

件分解检查检修，目视检查摇枕、侧架是否有裂纹、磨耗、变形等缺陷，并检查减振装置作用良好。更换到达寿命周期的所有尼龙橡胶件和易耗件。轮轴检修，检查轴承外观技术状态，状态不良时须退卸，轴承退卸后送专业厂家检修；对轮对进行清洗除锈，检查轮对外观技术状态及各部位尺寸；对轮对进行磁粉探伤和超声波探伤检查；轮对状态不良时更换轮对；轮对踏面和轮缘磨耗过限时进行旋修加工，轮对各部位尺寸支出检测；轮对检测合格后与轴承同温，轴承与轴颈选配及压装，并进行轴承磨合试验。

4.2.4 D 级修主要作业内容

对整车各部件进行全面分解、除锈、检测、检修、组装、试验和油漆涂装。冲洗与清理后，对车辆进行全面的外观检查，将转向架、钩缓装置与车体分离，拆卸制动装置，车体换为假台车进行手工喷砂除锈。将车体架起后检查，对车体各裂损、腐蚀、变质、变形、松动、焊缝开裂等配件进行修理或更换，补装各丢失配件。阀类、闸调器、制动软管换件修。制动缸、风缸、管件、杠杆、拉杆、手制动机等配件分解除锈检测检修。制动系统组装后进行单车试验，检查整车泄漏、制动和缓解等性能。

4.3 海外维保信息系统

4.3.1 信息系统建设目标

以铁路货车海外维保业务为基础，对车辆检修业务流程进行梳理、优化，形成以“铁路货车台帐”为基础、“检修工单”为核心、“检修业务”为向导、“资源调配”为支持的铁路货车海外维保管理模式。建设目标如下：

实现铁路货车维保台帐管理，建立起车辆及可追溯性配件的检修档案；

实现配件需求、采购、库存管理，为检修业务配件保障提供基础；

建立起数据分析、查询平台，为铁路货车产品质量持续改进提供数据支撑。

4.3.2 信息系统功能架构

铁路货车海外维保管理系统的功能架构主要由铁路货车台帐管理、关键零配件台帐管理、A/B/C/D 等各级修程管理、仓库管理、采购管理及报表管理等组成。

根据各个业务模块的功能特性来划分，可将主要业务分为五大模块，如图 1 所示。



图 1 系统功能模块图

台帐管理。包括车辆台帐、关键零配件台帐等。

工作管理。包括工单管理、检修记录、故障知识库、检修计划、标准作业程序、质检记录等。

物资管理。包括物料名册、库存管理、出库/转移、仓库管理等。

采购管理。包括采购申请单、采购订单、采购验收、供应商管理等。

系统管理。包括用户权限管理、报表管理等。

4.3.3 主要业务流程

梳理、优化车辆检修业务流程，形成以“铁路货车台帐”为基础、“检修工单”为核心、“检修业务”为向导、“资源调配”为支持的铁路货车海外维保管理模式。在运营初期，该系统实现的功能包括：实现铁路货车维保台帐管理，建立起车辆及可追溯性配件的检修档案；实现配件需求、采购、库存管理，为检修业务配件保障提供基础；建立起数据分析、查询平台，为铁路货车产品质量持续改进提供数据支撑。

5 结语

本文针对铁路货车海外维保技术特点，探索合理可行的海外维保模式，实施建设后可推进我国“一带一路”战略，深化“产品+维保”的业务模式，扩大我国铁路货车国际市场规模，提升市场竞争能力。同时，海外维保基地也保证了车辆的正常和安全运行，为客户创造良好的经济和社会效益，促进当地的经济发展。

参考文献

- [1] 刘圣佳.阿布贾城铁内燃动车组系统专业化维保方案[D].综合运输, 2024年, 第7期: 188-192.
- [2] 仇建军, 赵孝俊, 管昊, 王刚强, 邹文.出口巴基斯坦内燃机车维保项目[D].铁道机车与动车, 2021年, 第3期: 43-46.
- [3] 蔡帆.铁路货车海外维保管理信息系统 [J].中外企业家, 2015, (17): 94+97.

Analysis of Functional Components in Health Foods and Research on Their Action Mechanisms

Qing Li

Jinan Administrative Approval Service Bureau, Jinan, Shandong, 250001, China

Abstract

With the upgrading of health consumption concepts, health foods have gradually become an important choice for public health management due to their characteristics of regulating bodily functions and preventing chronic diseases. The core lies in the precise actions of their functional components, which directly influence human physiological functions through mechanisms such as antioxidation, immune regulation, and metabolic intervention. Currently, the industry faces issues such as unclear action mechanisms of components and severe product homogenization, necessitating the use of modern scientific technologies to elucidate the action pathways of functional components and provide a scientific basis for product development. This paper systematically reviews the biological activities of typical functional components in health foods, including polysaccharides, proteins, vitamins, etc. It combines research progress on action mechanisms such as immune regulation, antioxidation, and lipid-lowering to explore their potential applications in preventing cardiovascular diseases, delaying aging, enhancing immunity, and other aspects, providing theoretical support for the functional optimization and industrial upgrading of health foods.

Keywords

health foods; functional components; action mechanisms; immune regulation; antioxidation; chronic disease prevention

保健食品功效成分解析与作用机制研究

李青

济南市行政审批服务局, 山东 · 济南 250001

摘要

随着健康消费观念的升级, 保健食品因其调节机体功能、预防慢性疾病的特性, 逐渐成为公众健康管理的重要选择。其核心在于功效成分的精准作用, 这些成分通过抗氧化、免疫调节、代谢干预等机制, 直接影响人体生理功能。当前, 行业面临成分作用机制不明确、产品同质化严重等问题, 亟需通过现代科学技术解析功效成分的作用路径, 为产品开发提供科学依据。本文系统梳理了保健食品中多糖类、蛋白质类、维生素类等典型功效成分的生物活性, 结合免疫调节、抗氧化、降血脂等作用机制的研究进展, 探讨其在预防心血管疾病、延缓衰老、增强免疫力等方面的应用潜力, 为保健食品的功能优化与产业升级提供理论支持。

关键词

保健食品; 功效成分; 作用机制; 免疫调节; 抗氧化; 慢性病预防

1 功效成分分类与作用机制

保健食品的功效成分涵盖天然植物提取物、动物提取物、矿物质、维生素及生物活性肽等, 其作用机制涉及多条生理通路。

1.1 多糖类成分

多糖类成分是保健食品中一类重要的生物活性物质, 以香菇多糖、枸杞多糖为代表, 其核心功能集中于免疫调节与代谢改善。香菇多糖通过激活巨噬细胞、T 细胞等免疫细胞, 显著增强机体非特异性免疫能力。^[1] 其作用机制涉及免

疫细胞表面受体的识别与结合, 触发信号转导通路, 促进干扰素、白细胞介素等细胞因子的分泌。这些细胞因子形成免疫防御网络, 抑制病原微生物增殖, 同时调节炎症反应的强度, 避免过度免疫损伤。枸杞多糖则通过干预胰岛素信号通路, 改善糖脂代谢异常。其活性分子可与胰岛素受体结合, 激活下游 PI3K/Akt 通路, 促进葡萄糖转运蛋白的表达, 增强细胞对葡萄糖的摄取能力。此外, 枸杞多糖还能抑制脂肪合成相关酶的活性, 减少甘油三酯积累, 对预防糖尿病及其并发症具有潜在价值。多糖类成分的免疫调节与代谢改善功能, 使其在慢性病预防与健康管理中占据重要地位。

1.2 蛋白质类成分

蛋白质类成分经酶解技术处理后, 生物利用率显著提升, 其中大豆肽与乳清蛋白是典型代表。大豆肽中的活性片

【作者简介】李青 (1978-), 女, 中国山东济南人, 本科, 工程师, 从事食品科学与工程研究。

段可通过抑制血管紧张素转换酶活性，减少血管紧张素Ⅱ的生成，从而辅助降低血压。其作用机制涉及酶活性中心的竞争性结合，阻断底物与酶的相互作用，降低血管收缩物质的水平。乳清蛋白富含亮氨酸等支链氨基酸，通过激活 mTOR 通路促进肌肉蛋白合成。亮氨酸作为信号分子，可与细胞膜上的 Sestrin 蛋白结合，解除对 mTORC1 复合物的抑制，启动蛋白质翻译过程。这一机制在延缓老年人肌肉衰减中尤为重要，因肌肉质量减少与代谢综合征、跌倒风险增加密切相关。蛋白质类成分的酶解改性技术，不仅提高了其消化吸收率，还通过结构优化增强了特定生理功能，为运动营养与老年保健提供了科学依据。

1.3 维生素与矿物质

维生素与矿物质构成抗氧化防御体系与酶活性调节网络，其中维生素 C、维生素 E 及硒的协同作用尤为关键。维生素 C 通过还原自由基中间体，终止链式氧化反应，其作用机制涉及电子供体功能，将氧化型物质还原为稳定状态，阻断自由基的传递。维生素 E 与硒则通过保护细胞膜免受脂质过氧化损伤发挥功能。维生素 E 作为脂溶性抗氧化剂，可嵌入细胞膜磷脂双层，捕获脂质过氧化自由基；硒作为谷胱甘肽过氧化物酶的活性中心，催化过氧化氢与有机过氧化物的还原，减少氧化应激对细胞结构的破坏。矿物质方面，钙通过抑制甲状腺旁腺激素分泌，维持骨代谢平衡。其机制涉及钙受体对甲状腺细胞的负反馈调节，降低骨吸收相关酶的活性。铁作为血红蛋白核心成分，直接参与氧气运输，其缺乏会导致血红蛋白合成减少，引发贫血症状。维生素与矿物质的互补作用，使其在抗氧化、骨骼健康与血液生成中发挥不可替代的作用。

1.4 生物活性肽与植物提取物

生物活性肽与植物提取物通过小分子渗透与生物活性分子作用，实现快速吸收与生理功能调节。海参肽中的精氨酸残基可促进一氧化氮合成，其机制涉及精氨酸酶与一氧化氮合酶的竞争性代谢。^[2] 精氨酸在一氧化氮合酶催化下生成一氧化氮，后者通过扩散进入血管平滑肌细胞，激活可溶性鸟苷酸环化酶，提升环磷酸鸟苷水平，导致血管扩张。胶原蛋白肽通过刺激成纤维细胞增殖，提升皮肤弹性。其活性片段可与成纤维细胞表面受体结合，激活 MAPK 与 TGF-β 信号通路，促进胶原蛋白与弹性纤维的合成。植物提取物如茶多酚、五味子素，通过抑制炎症因子释放减轻慢性炎症反应。茶多酚中的表没食子儿茶素没食子酸酯可阻断 NF-κ B 通路，减少肿瘤坏死因子-α 与白细胞介素-6 的表达；五味子素通过调节 PPAR γ 受体活性，抑制炎症信号的传递。生物活性肽与植物提取物的多靶点作用，使其在心血管保护、皮肤健康与抗炎治疗中具有广泛应用前景。

2 作用机制研究进展

2.1 免疫调节机制

免疫调节是保健食品功效成分发挥健康作用的核心领

域之一，其机制涉及肠道菌群平衡、细胞信号通路调控及炎症反应抑制。益生菌通过竞争性抑制病原菌定植，直接改变肠道微生物群落结构。其表面黏附素与病原菌的黏附位点结合，阻止后者在肠黏膜的附着，同时通过营养竞争限制病原菌增殖。^[3] 此外，益生菌代谢产生的短链脂肪酸如乙酸、丙酸、丁酸，可激活肠道上皮细胞表面的 G 蛋白偶联受体，触发细胞内信号转导，促进紧密连接蛋白合成，增强肠道屏障的物理与化学防御功能。这一过程不仅减少肠道通透性，防止病原菌及其毒素入血，还通过调节树突状细胞与 T 细胞的相互作用，诱导免疫耐受，避免过度炎症反应。

蜂胶中的咖啡酸苯乙酯则通过靶向抑制 NF-κ B 通路，降低炎症因子表达。NF-κ B 作为炎症反应的核心转录因子，其激活依赖 Iκ B 激酶的磷酸化与降解。咖啡酸苯乙酯可抑制 Iκ B 激酶的活性，阻止 NF-κ B 核转位，从而减少肿瘤坏死因子-α、白细胞介素-6 等促炎因子的基因转录。这种抑制作用在慢性炎症疾病中尤为重要，因长期炎症反应与自身免疫病、代谢综合征的发生密切相关。

2.2 抗氧化与抗衰老机制

抗氧化与抗衰老机制的核心在于清除自由基、减少氧化损伤及维持细胞功能稳定性。原花青素、番茄红素等成分通过螯合金属离子、中断自由基链式反应，直接抑制氧化应激。金属离子如铁、铜是芬顿反应的催化剂，可加速过氧化氢转化为羟自由基。原花青素的多酚结构使其能与金属离子形成稳定络合物，降低其催化活性。同时，原花青素通过提供氢原子，终止自由基的链式传递，防止脂质过氧化与蛋白质羰基化。

研究显示，原花青素可上调超氧化物歧化酶活性，增强内源性抗氧化防御。超氧化物歧化酶将超氧阴离子转化为过氧化氢，后者再经谷胱甘肽过氧化物酶催化还原为水。这一过程降低线粒体氧化应激水平，保护线粒体 DNA 免受损伤。线粒体作为细胞能量工厂，其功能异常与细胞衰老密切相关。原花青素通过减少线粒体膜电位下降、抑制细胞色素 c 释放，延缓线粒体途径的细胞凋亡。此外，番茄红素通过嵌入细胞膜磷脂双层，直接猝灭单线态氧，减少膜流动性改变与信号转导异常。抗氧化成分的协同作用，不仅延缓细胞衰老进程，还通过抑制氧化应激诱导的端粒缩短，维持染色体稳定性，对预防年龄相关疾病具有重要意义。

2.3 代谢调节机制

代谢调节机制聚焦于脂质代谢、糖代谢及能量平衡的调控，其核心在于关键酶的活性抑制与信号通路的激活。鱼油中的 Omega-3 脂肪酸通过竞争性抑制花生四烯酸代谢，减少炎症介质生成。花生四烯酸在环氧化酶与脂氧合酶催化下，生成前列腺素与白三烯等促炎物质。Omega-3 脂肪酸与花生四烯酸结构相似，可竞争性结合酶活性中心，降低促炎介质的合成。其衍生物二十碳五烯酸进一步通过抑制甘油三酯合成酶的活性，减少肝脏脂质沉积，改善血脂谱。这一过程涉及 SREBP-1c 通路的下调，减少脂肪酸合成相关基因的