功能食品与膳食健康

陈 卫
(江南大学 食品学院,江苏 无锡 214122)

摘要:膳食对居民健康有重要的影响,合理营养、平衡膳食是预防疾病、维持健康的基础。目前,我国仍存在营养调控不足、膳食结构失衡、健康产品缺乏等问题,与膳食相关慢性疾病发病率有上升趋势。作者将从居民对营养健康的关注、功能食品的监管政策和功能食品对营养健康的调控作用3个方面对我国功能食品与膳食健康发展现状进行综述,总结了我国功能食品产业的现存问题以及营养健康产业的未来发展趋势。

关键词:功能食品,健康,营养,膳食补充剂
中图分类号:TS 201.4 **文章编号**:1673-1689(2024)04-0001-07 **DOI**:10.12441/spyswjs.20231103002

Functional Foods and Dietary Health

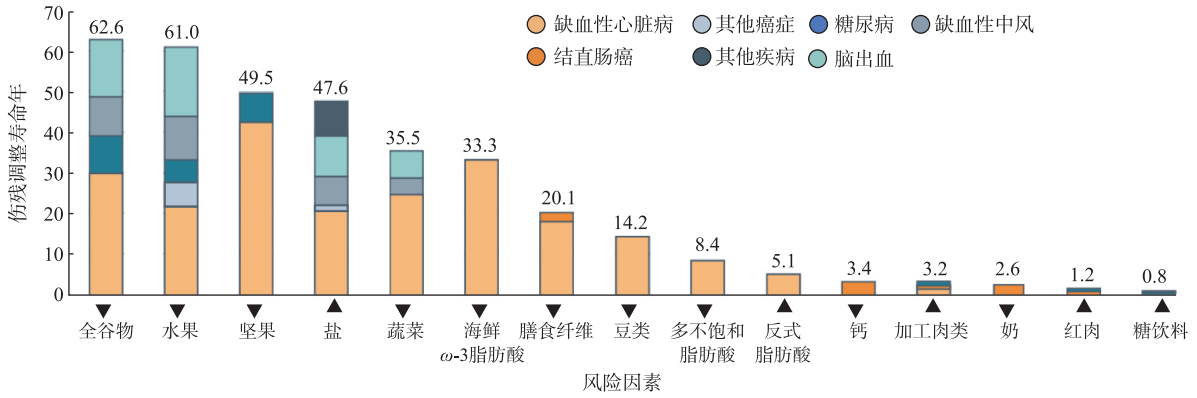
CHEN Wei
(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Diet has a crucial impact on human health, and therefore, reasonable nutrition and balanced diet are the foundation for disease prevention and health maintenance. Currently, we are still faced with problems such as insufficient nutritional regulation, imbalanced dietary structure, and lack of health-care products. There is an upward trend in the incidence of diet-related chronic diseases. This article reviewed the current development status of functional foods and dietary health from three aspects: residents' concerns about nutrition and health, regulatory policies for functional foods, and the regulatory role of functional foods on nutrition and health. The existing problems of functional food industry and the future development trends of the nutrition and health industry in China were also summarized.

Keywords: functional foods, health, nutrition, dietary supplement

“民为邦本,食为民天”。在2022年全国两会上,习近平总书记强调要“树立大食物观”,体现了满足人民对美好生活向往的责任担当。食物不仅能够为机体供能,还对身体和精神的健康起到深远影响。世界卫生组织(WHO)及多项案例分析提出,膳食是除遗传外第一大影响健康的因素,而每一类食物摄入不足或过量都可能成为影响伤残调整寿命年(DALYs)的风险因素(见图1)[1]。合理营养、平衡膳食是预防疾病、维持健康的基础。随着我国社会经济的不断发展,居民的饮食水平得到大幅提升,但仍

收稿日期:2023-11-03 **修回日期**:2024-04-23
基金项目:国家自然科学基金创新研究群体项目(32021005)。
作者简介:陈 卫(1966—),男,中国工程院院士,教授,博士研究生导师,主要从事食品微生物及功能性益生菌研究。
E-mail:chenwei66@jiangnan.edu.cn



伤残调整寿命年以国际通用的百万年计；▼表示膳食摄入不足，▲表示膳食摄入过量。

图 1　与饮食风险因素相关的伤残调整寿命年

Fig. 1　Disability-adjusted life years associated with each category of dietary risk factors

存在营养不良、膳食结构失衡、健康产品缺乏等问题。因此，调整饮食结构并强化营养水平是提升膳食质量、改善健康状况的重要方式[2]。

自古至今，能够对健康产生有益作用的食物持续吸引着人们的研究和食用兴趣。古时受限于科学技术的发展，人们无法在微观水平阐明“食疗”“食补”的内在机制，但那时人们已经知道食用酸奶（古时称酪）等发酵食品以及大蒜、红枣、生姜和黄芪等天然食材有益健康。《黄帝内经》等众多经典古籍中对食物与健康之间的关系进行了论述和总结；著名医学家张仲景在《伤寒论》和《金匮要略》中均强调了饮食在调节身体健康中的重要作用，并系统总结了各类食材的功能、营养价值和食用方法。《红楼梦》中描述饕餮盛宴时也展现了集养生、调理和滋补为一体的药食智慧，如缓解疲劳的桂圆汤、健脾益气的枣泥山药糕、润肺消积的杏仁茶等[3]。现今随着生命科学的发展，“食疗”“食补”背后的原理逐渐被揭示，科研人员也通过研究证实食品中的有益微生物和一些具有独特作用的多肽、有机酸、多糖、脂类等化合物是带给人们奇妙味觉和健康功效的功能性物质，它们在提高免疫力、改善心血管健康、促进神经发育和调节情绪等方面的作用及机制也更加明晰。随着居民健康意识的提升，食用这类功能性食品也成为日常生活中调节身体健康较为便捷、有效的途径。

1　膳食营养与人体健康

良好的饮食习惯与合理的营养摄入是提高人口寿命与健康水平的重要因素，由于生活节奏的加快，人们的饮食模式发生改变，主要体现为精加工食品占比增加，而谷物、蔬菜类摄入不足。WHO 在《2022 年全球营养报告：对更大行动更坚定的承诺》中指出“我们正在经历一场全球性的营养危机，不健康的饮食习惯和营养不良是当下社会面临的最大挑战之一，影响着我们的健康、社会经济和环境”[3]。值得注意的是，此处“营养不良”既包括营养素摄入不足，也包括营养过剩，从而导致肥胖以及和饮食、代谢相关的非传染性疾病。WHO 与美国华盛顿大学健康计量和评估研究所（IHME）提供的全球疾病负担（GBD）评估报告显示，不合理的饮食结构会增加健康风险，如心血管疾病（CVDs）、肥胖、糖尿病和癌症，而 CVDs 是全球最主要的致死疾病之一。然而，大多数 CVDs 和肥胖症可通过合理膳食、戒烟限酒、适量运动和保持良好的生活习惯等途径预防和改善，这也是成本最低、最易实现的疾病预防措施。

2　膳食健康问题成为社会的新关注点

近年来，人口模式、生活节奏、环境以及疾病等新的社会关注点促使越来越多的人重视营养健康。民政部发布的《2022 年民政事业发展统计公报》显示，截至 2022 年底，中国 60 周岁及以上老年人口为 28 004 万人，占人口总数的 19.8%，说明我国已进入中度老龄社会。其中 65 周岁及以上老年人口为 20 978 万人，占人口总数的 14.9%（见图 2）。这意味着中国老龄化问题发展迅猛，并可能成为社会经济和医疗保障体系需要长期面临的问题。在居民寿

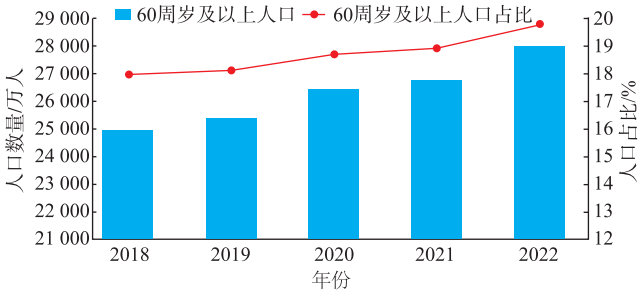


图 2　2022 年民政部公布的老年人口数据

Fig. 2　Elderly population data released by the Ministry of Civil Affairs of the People′s Republic of China in 2022

命普遍提高的背景下，如何保障老年人的健康寿命年(HeaLY)也需要重视。

除了老年人群体外，相当一部分中青年群体也因饮食结构、生活方式和工作压力等因素出现了亚健康问题，主要体现为疲劳乏力、情绪问题和睡眠障碍等。此外，特定人群的营养需求也逐渐被重视，如孕妇、婴幼儿、运动员和从事海洋、航天、航空事业的人员，以及从事井下、高空、高温、特重体力劳动和有毒有害工种的人员，其日常饮食及健康状况得到了政府和企业的关注，即如何提高特殊人群的膳食健康成为社会重点关注的问题，相关产品的研制开发也在逐步扩大。

近年来，各种社会问题加强了人们对健康状况的重视，人们意识到在疾病防治过程中，“预防”比“治疗”更加有效和经济。由此，人们开始注重对健康有益的举措以提高抵抗力并改善身体素质，如食用功能性食品、加强体育锻炼和定期检查身体等。其中，注重膳食健康成为新的社会关注点，近年来约 90%的消费者在保健食品中的支出有显著提升。

3 功能食品的定义、分类及监管政策

3.1　功能食品的定义和分类

我国功能食品的定义与保健食品相同，根据 GB 16740—2014《食品安全国家标准 保健食品》中的定义，功能食品指“声称并具有特定保健功能或者以补充维生素、矿物质为目的的食品。即适用于特定人群食用，具有调节机体功能，不以治疗疾病为目的，并且对人体不产生任何急性、亚急性或者慢性危害的食品”。世界各国对“功能食品”的命名、监管体系和相关的监管政策不尽相同，例如功能食品在欧盟称为“食品补充剂”、在美国称为“膳食补充剂”、在加拿大称为“天然保健品”、在日本称为“保健声称食品”。

我国批准的保健食品原料大多数为化学成分明确的维生素、矿物质等，共计 24 种(钙、镁、钾、锰、铁、锌、硒、铜、维生素 A、维生素 D、维生素 B_1、维生素 B_2、维生素 B_6、维生素 B_{12}、烟酸、叶酸、生物素、胆碱、维生素 C、维生素 K、泛酸、维生素 E、DHA、β-胡萝卜素)，主要依据《保健食品原料目录 营养素补充剂(2023 年版)》和《允许保健食品声称的保健功能目录　营养素补充剂(2023 年版)》执行。

保健食品的原料及其相关政策也在不断更新、扩充和完善。2023 年，新增 DHA 为功能食品原料。此外，中草药、药食同源原料等化学成分复杂的物质(如破壁灵芝孢子粉、螺旋藻)已可备案，这对开发药食同源原料、弘扬中国传统文化意义重大。近期，国家市场监督管理总局、国家卫健委、国家中医药管理局针对大豆分离蛋白、乳清蛋白开展原料目录备案推进工作，同时发布了数个保健食品目录、技术要求及相关解读文件。

3.2　功能食品的监管政策和机构

目前，中国是全球最大的功能食品消费市场。从 2020 年起，功能食品制造企业、经营企业和从业人数显著提高，产生了较好的社会经济效益。在管理方式上，我国保健食品在 2016 年之前为注册制管理，即根据程序评价其安全性、保健功能和质量可控性；2016 年之后实施双轨制管理，即针对功能、安全性、质量可控性明确的材料，进行存档、公开、备查。在管辖机构上，2018 年前由国家食品药品监督管理总局管理，现由国家市场监督管理总局管理。2022 年国家市场监督管理总局对保健食品的监管进行了专家意见征询，并依据其适用人群、功能和监管方式创新性地分为“健康养生类”和“保健功能类”。

我国对保健食品的功能声称管理比较严格，这是区分普通食品和保健食品的重要依据，也是保障保健食品理性健康发展的前提。目前共有 16 种营养素补充剂的功能声称，多为维生素和矿物质，2023 年增加了“补充 n-3 多不饱和脂肪酸”的保健功能及其释义。对于非营养素补充剂，功能声称为“能够调节人体机能，但不以疾病治疗为目的”。另外 2023 年 8 月新出台了《允许保健食品声称的保

健功能目录　非营养素补充剂(2023 年版)》和《保健食品功能检验与评价方法（2023 年版)》两份文件，并将非营养素补充剂由 27 种缩减为 24 种，加强了审批制度，并提出不再受理审批“抑制肿瘤、辅助抑制肿瘤、抗突变、延缓衰老”这 4 项保健功能，进一步规范了保健食品的功能声称。

4 保健食品的功能声称

我国保健食品功能声称集中在调节免疫力、肠道健康、机体代谢和神经功能 4 个方面，这些功能也较为契合现阶段常见的亚健康问题。因此，该文中将从以下 4 个方面分析部分代表性功能食品或原料对健康的调控作用。

4.1 调节免疫力

免疫系统是宿主防御外界病原入侵的屏障，能够与神经系统、代谢系统相互作用，影响宿主的生理功能。“免疫力”是指人体识别和排除“异己”的能力，过度免疫会造成过敏反应和结缔组织疾病等，而免疫不足则易诱发感染和肿瘤，因此，“平衡”才是免疫力的关键(见图 3)。受环境、工作压力、生活方式和疾病的影响，人们普遍更加关注免疫力的提升。目前市售功能食品中调节免疫力的成分主要是维生素、蛋白质和多肽、植物性食物以及一些新食品原料如益生菌、藻类、功能性脂质和多糖等。尽管这类食品(原料)在提高免疫力方面的效果已得到验证，但是作用机制仍需进一步研究。近期研究表明，含 β–1,3–葡聚糖的酵母多糖可增强促炎性，而一类较少见的酵母表面多糖——甘露聚糖/β–1,6–葡聚糖（MGCP）则能通过抑制 IFN–γ 表达、限制 Th1 产生来发挥抗炎作用，表明 MGCP 在自身免疫性疾病治疗中具有潜在作用。该研究也提示酵母多糖的免疫调节活性具有结构特异性，而这一特点在功能性成分中较为普遍[4]。

4.2 肠道健康

肠道是人体重要的消化器官，也是人体最大的免疫器官，承担全身约 70%的免疫功能。肠道具有相对独立的神经系统，其神经细胞数量与脊髓相当，因此被称为“第二大脑”。肠道中还存在人体最大的微生态系统——肠道菌群，其中的微生物数量约 1 106 亿。目前已知的肠道微生物已超过 10 000 种，构成一个庞大且复杂的微观世界。越来越多的研究证实，肠道菌群是人体重要的“微生物器官”，约 90%以上的疾病可能和肠道菌群相关，而饮食中的营养物质则可通过“肠道菌群–肠道–X 轴”调节其他生理系统功能，共同构成调节人体健康的多元化网络，见图 4[5]。

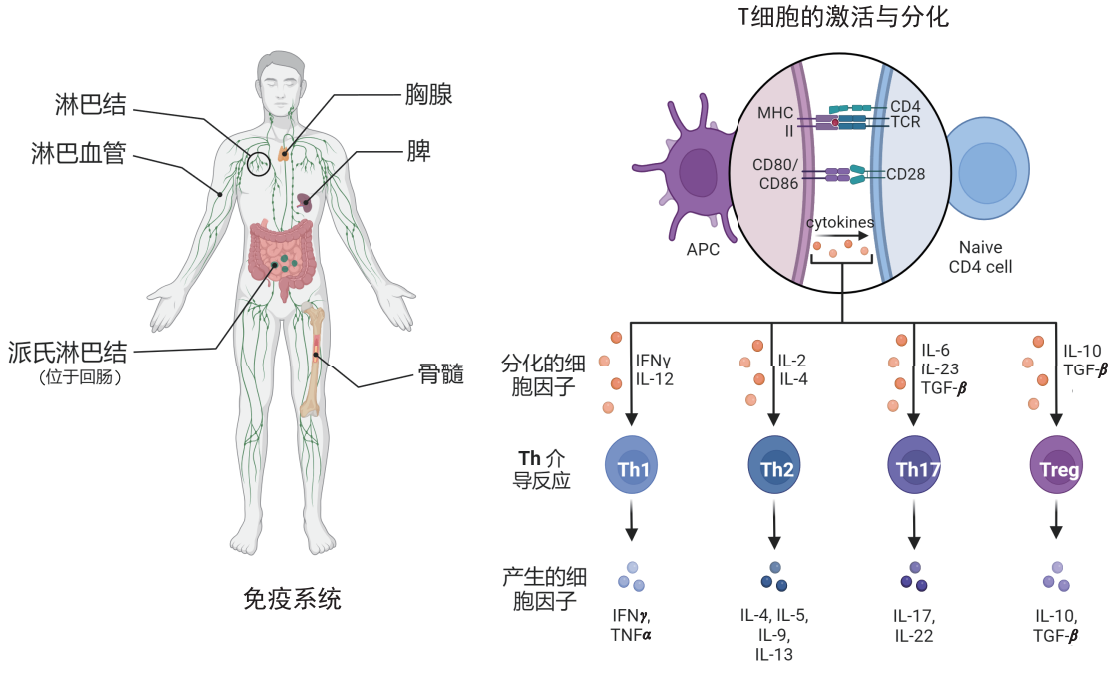


图 3　免疫系统介导的炎症反应

Fig. 3　Immune system–mediated inflammatory response

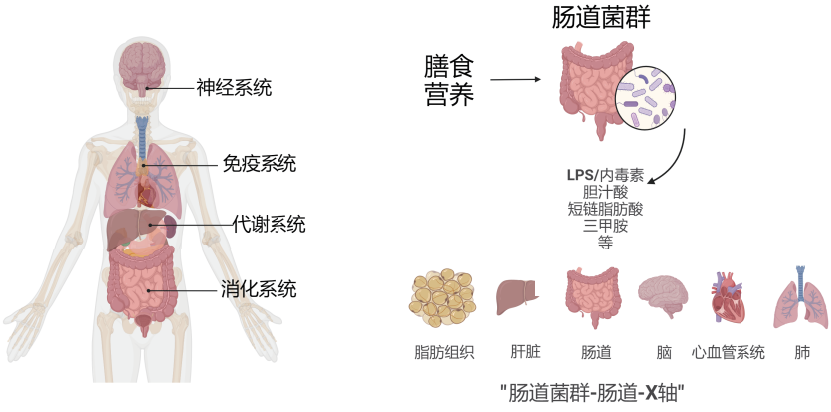


图 4　“肠道菌群–肠道–X 轴”组成和功能

Fig. 4　"Gut microbiota–gut–X axis" composition and function

益生菌是改善肠道健康的主流产品，此外，益生元(低聚糖类等)、多糖类、奇亚籽、圆苞车前子壳粉、酵素、消化酶、后生元等对肠道健康有益的新成分也得到行业关注，这类食品(原料)主要通过改善肠腔环境、修复肠神经系统、改善肠道屏障和调节电解质传输等途径改善肠道健康。与单一因素相比，多元型功能食品的应用对肠道健康有更明显的调节作用。研究显示，长双歧杆菌婴儿亚种与母乳低聚糖组成的合生元制剂(Bi+HMO)能够显著改善由抗生素引发的肠道菌群失调。长双歧杆菌婴儿亚种的定植依赖于 HMO，并通过互养作用促进产丙酸的韦荣球菌生长，从而进一步改善肠道微生物的代谢并提高抗炎能力，这也提示未来产品的形式也将更为多元化和综合化[6]。

4.3　机体代谢

代谢系统是人体中的“发动机”，通过吸收转化食物中的营养素为人体提供能量。代谢系统的功能受内分泌系统的协同影响，即内分泌产生的激素可以辅助调控营养素的代谢，如胰岛素、甲状腺激素、胃饥饿素和糖皮质激素等(见图 5)。代谢系统紊乱导致的疾病是困扰人们的主要因素，包括物质缺乏导致的皮肤炎症(缺维生素 B_2)、坏血病(缺维生素 C)、佝偻病(缺维生素 D)、甲状腺肿大(缺碘)和贫血(缺铁)等。同样，膳食问题导致的营养过剩也是威胁人体健康的主要诱因，包括高血压、高血糖、高血脂等心脑血管疾病，以及铁过量导致的出血性胃肠炎和碘过量导致的甲亢。

现阶段，我国“三高”问题趋于年轻化，对居民健康造成了较大且长期的危害。由于大多数代谢性疾病或慢性病是由不合理的膳食导致的，因此从源头解决问题是最有效、最便捷的途径。食品中也天然存在大量可以调节代谢的功能成分，其成分来源可分为植物类、动物类、合成类，其中植物类占比最高(63%)，如调节糖代谢的苦瓜素、纳豆激酶素、银

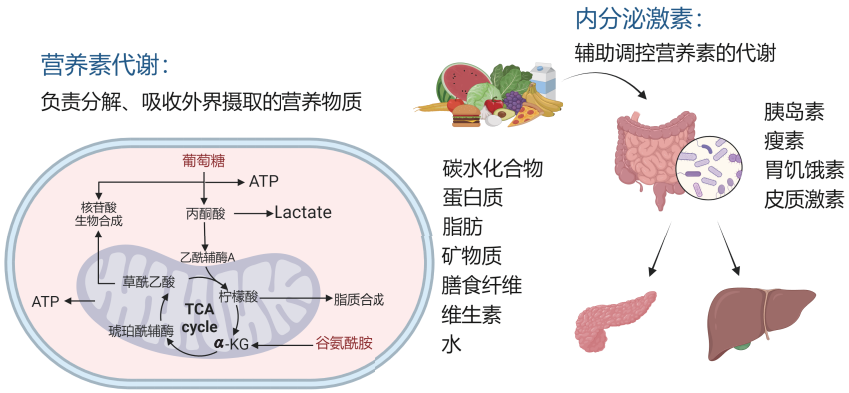


图 5　营养素代谢与内分泌激素的互作关系

Fig. 5　Interaction between nutrient metabolism and endocrine hormones

杏提取物、姜黄素、螺旋藻,以及调节脂代谢的大豆卵磷脂、肌醇、萝卜硫苷等。部分物质已列入我国新食品原料目录,这有助于继续发挥这类功能食品(原料)的有益价值并促进新资源的开发。在众多具有调节机体代谢的食品原料中,菊粉是一类研究较多、应用较广的食品。菊粉具有改善肝脏脂质代谢的功效。近期的一项研究显示,菊粉能有效抑制小鼠非酒精性脂肪肝炎(NASH)的发展,其主要通过改变肠道菌群(富集潜在有益菌、抑制潜在致病菌)并可被特定菌种吸收,其中被菊粉富集的狄氏副拟杆菌还可利用菊粉生成十五烷酸并恢复小鼠的肠道屏障功能[7]。

4.4 神经功能

神经系统主要由神经元组成,是人体中起主导作用的系统。人的思维意识、语言、肢体活动、各个内脏器官内分泌活动等功能均受神经系统的支配与控制。近年来,全球抑郁症、焦虑症和有睡眠障碍的患者数量不断上升,而我国神经、精神疾病负担仍在持续加重,主要体现在儿童自闭症和老年人阿尔茨海默病及帕金森病患者数量的增加。目前,由神经系统导致的疾病成为困扰人们的主要因素,这也导致提神抗疲劳、解压助眠两大类功能食品市场份额较大且增速明显。“肠-脑轴”是该类产品的主要作用靶点,其作用机制涉及调控神经递质合成与代谢,调控神经细胞增殖、分化、成熟等(见图 6)。国产治疗阿尔茨海默病药物(GV-971)的主要成分为一种叫做低聚甘露酸钠的寡糖类物质,即可通过“肠-脑轴”发挥作用。

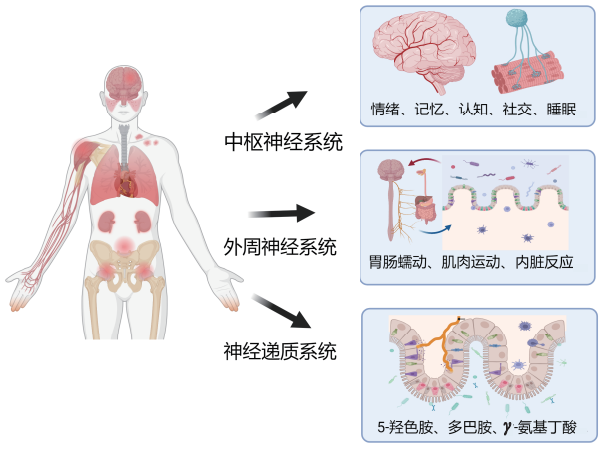


图 6 神经系统的生理功能以及与疾病的关联

Fig. 6 Physiological functions of the nervous system and their association with disease

食品中也存在大量调节神经系统的功能成分,如饮食中的褪黑素、5-羟色氨酸、缬草、茶氨酸、接骨木莓、常春藤叶、洋甘菊、柠檬香脂草等均具有解压助眠的效果,而牛磺酸、咖啡因、维生素 B_{12}、复合维生素 B、酪氨酸、肌酸、苯丙氨酸、枸杞则具有提神抗疲劳的功效。上述物质主要通过迷走神经、神经内分泌和神经免疫这 3 大途径达到改善精神状态的效果。研究显示,孕期补充熊果酸可保护后代大脑轴突健康。研究人员在苹果和草药中发现的熊果酸可以降低轴突脆弱性,母系线虫补充熊果酸后产生的保护性分子可以由肠道转运至卵母细胞,进而使后代的后外侧机械感觉(PLM)神经元轴突断裂显著减少,而其作用机制与增加了鞘脂生物合成酶酸性神经酰胺酶-1 的基因表达有关[8]。

5 功能食品产业存在的问题和未来发展趋势

5.1 功能食品产业存在的问题

目前人们已逐步认识到改善膳食模式和食用功能食品能够对健康产生益处,但功能食品产业仍存在一定的问题。首先,由于科普宣传力度不足,消费者对功能(保健)食品的认识还不够充分,认为其与药物形式类似且有治病功能,期待有立竿见影的效果。其次,功能食品产业中产品种类和定价还不够规范。一方面,目前仍存在大量功能声称过度的产品,降低了消费者的信任度和后续使用意愿;另一方面,因功能食品发展迅速,相关标准和技术的更新力度不够,在一定程度上影响了功能食品的创新和开发。综上,在保证产品质量的基础上优化监管政策、提升产品品质仍任重道远,上述问题的解决需要政府、企业和科研人员共同努力,通过强化科普宣传、严管功能标识并不断提高检测技术进行改善。

5.2 功能食品产业的未来发展趋势

随着功能食品作用机制的逐步解析和相关食品资源的开发,以及各类高新技术的支持,功能食品未来发展趋势向好,并向精准化、多元化、科学化发展。功能食品产业的未来发展趋势主要体现在以下 5 点:1)精准营养时代加速到来。随着越来越多临床大数据的积累,科研人员已逐步实现基于个人膳食习惯和健康状况定向调节肠道菌群,实现目标菌种的定向定植。近年来多个公司推出菌群导向性

饮食(MDF)概念，结合肠道菌群大数据分析，能够为消费者提供个性化的功能食品，开启了精准营养调控的时代。2)功能食品原料更加多元。在“大食物观”的指导下，功能食品原料边界将继续拓展，更多功能食品尤其是发挥功能性物质的原料将会被大量挖掘，从而实现便捷、准确地膳食指导与健康状况调节。此外，中国传统的药食文化将会进一步发展，如应用现代科技深入挖掘药食同源资源，掌握“食养”的核心理论机制，促进功能食品原料多元化。3)健康功能循证更加科学规范。不同于早期功能食品“规律性”“作用性”的探索，今后功能食品的作用效果将逐渐以高规格临床试验为主要评价方法，其功能成分的作用靶点、作用机制和量效规律更加清晰，功能评价会更加规范。4)新技术赋能产业多元化发展。在科学循证的基础上借助人工智能和大数据分析，高新技术的融合将为功能食品的资源挖掘、多元供给和健康功效提供有力支撑。5)监管法规层面释放政策利好。尽管功能食品监管制度仍在优化中，但近年来的发展趋势也提示现行的保健食品管理制度将迎来改革，包括功能原料类型拓宽、功能声称动态管理和市场准入分类管理的优化，这些措施将进一步激发产业内生创新动力。在这些有利政策的驱动下，功能食品必将定位更科学、标准更健全、管理更规范，逐步提升居民膳食水平，实现膳食营养的精准调控，以精准化、多元化、科学化践行“大食物观”，构建多元化食物供给体系，满足新时代人民群众对更加美好生活的期冀与需求。

参考文献：

[1] HOFMEYR G J，BLACK R E，ROGOZINSKA E，et al. Evidence-based antenatal interventions to reduce the incidence of small vulnerable newborns and their associated poor outcomes[J]. **The Lancet**，2023，401(10389)：1733-1744.

[2] 陈卫. 树立大食物观 守护舌尖幸福[J]. 中国食品工业，2022(9)：66-68.
CHEN W. Establish a big food concept and protect the happiness of the tip of the tongue[J]. **China Food Industry**，2022(9)：66-68. (in Chinese)

[3] Global Nutrition Report. 2022 Global nutrition report: stronger commitments for greater action[R]. Bristol: The Stakeholder Group, 2022.

[4] LEE C，VERMA R，BYUN S，et al. Structural specificities of cell surface *β*-glucan polysaccharides determine commensal yeast mediated immuno-modulatory activities[J]. **Nature Communications**，2021，12(1)：3611.

[5] 翟齐啸，陈卫. 膳食模式、肠道菌群与结直肠癌[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志，2021，8(2)：118-127.
ZHAI Q X，CHEN W. Dietary pattern，gut microbiota and colorectal cancer[J]. **Electronic Journal of Metabolism and Nutrition of Cancer**，2021，8(2)：118-127. (in Chinese)

[6] BUTTON J E，COSETTA C M，REENS A L，et al. Precision modulation of dysbiotic adult microbiomes with a human-milk-derived synbiotic reshapes gut microbial composition and metabolites[J]. **Cell Host & Microbe**，2023，31(9)：1523-1538.

[7] WEI W C，WONG C C，JIA Z J，et al. Parabacteroides distasonis uses dietary inulin to suppress NASH *via* its metabolite pentadecanoic acid[J]. **Nature Microbiology**，2023，8(8)：1534-1548.

[8] WANG W Y，SHERRY T，CHENG X R，et al. An intestinal sphingolipid confers intergenerational neuroprotection[J]. **Nature Cell Biology**，2023，25(8)：1196-1207.