发柴、汁水感不足，且风味降低，结构变差。海藻膳食纤维是从海藻中提取的以多糖类为主的大分子物质，且不易被人体消化吸收，研究表面，富含膳食纤维食品可有效促进消化系统健康、改善心血管系统、预防糖尿病、减少肥胖。研究利用海藻膳食纤维热不可逆凝胶机理，将海藻膳食纤维、水、肥膘制成类似脂肪口感的替代物，加入配方中，维持脂肪香气的同时，降低配方中脂肪用量，起到减脂功效，同时可以提升产品硬度、弹性、咀嚼性、爽滑度，再结合减盐配方，形成减脂减盐新方案。

**方法** 通过市场调研，选取市场畅销低温肉制品，低温肉制品因其杀菌温度较温和，较好的保留了营养成分，受到消费者欢迎，因此选定一款脆皮蒜肠产品，并设计实验方案。实验设计为2组，分别为，对照组：非减脂减盐组（未添加海藻膳食纤维），实验组：减脂减盐组（添加海藻膳食纤维）。原料肉经解冻、绞制、料馅拌和、滚揉腌渍、灌装、熟制、杀菌冷却后，由肉制品专业评价小组分别对产品硬度、弹性、咀嚼性、爽滑度、风味进行评价，同时分析脂肪及钠含量。

**结果** 经分析，脂肪含量(/100g 产品)分别为：对照组 11.2g，实验组 6.5g，实验组较对照组减少 4.7g；钠含量 (/100g 产品) 分别为：对照组 606mg，实验组 390mg，实验组较对照组较少 216mg。结构上，与对照组相比，添加海藻膳食纤维组硬度大，有咀嚼性，且弹性较好，爽滑度高，整体结构有很大提升；风味上，肉香浓郁，咸淡适中，但较对照组，脂肪香气稍弱，但整体风味协调，可接受程度高。

**结论** 较对照组相比，实验组脂肪含量降低 42%，钠含量降低 35.6%，添加海藻膳食纤维减脂减盐方案，可明显降低脂肪、盐含量，且脂肪风味佳，可接受程度高。同时，添加海藻膳食纤维可提高产品硬度、弹性、咀嚼性、爽滑度，使产品在结构上有明显提升。

**关键字** 海藻膳食纤维 减脂减盐 脆皮蒜肠

分类：食物与营养

## HS-GC-IMS 研究不同贮藏条件下橄榄菜的挥发性化合物特征图谱

田爱玲、王世豪、刘昕洋、陈凯旋、杨文哲、牟行健、曲灵韵、李海敬、徐立荣\*  
青岛大学

HS-GC-IMS 研究不同贮藏条件下橄榄菜的挥发性化合物特征图谱  
Characteristic Volatiles Fingerprints in Olive Vegetable Stored at Different  
Conditions by HS-GC-IMS

### 目的：

橄榄菜是中国潮汕的一种特殊泡菜，吸引了很多消费者。它是一种以橄榄、芥末为主要原料添加其他辅助成分的独特风味食品。它富含多种营养物质，如叶绿素、钙、碘和许多维生素。近年来，关于泡菜的研究报道较多，主要包括酸洗机理分析、工艺改进、功能和成分分析。然而，泡菜缺乏集约化加工，通常在小车间加工，泡菜的基本成分的组成和风味特征尚未完全了解。本研究旨在研究橄榄菜的理化性质以及不同贮藏条件下橄榄菜的挥发性化合物特征。

### 方法：

本文选用广州的食品有限公司生产的橄榄菜，创新性地采用顶空-气相色谱-离子迁移光谱法测定了在不同贮藏条件下的橄榄菜的挥发性化合物特征。

### 结果：

橄榄菜的含水量为 22.70%，含盐量为 3.10%，属于腌制食品。橄榄菜的脂肪含量为 45.4 g/100g，橄榄菜的含糖量较低，仅为 0.167 g/100g。橄榄菜中未检测到亚硝酸盐和丙烯酰胺。检测到挥发性化合物 57 种，其中醛类 30 种，酮类 8 种，醇类 5 种，酯类 2 种，烷烃类化合物 8 种，呋喃类 1 种，含硫化合物 3 种。4℃ 条件下储存 21 天的橄榄菜产生了更多的烯烃，其中柠檬烯会产生一种令人愉快的柠檬香气，因此在 4℃ 储存的橄榄菜中可产生一种理想的气味。新鲜的橄榄菜中部分挥发性化合物含量较低，包括 (E, E)-2, 4-庚二烯醛、5-甲基糠醛、(E)-2-辛烯醛、(E)-2-戊烯醛和庚烯醛，但它们会随贮藏时间的增加而增加。橄榄菜中的挥发性化合物浓度随储存时间的变化而变化，但在 0℃ 贮藏条件下变化最小。

### 结论：

该橄榄菜符合中国食品安全管理规定。风味化合物可以区分不同保存条件下的橄榄菜样品。评价不同贮藏条件对橄榄菜风味成分的影响，还可为提高橄榄菜风味品质提供理论依据。此外，本研究还可为发展传统食品和标准化工业生产提供依据。

**关键字** 橄榄菜；贮藏条件；挥发性化合物；HS-GC-IMS

分类：食物与营养

## 甘肃省松针绿壳鸡蛋营养成分分析及安全评价

姜峻玥<sup>1</sup>、黄佳婷<sup>1</sup>、高亚鹏<sup>2</sup>、王玉\*<sup>1</sup>

1. 兰州大学

2. 甘肃汇盛裕丰农业科技有限公司

**目的** 为了探讨喂养松针和黄连粉的黑羽乌鸡所产绿壳蛋的营养成分和安全性，做出松针绿壳鸡蛋的营养价值及安全性评价。**方法** 本项目是甘肃省营养学会立项课题 GSYX:2022003。随机抽取甘肃省新鲜松针绿壳鸡蛋 20 枚，测定其营养成分及安全性指标。**结果** 松针绿壳鸡蛋的蛋白质含量为 10.80g/100g，维生素 D 的含量 2.22mg/100g，维生素 A 的含量为 88.6mg/100g。松针绿壳鸡蛋的总氨基酸含量为 13.70g/100g，高于市售其它品种的鸡蛋。必需氨基酸的总含量为 5.70g/100g，其中，苏氨酸含量为 0.62g/100 g，缬氨酸含量为 0.93 g/100 g，蛋氨酸含量为 0.47g/100 g，异亮氨酸含量为 0.73g/100 g，亮氨酸含量为 1.16g/100g，苯丙氨酸含量为 0.71g/100 g，赖氨酸含量为 1.08g/100 g，占总氨基酸含量的 41.60%。值得关注的是，婴幼儿生长发育必须的组氨酸含量较高为 0.42g/100 g。松针绿壳鸡蛋的鲜味氨基酸（天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、精氨酸）的含量为 5.37g/100g，显著高于市售其它品种的鸡蛋，占总氨基酸含量的 39.19%。针绿壳鸡蛋中硒、锌、铁、钙的含量分别为 0.032mg/kg、18.40mg/kg、26.40mg/kg、59.00mg/kg，其中钙的含量最高，铁、锌的含量明显高于市售其他品种鸡蛋。依据国家标准，未检出铅等重金属、氟喹诺酮类药物、氯霉素等抗生素的残留，大肠杆菌在国家标准允许范围内，说松针绿壳鸡蛋是安全放心的蛋。**结论** 以松针粉及黄连等中药复配饲料喂养的乌鸡所产的松针绿壳鸡蛋中：蛋白质含量处于中等偏上水平，氨基酸含量较高，其中必需氨基酸占比较高，亮氨酸、蛋氨酸、赖氨酸相比其他蛋类含量更为丰富；鲜味氨基酸含量在蛋类中处于上等水平，表明松针绿壳鸡蛋的口感更鲜美；就矿物元素而言，钙含量最高，铁、锌的含量比市面上其它普通土鸡蛋更高。未检出铅等重金属、氟喹诺酮类药物、氯霉素等抗生素的残留，大肠杆菌在国家标准允许范围内，说明松针绿壳鸡蛋营养价值高，安全性有保证，在市场上有较好的前景。应该加大对甘肃黑羽乌鸡的品种培育力度，开发特色喂养饲料，为日后蛋品的加工利用以及进一步开展禽类品种改良、提高蛋品质等方面提供帮助。

**关键字** 松针粉；绿壳鸡蛋；营养价值；安全性

## 焉支野黑麦营养成分分析与评价

黄佳婷<sup>1</sup>、姜峻玥<sup>1</sup>、李建军<sup>2</sup>、鹿盼婷<sup>1</sup>、王玉\*<sup>1</sup>

1. 兰州大学公共卫生学院

2. 山丹县三禾农业科技开发有限公司

**目的：**分析评价甘肃山丹县种植的焉支野黑麦的营养成分，为其开发利用提供参考。**方法：**采用国家标准分析方法测定焉支野黑麦的营养成分，以普通小麦、河东乌麦为对照，对其营养价值进行综合比较和评价。**结果：**焉支野黑麦中蛋白质含量为20.5%，粗脂肪为7.2%，碳水化合物为49.6%，粗纤维为11.3%。焉支野黑麦含有17种氨基酸，氨基酸总量达到18.126%，较普通小麦高出45.24%，较河东乌麦高出13.93%，其中7种必需氨基酸占氨基酸总量的5.358%，非必需氨基酸占9.032%。焉支野黑麦含有14种脂肪酸，不饱和脂肪酸含量丰富，占脂肪酸总量的83.24%，其中亚油酸含量最高(49.99%)，油酸含量次之(30.00%)。饱和脂肪酸占16.76%，其中棕榈酸含量最高(14.58%)。必需脂肪酸含量占脂肪酸总量的52.30%，饱和脂肪酸：单不饱和脂肪酸：多不饱和脂肪酸为1:2:3.25。未检出反式脂肪酸。焉支野黑麦的维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>、钙含量较低，铁、锌、硒含量较高，分别为4.47mg/100g、2.98mg/100g、0.0593mg/100g。与普通小麦相比，焉支野黑麦的蛋白质含量高出51.85%，脂肪含量高出380.0%，粗纤维含量高出253.13%，碳水化合物含量低于普通小麦32.43%，锌元素高出33.63%，铁元素高出104.11%，硒元素高出530.85%；与河东乌麦相比，其蛋白质含量高出27.33%，脂肪含量高出323.53%，粗纤维含量高出145.65%，碳水化合物含量低于河东乌麦34.01%，锌元素高出30.70%，铁元素高出53.08%，硒元素高出196.50%。根据氨基酸评分和化学评分，焉支野黑麦中富含蛋氨酸+胱氨酸和苯丙氨酸+酪氨酸，其第一限制性氨基酸为赖氨酸，含量为0.433%，是普通小麦的1.5倍。焉支野黑麦的必需氨基酸指数为62.32，高于普通小麦，低于青稞、藜麦等。此外，焉支野黑麦中含有大量的黄酮类化合物，含量为0.12mg/100g，是黄酮小麦山农101号的1.2倍左右，是普通小麦的5倍左右。**结论：**焉支野黑麦是一种粗蛋白含量高，粗纤维含量高，低碳水化合物，必需氨基酸种类齐全，富含不饱和脂肪酸，富铁、富硒，营养价值较高的新黑色食品资源，有很好的开发应用前景。

**关键字** 焉支野黑麦；营养成分；营养评价

分类：食物与营养

## Cy3G 对 APP/PS1 小鼠炎症与肠道菌群的影响

徐雅馨<sup>1,2</sup>、蒋与刚<sup>\*1</sup>

1. 环境医学与作业医学研究所
2. 中国医科大学

**目的** 阿尔茨海默病 (Alzheimer's disease, AD) 是痴呆最常见的致病原因, 主要表现为进行性认知功能损伤以及精神和行为失调等, 但 AD 的发病机制至今还未研究清楚。APP/PS1 双转基因小鼠是研究阿尔茨海默病的一种常见动物模型。近年来, 越来越多的研究表明 AD 的发生发展与肠道菌群失调密切相关。生理状态下, 肠道菌群种类、数量和比例相对稳定, 且与宿主保持动态平衡, 调节宿主大脑功能、影响宿主认知行为, 被称为“第二大脑”, 健康的肠道菌群有利于维护大脑的认知功能。花色苷具有多种生物活性, 可以降低 AD 的发病风险。矢车菊素-3-O-葡萄糖苷 (Cy3G) 是一种常见花色苷。本研究探讨 Cy3G 对阿尔茨海默病动物模型 APP/PS1 双转基因小鼠的炎症及肠道菌群组成的影响。

**方法** 32 只 6 月龄雄性 APP/PS1 小鼠随机分为 2 组, 每组 16 只。Cy3G 干预组小鼠灌胃 Cy3G 50 mg/(kg·bw·d)。模型组小鼠灌胃等量生理盐水。同窝野生基因型小鼠 16 只作为阴性对照组灌胃等量生理盐水。干预周期为 8 周, 实验结束后采集小鼠血清、结肠、脑组织和粪便, ELISA 试剂盒测定小鼠血清神经递质的水平、脑组织炎症因子水平、Western blot 检测结肠紧密连接蛋白的表达、对结肠内容物进行高通量 16S rRNA 测序分析肠道菌群多样性和群落结构。

**结果** 与模型组相比, Cy3G 干预可以显著提高 APP/PS1 小鼠血清 BDNF、GABA 水平 ( $P<0.01$ ), 增加结肠组织紧密连接蛋白 Occludin、ZO-1 的表达 ( $P<0.01$ )。APP/PS1 小鼠在 Cy3G 干预后脑组织炎症因子 COX-2、IL-6、iNOS、TNF- $\alpha$  和 IL-1 $\beta$  的水平有下降趋势。16S rRNA 高通量测序结果显示, Cy3G 干预 APP/PS1 小鼠肠道菌群的  $\beta$ -多样性上升。在门水平的物种相对丰度分布上, Cy3G 干预后厚壁菌门丰度显著下降, 拟杆菌门丰度显著增加 ( $P<0.05$ ), 干预组降低了厚壁菌门/拟杆菌门的比值。主坐标分析显示, Cy3G 干预后, 模型小鼠肠道菌群物种组成接近正常对照组。

**结论** 饮食干预来预防神经退行性疾病的发生是一种安全有效的方式, 在 Cy3G 干预后 APP/PS1 小鼠的炎症反应、结肠屏障功能、肠道菌群结构与组成得到改善。初步揭示了肠道菌群可能是防治阿尔茨海默病的新靶点。由于肠道菌群结构与组成也相对复杂, 其作用机制仍需深入探讨。

**关键字** 矢车菊素-3-O-葡萄糖苷; 阿尔茨海默病; 肠道菌群

分类：食物与营养

## 重庆市售乳品中脂肪酸组成及含量分析

胡子聪<sup>3</sup>、房翠兰\*<sup>1,2</sup>、张清<sup>1</sup>

1. 重庆市九龙坡区疾病预防控制中心
2. 中国疾病预防控制中心
3. 温州市农业科学研究院食品科学研究所

目的：乳品中的脂肪酸是一种促进机体生长发育的重要营养物质，不仅能够作为主要的能量和必需脂肪酸来源，还对大脑、神经系统、视觉系统等发育具有重要促进作用。在营养缺乏的情况下，乳品是主要的营养补充剂，这就要求乳品的调配必须考虑优化各种脂肪酸及其他营养素的组成和含量，确保能够满足机体营养所需。通过对重庆地区市售的不同品牌的乳品中脂肪酸组成及含量进行检测分析，为研究开发营养全面的乳品提供依据，为国内乳品营养成分现状研究提供基础数据，也为中国食物营养信息系统建设提供数据支撑。方法：随机购买重庆地区市场上具有代表性的33种乳品，称取试样0.1 g~10 g（精确至0.1 mg）于250 mL平底烧瓶中，先加入100 mg 焦性没食子酸、2 mL 95%乙醇和4 mL 纯水，混匀。再加5 mL 氨水，混匀后80℃水浴20 min。结束后冷却至室温，加入10 mL 95%乙醇，混匀。水解液移至分液漏斗中，加入50 mL 乙醚/石油醚混合液，振摇5 min，静置10 min。将醚层提取液收集到烧瓶中，重复提取3次，合并提取液。提取液浓缩至干，残留物为脂肪提取物，向其中加入8 mL 2%氢氧化钠甲醇溶液，80℃水浴回流至油滴消失。从回流冷凝器上端加入7 mL 15%三氟化硼甲醇溶液，80℃水浴继续回流2 min。完成后迅速冷却至室温，准确加入20 mL 正庚烷、饱和氯化钠水溶液，混匀后静置分层。吸取上层溶液于试管中，加入3 g 无水硫酸钠，振摇1 min，静置5 min，取上清液进行气相色谱分析。结果：本研究一共检出26种脂肪酸，各样品中脂肪酸的组成及含量差异较大，棕榈酸含量最高（17.89%~49.01%），其次是油酸（18.52%~33.72%），而亚油酸含量最高可达29.54%，最低仅为1.01%；4款乳品中检出了DHA（C22：6n3），所有乳粉中均未检出EPA（C20：5n3）；10款乳品中亚油酸与 $\alpha$ -亚麻酸比值（1.40~4.00）低于以往研究报道的其他乳品，如人乳（8.92）、牛乳（2.78）和山羊乳（3.10）等，其余脂肪酸含量均与以往研究结果类似。结论：不同品牌的乳品的脂肪酸组成及含量需要进行不断优化、合理配比，以满足机体的营养需求。该研究也提示重庆居民，在摄入乳品的同时，可能要从其他饮食中适当增加多不饱和脂肪酸的摄入，来保持膳食中各种脂肪酸的平衡。

**关键字** 乳品；营养成分；脂肪酸

分类：食物与营养

## 基于 CiteSpace 的柚皮苷研究现状可视化分析

蔡梦宇、高标、周启程、侍文静、屈易萃、李红霞、沈慧\*  
中国人民解放军海军军医大学海军医学系海军营养与食品卫生学教研室

**研究目的：**柚皮苷是一种药食同源的天然植物化合物，主要存在于芸香科植物柚果实，如葡萄柚、橘、橙的果皮和果肉中，同时它也是中国传统中药骨碎补、化橘红、枳实、枳壳的主要活性成分。为掌握柚皮苷的研究进展及研究热点，了解该研究领域的国家、作者、机构和期刊的研究现状。本研究运用文献计量学和 CiteSpace 可视化分析软件对收录于 CNKI（中国知网）数据库和 WOS（Web of Science）数据库的与柚皮苷相关文章进行分析。

**研究方法：**使用 CiteSpace 可视化分析软件对 1936-2022 年间被 WOS（Web of Science）数据库收录的 2781 篇英文文献和 1982-2022 年间被 CNKI（中国知网）数据库收录的 2386 篇中文文献进行分析。分别从国家、机构、作者合作情况角度进行网络图谱分析柚皮苷研究领域的活跃程度，并通过关键词聚类图谱、关键词时间域和突现检测角度分析柚皮苷研究的热点方向发展趋势。

**研究结果：**国家合作网络图谱分析结果表明，研究报道柚皮苷最多的国家依次为中国、印度和美国；对柚皮苷研究贡献最大的国家依次是美国、印度和中国；综合中国和国际作者发文情况的分析，林励、陈丹、苏薇薇、倪辉等是国内柚皮苷研究的引领者；《中草药》和《Food Chemistry》是柚皮苷发文量最高的期刊；机构合作网络图谱分析结果表明，中文文献中广州中医药大学对柚皮苷的报道最多，英文文献中中山大学发文量最多；关键词聚类分析显示中文文献研究侧重于柚皮苷的提取工艺和含量测定，英文文献侧重于柚皮苷的生物机制研究；关键词时间域和关键词突现分析结果显示柚皮苷的提取、含量测定及其相关的生物机制仍为未来研究的热点。

**研究结论：**柚皮苷在自然界中广泛存在，生产工艺稳定，廉价易得。已有大量的研究报道表明柚皮苷生物活性较强，作用靶点较多，具有抗炎、抗过敏、抗氧化、抗凋亡、保护神经细胞等药理学作用。但中国目前与柚皮苷相关的研究方向主要为提取工艺、生物活性、药理作用和制剂制备，与茶黄素、槲皮素、原花青素等已经有大量研究报道的多靶点植物化合物相比，科研人员对柚皮苷机制相关研究的关注度稍显不足。因此在植物化合物相关营养机制研究方面，柚皮苷具有较为广阔的研究前景。

**关键词：**柚皮苷；CiteSpace；可视化分析

**关键字** 柚皮苷；CiteSpace；可视化分析

分类：食物与营养

# 葡萄籽原花青素对人工反式脂肪酸诱导肥胖大鼠血脂代谢的影响及其机制研究

张玲\*、马伟平、马旋、苏馨雅  
宁夏医科大学

**目的** 探讨葡萄籽原花青素(grape seed proanthocyanin extract, GSPE)对人工反式脂肪酸(industrial trans fatty acids, ITFAs)诱导肥胖大鼠血脂的影响及其可能机制。**方法** 将初断乳的SD雄鼠45只随机分为对照组(饲以基础饲料)、ITFAs组(饲以ITFAs饲料)、ITFAs+GSPE组(饲以ITFAs饲料)3组,每组15只,每日灌胃GSPE 100 mg / (kg·d) 1ml,其他两组给予相应体积的生理盐水。每周监测体重,干预10w后,腹主动脉取血,计算脂肪系数,检测血脂、内脏脂肪组织中脂肪甘油三酯脂酶、激素敏感性脂肪酶、脂蛋白脂肪酶 mRNA 及其蛋白表达水平。**结果** 与对照组相比,ITFAs组大鼠体重在干预2w后开始有明显增加,从第5w开始ITFAs+GSPE组大鼠体重明显增加。在干预10w时两组大鼠内脏脂肪系数明显增加,且ITFAs组高于ITFAs+GSPE组,并且出现不同程度的血脂紊乱现象;内脏脂肪组织中脂肪甘油三酯脂酶、激素敏感性脂肪酶 mRNA 表达水平明显减少,脂蛋白脂肪酶 mRNA 表达水平增加;ITFAs组酶激素敏感性脂肪酶蛋白表达水平明显降低,脂蛋白脂肪酶蛋白表达水平明显升高;ITFAs+G组脂肪甘油三酯脂酶、激素敏感性脂肪酶 mRNA 表达水平高于ITFAs组,脂蛋白脂肪酶 mRNA 表达水平低于ITFAs组,以上差异均具有统计学意义( $P < 0.05$  或  $0.01$ )。**结论** ITFAs可能通过作用于内脏脂肪代谢关键酶的表达,诱导大鼠肥胖及血脂水平改变,而葡萄籽原花青素对ITFAs诱导肥胖大鼠的血脂代谢紊乱具有一定的防护作用。

**关键词:** 葡萄籽原花青素;肥胖;人工反式脂肪酸;脂代谢;内脏脂肪

**作者:** 张玲、马伟平、马旋、苏馨雅

**单位:** 宁夏医科大学

学

**邮箱:** zhangling@nxmu.edu.cn

**关键字** 葡萄籽原花青素;肥胖;人工反式脂肪酸;脂代谢;内脏脂肪

分类：食物与营养

## 槲皮素抑制 G6PD 促进肺癌 EGFR T790M 突变蛋白降解

葛泽河<sup>1</sup>、钱旭\*<sup>1,2</sup>

1. 南京医科大学
2. 江苏省肿瘤研究所

**研究背景：**EGFR<sup>T790M</sup>突变是导致非小细胞肺癌（non-small cell lung cancer, NSCLC）患者对第一代酪氨酸激酶抑制剂（tyrosine kinase inhibitors, TKIs）耐药的主要原因。然而，对于第一代 TKIs 的增敏和延缓 EGFR<sup>T790M</sup>突变的出现，可选择的治疗方案有限。

**研究方法：**利用槲皮素的糖基化酶促反应并联合点击化学反应富集槲皮素相关的结合蛋白，并进行质谱鉴定。采用表面等离子共振（SPR）、微尺度热泳动（MST）、蛋白下拉实验和稳定同位素示踪实验验证槲皮素对其靶向蛋白的抑制作用。利用合成的氧杂吡丙啶基（oxaziridine-based）探针结合质谱检测 EGFR<sup>T790M</sup>蛋白的 M790 氧化。在细胞系和临床前动物模型中检测槲皮素联合吉非替尼的治疗效果。通过公共数据库和 NSCLC 临床样本分析探讨槲皮素靶向蛋白与 EGFR<sup>T790M</sup>突变发生的关联性。

**研究结果：**我们证明了槲皮素作为一种具有广泛健康促进作用的植物化学物质，它可以直接与葡萄糖-6-磷酸脱氢酶（glucose-6-phosphate dehydrogenase, G6PD）结合，并通过竞争性地抑制 NADP<sup>+</sup>在催化域的结合来降低 G6PD 的酶活性。该抑制作用引发细胞内 NADPH 水平降低，导致甲硫氨酸还原酶 A（methionine reductase A, MsrA）底物不足，从而致 EGFR<sup>T790M</sup>的 M790 氧化累积最终诱导 EGFR<sup>T790M</sup>降解。在体外和体内模型中，槲皮素协同增强吉非替尼对 EGFR<sup>T790M</sup>阳性 NSCLC 的治疗作用，并延迟 EGFR<sup>T790M</sup>突变的产生。G6PD 高表达与 NSCLC 患者不良预后及 EGFR<sup>T790M</sup>突变出现时间呈现出相关性。

**研究结论：**这些发现证实了槲皮素通过直接靶向 G6PD 在 NSCLC 患者中克服 EGFR<sup>T790M</sup>突变驱动的 TKI 耐药的潜在意义和临床价值。

**关键字** 葡萄糖-6-磷酸脱氢酶，槲皮素，非小细胞肺癌，EGFR T790M，蛋氨酸氧化

分类：食物与营养

## 内皮祖细胞作为食品营养研究领域新兴的心血管风险因素：进展与挑战

夏雪娟\*<sup>1</sup>、李冠楠<sup>2</sup>、Wang Jiong Wei<sup>3</sup>、Kim Jung Eun<sup>4</sup>

1. 上海理工大学健康科学与工程学院
2. 西南大学家蚕基因组国家重点实验室
3. 新加坡国立大学 Yong Loo Lin 医学院
4. 新加坡国立大学食品科学与技术学院

**背景：**心血管疾病（Cardiovascular diseases, CVDs）是全球疾病和死亡的首要原因。饮食是 CVDs 发生和发展的促成因素，而合理膳食可预防和降低 CVDs 多重危险。内皮祖细胞（Endothelial progenitor cells, EPCs）是一类来源于骨髓，在成人血液中循环，可分化为成熟内皮细胞的祖细胞，在维持心血管健康中发挥着关键作用。研究表明 EPCs 有望成为评估营养干预改善心血管健康的生物标志物。**目的和方法：**本文梳理了 EPCs 的定义、细胞种类和特征，系统回顾和总结了有关食品营养对 EPCs 数量和功能影响的研究。同时为规避 EPCs 词汇的不规范使用，采用统一的分类方法对文献中的 EPCs 进行重新定义。最后指明了目前该领域所面临的挑战并提出相应的应对措施。**结果：**EPCs 广义上可分为 circulating EPCs、colony-forming unit-endothelial cells、circulating angiogenic cells (CACs)、blood outgrowth endothelial cells (BOECs) 四种类型。狭义上认为 BOECs 才是真正的 EPCs，因其具有克隆性增殖能力和体外血管形成能力，并可归巢于体内血管受损部位，促进血管新生并修复血管壁。检索结果表明营养研究多关注于 circulating EPCs，其次是 CACs，仅少数研究采用了 BOECs。研究较一致地表明健康饮食（如地中海饮食、超重人群的限制饮食）、特定食物（如水果蔬菜、橄榄油、红酒、茶、奇亚籽）和营养素（如多酚、不饱和脂肪酸、无机硝酸盐、维生素）会增加 EPCs 的数量、增强 EPCs 的功能。相反，高剂量糖、代糖、盐或果糖等会损害 EPCs 的功能。但相同饮食、食物或营养素的不一致结果也同时存在于所有类型 EPCs 中。**结论：**EPCs 在营养干预影响心血管健康中发挥紧要作用，具有良好的应用前景。建议未来的研究应着眼于 BOECs，探讨营养干预对 BOECs 的影响机理。但由于 circulating EPCs 分析方法相对简单，可预测未来更多的研究仍将采用该指标。目前仍缺乏 EPCs 的精确定义和表征方法。一旦明确了 EPCs 的定义和特征，它们将成为评估心血管疾病营养预防有效性的重要标志物。

**关键字** 心血管疾病，内皮祖细胞，食物，营养，Blood outgrowth endothelial cells

分类：食物与营养

## 市售包装矿泉水冲泡茶叶特性分析

陈然\*、王梦倩、田立娜、孟庆佳、邵丹青  
中粮营养健康研究院有限公司

### 目的：

伴随经济增长与消费行为的改变，包装饮用水已经成为居民饮用水的重要来源。调研显示我国 16 省（市）3 岁及以上人群中，包装饮用水总消费量占每日推荐摄入量的 20%。茶叶中含有大量的功能成分，冲泡茶叶的水与其茶汤酚类物质含量及抗氧化性具有一定关系。本研究通过探究不同包装矿泉水冲泡茶叶后颜色、酚类物质含量及抗氧化性变化，为指导健康饮茶提供基础数据。

### 方法：

根据电商销量选取市售 10 款常见矿泉水，测定其 pH 值、钙、镁、偏硅酸、溶解性固体等指标，并按照料液比 1:50 冲泡龙井绿茶、海堤红茶、普洱生茶 3 种茶叶 5min，将冲泡后的茶汤用定量滤纸过滤，取澄清液体测定色差值（L、a、b 值）、多酚含量、总黄酮含量、DPPH 清除率及 ORAC 值，并进行相关性分析。

### 结果：

1、龙井绿茶茶汤亮度及多酚含量、黄酮含量与溶解性总固体成负相关，亮度与钙离子浓度呈极显著负相关。说明矿泉水中溶解性总固体、特别是钙含量较高时，会降低绿茶茶汤中有效成分含量，并降低感官品质。

2、海堤红茶茶汤亮度、DPPH 清除率与钙离子浓度呈极显著负相关，同时茶汤红色值随偏硅酸浓度上升而增加。说明钙含量较低的矿泉水更有助于保持红茶感官品质和抗氧化性，而适宜的偏硅酸能够让红茶呈现偏红的颜色。

3、普洱生茶在不同水中黄酮浸出量差别较大，钙离子浓度较低的矿泉水冲泡后，普洱茶汤具有较强的 ORAC 抗氧化能力。

4、相关性分析显示：茶汤中 ORAC 抗氧化能力和多酚含量以及茶汤的亮度呈极显著正相关，和可溶性糖含量以及茶汤的色度呈显著负相关。茶汤中 DPPH 自由基清除能力和黄酮含量呈极显著正相关，和茶汤 pH 呈极显著负相关。

### 结论：

市售包装矿泉水的成分有较大差异，不同矿泉水冲泡茶叶后，对茶汤颜色、酚类物质含量及抗氧化性均有不同的影响，且与茶叶品种相关。偏硅酸含量适中，钙离子浓度较低的矿泉水适合冲泡红茶；钙离子含量低、偏硅酸含量高的矿泉水更适宜冲泡普洱生茶；总离子含量较低的矿泉水适合冲泡龙井绿茶。

**关键字** 矿泉水、茶汤、多酚、颜色、抗氧化性

分类：食物与营养

## 6-姜酚生理功能及其作用机制的研究进展

闵瑞雪\*  
郑州大学

**目的** 目前，开发天然药物已经成为热点。生姜(Ginger)，是姜科(Zingiberaceae)姜属植物(Zingiber officinale Rosc)的根茎部分，是生活中常用的调味料，并且在我国传统中医药领域占据重要地位。姜酚类化合物包括6-姜酚、8-姜酚、10-姜酚，其中6-姜酚(6-gingerol, (5S)-5-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)癸-3-酮)含量最高，是生姜中生物活性物质的代表性成分。6-姜酚具有多种生物活性，如抗氧化、抗肿瘤、抗炎、强心、降压、降血脂、降血糖、抗凝等，并且具有抑制血管生成，改善肠道消化功能，抑制脂肪形成，预防营养性脂肪性肝炎等多种药理学活性。本文就6-姜酚的生理功能和作用机制进行综合论述，以便为开发新的疾病预防和治疗药物提供理论依据。

**方法** 计算机检索近几年PubMed、中国知网等数据库中有关6-姜酚的文献，分别从6-姜酚降脂功能、预防糖尿病功能、抗氧化功能、抗肿瘤功能和其他功能五个方面进行归纳分析，探讨姜黄素的生理功能及其作用机制。

**结果** 研究表明，6-姜酚可使喂食HFD的大鼠的FFA，胆固醇，磷脂和高密度脂蛋白(HDL)减少，另一方面6-姜酚会抑制 $\alpha$ -淀粉酶活性，它有助于减少碳水化合物的肠吸收，增强胰岛素敏感性并有助于发挥其自身的抗高血糖和抗肥胖作用。6-姜酚还在链脲佐菌素诱导的糖尿病大鼠与高脂膳食的大鼠中起到了抗糖尿病与降血脂的功效。不仅如此，6-姜酚抗氧化效果强于维生素E和丁基羟基茴香醚，能明显地清除生物体中羟基自由基和超氧自由基及降低肝脑组织中的脂质过氧化物。它还有明显的抗肿瘤功能，6-姜酚的抗肿瘤机制主要包括对肿瘤相关基因蛋白的调控，对肿瘤细胞生长增殖的抑制、诱导肿瘤细胞凋亡以及影响肿瘤细胞周期等方面。除此以外，6-姜酚可显著改善接受辅助化疗的癌症患者中的化疗相关性呕吐(chemotherapy-induced nausea and vomiting, CINV)、食欲与生活质量。

**结论** 植物来源的天然化合物具有安全性高、来源广泛等特点，因此从植物中筛选新的、副作用更小的生理活性成分已成为现代预防医学的研究热点之一。6-姜酚具有较好的降脂、抗糖尿病、抗氧化和抗肿瘤等生理功能，值得进一步深入研究其分子作用机制和药物机制。

**关键字** 6-姜酚；生理功能；作用机制

分类：食物与营养

# 草果乙醇提取物生物对体外代谢酶活性及其生物活性成分的研究

王珍\*、管孝贤  
郑州大学公共卫生学院

**目的** 本文研究草果乙醇提取物模拟消化前后对体外糖脂代谢关键酶的抑制作用与其生物活性成分，为 2 型糖尿病的防治提供科学依据。**方法** 选取糖脂代谢关键酶  $\alpha$ -淀粉酶、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、胰脂肪酶和乙酰胆碱酯酶进行草果乙醇提取物的体外酶抑制实验，评估草果乙醇提取物的降糖降脂作用。采用静态体外消化法模拟草果乙醇提取物在不同时间经口腔、胃和肠道的消化，评价糖脂代谢关键酶抑制活性。利用 HPLC 技术分析草果乙醇提取物中的生物活性成分，通过改进的 Dowd 法测定总黄酮含量，并用 UPLC-MS/MS 技术对黄酮类化合物进行分析鉴定。将获得的黄酮类化合物的保留时间、质荷比、碎片离子峰、分子式等信息，与相应数据库（PlantMAT、BioDeepDB 和 KEGG）进行匹配，得到黄酮类化合物的成分信息。**结果** 草果乙醇提取物对糖代谢相关的  $\alpha$ -淀粉酶和  $\alpha$ -葡萄糖苷酶有强抑制作用，IC<sub>50</sub> 分别为 33.85 mg/mL 和 3.64 mg/mL，对脂代谢相关的胰脂肪酶和乙酰胆碱酯酶也呈抑制作用，IC<sub>50</sub> 分别为 118.05 mg/mL 和 110.27 mg/mL。模拟消化后，草果乙醇提取物对  $\alpha$ -淀粉酶和胰脂肪酶抑制作用减弱，对乙酰胆碱酯酶的抑制作用增强，对  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制没有较大改变。模拟消化时间影响草果乙醇提取物的酶抑制功能，对乙酰胆碱酯酶抑制功能的影响最小。通过 HPLC 方法从草果乙醇提取物中分析得出 10 种活性成分，其中 3 种为酚酸类，6 种为黄酮类，1 种为二苯基庚烷类。草果乙醇提取物中总黄酮含量为 0.73 mg QE/g DW，利用 UPLC-MS/MS 技术进一步从中鉴定出 25 种黄酮类成分，其中相对丰度较高的主要有 2''-O-没食子酰基金丝桃苷、日当药黄素、槲皮素-7-O-鼠李糖苷、(+)-儿茶素、槲皮素、Epsilon-白藜芦醇脱氢二聚体和原花青素 B1。**结论** 草果乙醇提取物模拟消化前后均有较强的体外  $\alpha$ -淀粉酶、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、胰脂肪酶和乙酰胆碱酯酶抑制活性，表明草果具有良好且稳定的降糖降脂作用。草果乙醇提取物中含有酚酸、黄酮和二苯基庚烷类化合物，其中黄酮类化合物成分丰富，可进行更深入的研发和利用。

**关键字** 草果；乙醇提取物；代谢酶；降糖降脂

分类：食物与营养

## 番茄和番茄红素与紫外线诱导皮肤恶化的相关性研究

周起伦\*、张晓峰  
郑州大学

目的：番茄红素作为一种天然抗氧化剂，被研究用于紫外线辐射(UVR)的光保护，是类胡萝卜素中最有效的清除活性氧(ROS)的一种，因此它已被用作多种疾病的营养药物，如光保护和心血管疾病。本文旨在通过对现有人群干预实验的回顾，总结番茄和番茄红素对健康人群皮肤光损伤和皮肤光老化的保护作用。方法：从开始到2021年1月，不受限制地检索了PubMed、Scopus、EBSCO、Web of Science和Cochrane Library等5个电子数据库。感兴趣的结局指标是最小红斑剂量(MED)，补充后和补充前紫外线照射后24小时红斑发展水平的差异( $\Delta a^*$ )，基质金属蛋白酶1(MMP-1)，细胞间粘附分子1(ICAM-1)，皮肤厚度，皮肤密度，皮肤弹性和皮肤色素沉着。采用Cochrane协作工具和ROBINS-I偏倚风险评估工具评估潜在偏倚，采用GRADE pro GDT软件在线版的推荐、评估、发展和评价分级(GRADE)方法对证据的确定性进行评估。结果：在初步检索出的19336份文献中，21篇研究符合纳入标准并进行了Meta分析。最终分析结果为：补充番茄和番茄红素与 $\Delta a^*$  (SMD = -0.770; 95% CI: -1.340, -0.190; P = 0.009)，MMP-1 (SMD = -0.660; 95% CI: -0.969, -0.350; P < 0.001)，ICAM-1 (SMD = -1.003; 95% CI: -1.312, -0.693; P < 0.001)和皮肤色素沉着 (SMD = -0.622; 95% CI: -1.113, -0.131; P = 0.013)的显著降低相关；而补充番茄和番茄红素与MED (SMD = 0.540; 95% CI: 0.200, 0.870; P = 0.002)、皮肤厚度 (SMD = 0.755; 95% CI: 0.340, 1.171; P < 0.001)和皮肤密度 (SMD = 0.998; 95% CI: 0.234, 1.761; P = 0.010)的显著增加相关。结论：这项系统综述和荟萃分析表明，番茄和番茄红素的皮肤保护可能通过促进抗氧化、抗炎和免疫调节作用的不同机制来实现，防止光诱导的皮肤光损伤和皮肤光老化，改善皮肤外观和色素沉着。富含番茄红素的产品可以作为内源性防晒产品，也有很大的开发潜力作为防晒营养药物。

**关键字** 番茄红素；皮肤光损伤；皮肤光老化；Meta分析

分类：食物与营养

## 草果醇提取物对 2 型糖尿病大鼠肝损伤的保护作用研究

李若男\*、任慧林  
郑州大学

**目的** 探讨草果对 2 型糖尿病大鼠肝损伤的影响。**方法** 42 只 6 周龄的 SD 雄性大鼠适应性喂养 1 周后，随机分成正常对照组（NC 组，8 只）和模型组（Mod 组，34 只），两组大鼠分别给予普通饲料和高脂高糖饲料喂养。第 6 周，Mod 组大鼠按 35 mg/kg 体重注射 STZ 溶液，构建 T2DM 模型。将造模成功的 T2DM 大鼠随机分为模型对照组（MC 组）、草果组（AT 组）和二甲双胍组（Met 组）。AT 组和 Met 组大鼠分别使用草果醇提取物和二甲双胍灌胃干预，干预时间为 6 周。期间记录大鼠体重变化，实验结束后对腹主动脉进行采血，收集肝组织。计算肝脏系数，检测血清中谷丙转氨酶（Alanine transaminase, ALT）和谷草转氨酶（Aspartate aminotransferase, AST）含量，检测肝组织中肝糖原含量、己糖激酶（Hexokinase, HK）和丙酮酸激酶（Pyruvate kinase, PK）活力，PAS 染色观察肝脏糖原情况；检测肝组织氧化损伤指标总抗氧化能力（Total antioxidant capacity, T-AOC）、超氧化物歧化酶（Superoxide dismutase, SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（Glutathione peroxidase, GSH-Px）、过氧化氢酶（Catalase, CAT）和丙二醛（Malondialdehyde, MDA）水平，对肝脏组织行 HE 染色、油红 O 染色和 Masson 染色观察其病理变化。**结果** 与 NC 组相比，T2DM 组肝脏系数明显增大（ $P < 0.05$ ）；血清 ALT、AST 水平明显升高（ $P < 0.05$ ）；肝脏糖原含量、PK 和 HK 活力明显降低（ $P < 0.05$ ）；肝脏 T-AOC、SOD、GSH-Px 和 CAT 含量明显降低（ $P < 0.05$ ），MDA 水平明显升高（ $P < 0.05$ ）。与 T2DM 组比较，AT 组能显著改善肝功能指标（ $P < 0.05$ ），肝糖原指标（ $P < 0.05$ ）和肝脏氧化损伤指标（ $P < 0.05$ ）。HE 染色、油红 O 染色和 Masson 染色结果显示，MC 组大鼠肝组织结构紊乱、肝细胞内可见大量脂滴、肝组织中央静脉及汇管区可见大量蓝染的胶原纤维。而草果醇提取物干预 6 周后，AT 组大鼠肝组织结构紊乱程度减轻、肝组织中脂滴聚集明显减少、胶原纤维沉积程度减轻。**结论** 草果醇提取物能够改善 T2DM 大鼠肝功能损伤，增加糖原含量，促进糖原合成，减轻肝脏氧化损伤。

**关键字** 草果；醇提取物；2 型糖尿病；肝脏；氧化损伤

分类：食物与营养

## 园蓝莓汁对四氯化碳致小鼠急性肝损伤的保护机制研究

田颖\*、龚家伟、王倩、胡博然  
扬州大学

目的：研究在鲜榨园蓝莓汁干预下，急性肝损伤小鼠肝脏的损伤和修复程度及其机制。方法：50 只雄性 ICR 小鼠随机分为 5 组：正常对照组（NC）、蓝莓汁对照组（BC）、模型组（MC）、阳性对照组（PC）、蓝莓汁干预组（BI），每组 10 只。BI 和 BC 组灌胃蓝莓汁，灌胃剂量根据《中国居民膳食指南 2022》推荐的水果摄入量及体表面积法，折算成小鼠每日摄入量为 20 ml/kg。PC 组灌胃等体积的联苯双酯水溶液，其余组灌胃等体积的生理盐水。干预 4 周后，腹腔注射 CC14 花生油溶液建立急性肝损伤模型。检测空腹血糖（FBG）、甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、谷丙转氨酶（ALT）、谷草转氨酶（AST）含量；检测超氧化物歧化酶（SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）活性及丙二醛（MDA）含量；检测肝组织炎症因子、肝细胞凋亡相关指标、肝纤维化相关标志物含量。结果：BI 和 PC 组 ALT 和 AST 含量均低于 MC 组（ $P < 0.05$ ）；各组间 FBG、TC、TG 含量的差异相同， $MC > BI > PC$ （ $P < 0.05$ ）。BC、PC 和 BI 组 SOD 活性显著高于 MC 组（ $P < 0.05$ ），且 PC 和 BI 组无显著性差异（ $P > 0.05$ ）；GSH-Px 活性和 SOD 一致；PC、BI 组 MDA 含量低于 MC 组（ $P < 0.05$ ）。肝组织炎症因子中，磷酸化的核因子  $\kappa B$ （p-NF- $\kappa B$ ）含量  $MC > BI > PC > BC > NC$ （ $P < 0.05$ ）；肝细胞凋亡相关指标中，BI 组葡萄糖调节蛋白 78（GRP78）、转录因子 C/EBP 同源蛋白（CHOP）、半胱氨酸蛋白酶-3（caspase-3）含量均显著低于 MC 组（ $P < 0.05$ ）。肝纤维化标志物中，BI 组的  $\alpha$ -平滑肌肌动蛋白（ $\alpha$ -SMA）、金属蛋白酶组织抑制因子-1 含量均显著低于 MC 组（ $P < 0.05$ ）。结论：鲜榨园蓝莓汁可显著减轻急性肝损伤小鼠肝细胞膜脂质过氧化，对于肝组织炎症因子、肝细胞凋亡、肝纤维化等相关指标都有不同程度的抑制作用。

**关键字** 园蓝莓；急性肝损伤；炎症；凋亡；肝纤维化

分类：食物与营养

# 静脉血与指尖血两种采血方式在食物血糖生成指数测试中的应用分析

常静一\*

北京邦尼营策科技有限公司

目的：当前，有些试验研究证实了食物 GI 值的影响因素主要分为测定 GI 值的检测方法和食物本身两个方面。其中在行业标准 WS/T 652-2019 《食物血糖生成指数测定方法》中规定了 GI 值的检测方法，在这一检测过程中使用的是人体试验的方法，所以待测人员的人数、身体素质、参考食物、采血方式等都可能对 GI 值的最终检测结果产生影响。现阶段行标规定 GI 的血样采集要求为指尖毛细血管血（全血）或手背/肘静脉血采血两种采血方式，指尖血检测使用的快速血糖仪是糖尿病患者必备的日常血糖监测仪器之一，在临床上也被广泛接受和使用，具有携带方便，操作简单的优势，但是是否适合应用于专业的食物 GI 值检测试验，还未有相关文献支撑。本研究对两种不同的采血方式进行对比研究，观察两种采血方式对 GI 结果的影响，为食物 GI 值检测的应用提供指导。

方法：严格依据 WS/T 652-2019 《食物血糖生成指数测定方法》操作执行，对 15 名健康志愿者食用两款相同碳水化合物的伊利酸奶，分别使用留置针采集静脉血，生化分析仪葡萄糖氧化酶法检测血糖，与指尖血采集使用快速血糖仪检测血糖，比较餐后 2 h 内不同时间点的血糖值变化，得到其两款酸奶的 GI 值，分析两种采血方式对 GI 结果的影响因素。

结论：两种不同采血方式的血糖曲线整体趋势相似，且所有餐后血糖曲线中指尖血血糖值均高于静脉血血糖值，对照样品葡萄糖的两种采血方式检测所得血糖水平在各个时间点均无统计学差异（ $p > 0.05$ ），但食用两种发酵乳的受试样品后 15、30、45 min 三个时间点，静脉血糖值显著低于指尖血糖值（ $p < 0.05$ ），最终得出的两款发酵乳 GI 值有明显差异。原因可能是用快速血糖仪检测指尖血血糖值的准确性受血糖仪的试纸、采血环境、采血方法、采血部位等多种因素的影响。对比指尖血，静脉血采集更能够比较准确的反映出待检测者的真实血糖情况。食物的 GI 值检测不同于临床或日常普通的血糖监测，食物 GI 值的检测是要求在 2h 内精准、固定时间的血液采集，且要求结果较为精确。虽然本研究结果显示指尖血与静脉血血糖检测结果存在差异，但快速血糖仪更多的是适用于定性待测者的血糖是否在正常范围，并不会对血糖有非常精确的数值要求，更适合应用于临床中对医护对患者或日常家庭需要监测血糖的人群进行血糖范围的监测。

**关键字** 静脉血，指尖血，食物血糖生成指数（Glycemic Index），快速血糖仪，II 型糖尿病

分类：食物与营养

## 基于社交大数据方法探索儿童健康食品创新方向

温焯\*<sup>1</sup>、李洪亮<sup>3</sup>、李劲松<sup>2</sup>、孙月<sup>3</sup>

1. 蒙牛乳业（北京）有限责任公司
2. 蒙牛高科乳制品（北京）有限责任公司
3. 内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司

**目的：**通过社交大数据分析，挖掘父母对儿童营养健康方面的诉求，为儿童健康食品创新提供参考方向。传统的消费者调研存在样本量小、代表性不足、具有引导性等问题，社交大数据方法可以对消费者的线上行为及发声进行分析，在不造成干扰的情况下实时、大规模地了解消费者客观行为和主观感受，为创新方向探索提供更多可能。

**方法：**数据爬取：通过网络爬虫及 API 接口获取主流社交平台上的消费者声量数据，时间段：2020.12-2021.11；设定儿童年龄（2-10岁）及关键词（营养、健康等），命中关键词的内容收集为原始数据。数据清洗：通过 training set plus 机器学习识别水军、僵尸粉等账号，去除其内容。数据语义分析：采用 Biterm Topic Model (BTM) 模型，将关键词相关的大量文本聚类获取话题分组，通过自然语言处理技术，进行语料的实体识别和情感关系识别，输出大数据分析结果。

**结果：**2-3岁儿童生长发育常见问题总声量为712,502，声量占比中免疫力位于第一位（52.1%），排名第二、三位的分别是肠胃问题和缺钙；家长关注的营养成分总声量为291,371，排名第一的是矿物质（45.8%），第二、三位分别是益生菌及维生素。4-6岁儿童生长发育常见问题总声量为629,162，免疫力（54.8%）及肠胃问题（15.4%）同样位于一、二位，视力问题位于第三位；家长关注的营养成分总声量为188,703，益生菌占比25.7%，次于矿物质及维生素位于第三位。7-10岁儿童常见生长发育问题总声量为256,402，免疫力仍位于第一位（28.1%），但与2-6岁相比视力问题较为突出；家长关注的营养成分总声量为85,453，矿物质及维生素仍位居一、二位，叶黄素占比2.1%位于第五位。

**结论：**基于儿童营养健康领域消费者社交大数据分析结果，可为儿童健康食品创新提供如下参考方向：整体来说，2-10岁儿童都需要关注的功能机会点为提高免疫力、改善肠胃、补钙；营养成分机会点为矿物质（钙）、维生素（维生素D）、蛋白质（泛蛋白质）、益生菌。针对2-3岁幼儿期儿童，需要重点关注的功能机会点为改善肠胃，营养成分机会点为益生菌；针对4-6岁学龄前期儿童，需要重点关注的功能机会点为改善肠胃、预防视力问题；营养成分机会点为益生菌、叶黄素；针对7-10岁学龄期儿童，需要重点关注的功能点是预防视力问题，营养成分机会点为叶黄素。

**关键字** 社交大数据、儿童，营养健康，食品，创新，2-10岁

分类：食物与营养

# 代谢组学和网络药理学综合分析 EGCG 预防肥胖相关性早熟的分子机制

顾秋云<sup>1</sup>、夏丽娜<sup>1</sup>、杜秋菊<sup>1</sup>、邵颖<sup>1</sup>、何洁依<sup>1</sup>、伍佩英<sup>1</sup>、沈秀华<sup>2,3</sup>、梁玲玮\*<sup>1</sup>

1. 上海市第一人民医院营养科

2. 上海市交通大学医学院营养系

3. 上海交通大学医学院医学技术学院临床营养系

**目的：**(-)-表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)对肥胖相关的性早熟有预防作用，但其机制仍不清楚。本研究通过血清代谢组学和网络药理学相结合的分析，以揭示 EGCG 在预防肥胖相关性早熟中的机制。

**方法：**采用高效液相色谱-电喷雾串联质谱法分析 EGCG 对随机对照试验中肥胖女童血清代谢物和相关代谢通路的影响。利用网络药理学预测 EGCG 在预防肥胖相关性早熟的靶点和信号通路。EGCG 靶点是从 PharmMapper、SwissTargetPrediction 和 DrugBank 数据库中获得的，而性早熟和肥胖的靶点是在 GeneCards、DrugBank 和 CTD 数据库中筛选的。蛋白质-蛋白质相互作用 (PPI) 关系从 STRING 数据库中获得，并使用 Cytoscape 3.7.2 构建 PPI 网络并分析核心靶基因。R 4.0.3 的 ClusterProfiler 软件包被用来进行基因本体论 (GO) 和京都基因和基因组百科全书 (KEGG) 的途径富集分析。使用 AutoDock Vina 1.1.2 软件进行分子对接验证。

**结果：**在 357 个 EGCG 靶点、3447 个肥胖靶点和 3994 个性早熟靶点的交集中，共发现了 153 个共同靶点。通过 GO 富集分析，共发现 2289 条生物过程，51 条细胞成分和 163 条分子功能 ( $P < 0.05$ )。富集的基因与内分泌相关的途径和过程有关，如雌激素信号通路、孕激素介导的卵母细胞成熟、胰岛素抵抗和催乳素信号通路，以及与信号转导相关的几个信号通路，包括 FoxO 信号通路、MAPK 信号通路、PI3K-Akt 信号通路和 Jak-STAT 信号通路。分子对接分析显示，大多数靶点与 EGCG 有很强的结合亲和力。此外，血清代谢组学筛选出 234 个内源性差异代谢物，网络药理学共确定 153 个共同靶点。这些代谢物和靶点主要涉及内分泌相关途径（雌激素信号通路、胰岛素抵抗和胰岛素分泌）和信号转导（PI3K-Akt、MAPK 和 Jak-STAT 信号通路）的富集途径。综合代谢组学和网络药理学表明，AKT1、EGFR、ESR1、STAT3、IGF1 和 MAPK1 可能是 EGCG 预防肥胖相关性早熟的关键靶点。

**结论：**EGCG 可能通过 AKT1、EGFR、ESR1、STAT3、IGF1 和 MAPK1 等靶点和多种信号通路，包括雌激素、PI3K-Akt、MAPK 和 Jak-STAT 通路，有助于预防肥胖相关的性早熟。

**关键字** (-)-表没食子儿茶素没食子酸酯，肥胖，性早熟，代谢组学，网络药理学

分类：食物与营养

# L-茶氨酸对 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导的小鼠 C2C12 细胞氧化损伤的影响及机制研究

马啸\*、王沙凝、陈恬祯、高宇、郭洁、杨云芬、庞鑫鑫  
云南农业大学

## 目的：

L-Theanine 作为天然活性产物，近年来在细胞水平上具有抗氧化应激作用逐渐被发现，而骨骼肌运动性氧化应激损伤是氧化应激的重要应激源，但目前关于对骨骼肌氧化应激作用的相关研究报导较少。因此，本研究将建立 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导的小鼠 C2C12 细胞氧化损伤的基础上，探讨 L-Theanine 对 C2C12 细胞氧化损伤的作用机制，在细胞水平上为 L-Theanine 治疗骨骼肌损伤提供理论依据，也为日常正确服用 L-Theanine 提供理论指导。

## 方法：

本研究通过细胞实验，采用 MTT、抗氧化试剂盒、HE 染色、Hoechst 荧光染色、Western blot 等方法探讨 L-Theanine 对 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导的小鼠 C2C12 细胞氧化损伤的影响和机制。

结果：（1）H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 组（H 组）显著增加 LDH 活性（ $P < 0.01$ ）、治疗组（HL 组）活性极显著增加（ $P < 0.001$ ）。

（2）L-TN 组（L 组）极显著增加 SOD 活性（ $P < 0.001$ ），H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 组（H 组）极显著降低 SOD 活性（ $P < 0.001$ ）；与 H 组相比，L-TN 治疗组（HL 组）极显著降低细胞内 SOD 抗氧化酶活性（ $P < 0.001$ ）。

（3）H 组（1mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）中，细胞形态由梭状变为纤维状；在 HL1、2、3 组中，细胞形态由梭状变为纤维状逐渐明显。

（4）H 组中，可观察到细胞核与细胞质之间的边缘界限模糊；在三个治疗组 HL1、HL2、HL3 中，细胞核、细胞质边缘模糊程度逐渐明显，HL3 组的核质边缘界限模糊程度高于 H 组，细胞核明显变大，细胞质明显浓缩。

（5）与对照组相比，H 组出现较多、较强的浓染致密的颗粒块状荧光，L 组无该明显现象；在治疗组 HL2、HL3 组中可观察到浓染致密的块状蓝色荧光，且分布均匀；与 H 组相比，HL2、HL3 两组的较强蓝色荧光分布较广，细胞凋亡数量增多。

（6）L-Theanine 通过激活 p38 MAPK、促进 GSK-3 $\beta$  蛋白表达、活化 caspase3 等调节小鼠 C2C12 细胞氧化损伤反应。

## 结论：

L-Theanine 提高小鼠骨骼肌细胞抗氧化活性且不会对细胞形态造成影响，但未能提高 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 诱导的小鼠骨骼肌细胞内的抗氧化活性、降低细胞毒性，且使得氧化应激模型细胞空泡化、凋亡数量增加，并通过 p38 MAPK/GSK-3 $\beta$  信号通路加重了 C2C12 细胞氧化损伤反应。

**关键字** L-Theanine；C2C12 细胞；氧化损伤