

DOI: 10.13376/j.cbls/2024004

文章编号: 1004-0374(2024)01-0021-09



朱成姝, 中国科学院上海营养与健康研究所生命科学信息中心馆员, 主要从事生命科学与生物技术领域的科技情报研究, 参与多项科技部、中国科协、中国科学院学部、国家重点研发计划、上海市科委等来源的生命科学和生物技术领域研究项目, 为国家和区域相关科技发展和政策管理提供决策参考。



张学博, 博士, 中国科学院上海营养与健康研究所生命科学信息中心馆员, 主要从事生命科学及相关学科领域的战略情报研究, 主持和参与上海市卫生健康委员会政策研究课题、国家自然科学基金委-中国科学院联合项目等, 为国家和区域的生命科学相关学科的发展和政策管理提供决策参考。

2023年营养健康领域发展态势

朱成姝¹, 阮梅花¹, 刘 晓¹, 马雪晴^{1,2}, 熊 燕¹, 张学博^{1*}

(1 中国科学院上海生命科学信息中心, 中国科学院上海营养与健康研究所, 上海 200031; 2 中国科学院大学, 北京 100049)

摘 要: 营养健康一直是各国关注的核心议题。2023年, 全球主要国家(地区)出台了多个促进国民营养健康、保障食品安全和完善食品系统的政策规划; 聚焦科学合理膳食改善营养健康, 利用食品营养干预辅助疾病治疗, 以及通过健康生活方式来延缓衰老等重点领域, 并建立新的技术创新中心和研究所, 启动新的研究项目推动该领域的科技发展。本文从科技布局与政策监管、重点领域进展与趋势、产品研发与产业发展等角度, 对该领域在2023年的进展进行系统梳理, 并对领域未来的发展趋势进行展望。

关键词: 营养; 健康; 食品安全; 营养干预

中图分类号: R-1; R15; G35 文献标志码: A

收稿日期: 2024-01-03; 修回日期: 2024-01-15

基金项目: 中国科学院文献情报能力建设专项(E3290422)子课题“生命科学与健康领域科技态势分析与服务”

*通信作者: E-mail: xbzhang@sinh.ac.cn

Development trend of nutrition and health field in 2023

ZHU Cheng-Shu¹, RUAN Mei-Hua¹, LIU Xiao¹, MA Xue-Qing^{1,2}, XIONG Yan¹, ZHANG Xue-Bo^{1*}

(1 Shanghai Information Center for Life Sciences, Shanghai Institute of Nutrition and Health, Chinese Academy of Science, Shanghai 200031, China; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Nutrition and health have consistently remained pivotal concerns for countries worldwide. In 2023, numerous countries and regions globally introduced comprehensive policy initiatives aimed at advancing national nutrition and health, ensuring food safety, and enhancing the overall food system. These initiatives prioritize fostering scientific and balanced diets to boost nutrition and health, utilizing nutritional interventions to assist in disease treatment, promoting healthy lifestyles to postpone aging, and establishing new technological innovation centers and research institutes. Additionally, new research projects have been launched to drive scientific and technological advancements. This article systematically reviews the developments in this field throughout 2023, covering aspects such as the science and technology layout, policy and regulations, advancements and trends in key areas, research and development of products, and industrial progress. Furthermore, future trends in this field are prospected.

Key words: nutrition; health; food safety; nutrition intervention

全球范围内,越来越多的国家意识到国民营养状况对社会的全面影响,纷纷布局促进国民营养健康、保障食品安全,并推动可持续发展的政策和规划。目前,全球整体营养健康状况呈现向好态势。然而,受社会经济发展不均衡、人口老龄化加剧以及不健康生活习惯等因素的影响,全球范围内仍然存在一系列亟待解决的问题。其中,营养不足与营养过剩问题仍普遍存在,与营养相关的疾病频发,消费者营养知识的普及也有待提高^[1]。

2023年,联合国粮食及农业组织(FAO)等国际组织联合发布《2023年世界粮食安全和营养状况》报告,指出全球仍有约9亿人处于严重食品不安全状态,存在1.481亿5岁以下儿童发育迟缓、4500万消瘦以及3700万超重的情况;预计到2030年,将有近6亿人长期营养不良,实现可持续发展目标仍面临巨大挑战^[2]。

为了推动可持续营养目标的实现,各国不断完善食品系统,旨在创造一个可持续的、全面提升营养水平的环境。同时,更加关注科学膳食与健康改善、营养代谢与疾病关系、营养干预与疾病治疗、营养与健康老龄化等方面的研究。在营养食品产业方面,市场依然聚焦在替代蛋白、个性化的营养保健品、补充剂等可持续性和功能性产品,这也反映了消费者对更健康、更可持续生活方式的不断追求。

1 主要国家(地区)营养健康领域科技布局与监管政策

2023年,国际组织和各主要国家(地区)不断

加强营养健康领域的科技布局和营养产品的监管政策,通过创新举措推动全球营养健康和食品安全。其中,加速食品系统转型、积极应对与饮食相关的疾病、开展个性化营养干预、推进“食物即药物”辅助疾病治疗、完善新型食品创新开发与安全监管、持续规范食品添加剂摄入标准等是各国重点布局的方向(表1)。

1.1 加速全球食品系统转型,实现可持续发展

面对全球气候危机、农业生产、价值链效率、营养、土地利用和生物多样性等诸多挑战,提升食品系统的韧性已经成为当务之急。FAO与联合国工业发展组织(UNIDO)于2023年3月6日启动了全球“农业食品系统转型加速计划”(ASTA),旨在帮助部分国家完善其农业食品系统,鼓励通过公私投资推动全球农业食品系统的转型。该计划的关键目标包括最大限度降低风险、在风险发生时有效应对,以及提升恢复和重建能力。为了实现这些目标,制定及完善食品监测预警系统、倡导“同一健康”(One Health)战略,以及加强新型食品研发投资至关重要。

除了FAO提出的ASTA计划外,一些国家也积极推动农业食品系统的转型,旨在通过技术创新、提高生产效率和推动可持续农业等手段解决当前食品系统面临的挑战,促进食品系统的转型及加强食品安全。例如,美国农业部(USDA)通过资助60多个项目,从食品生产、加工、分销再到消费者购买的全过程改善食品系统,提高食品供应链的弹性和安全性;英国国家研究与创新署(UKRI)于2023年3月22日宣布在其“食品系统转型”计划中新

表1 2023年国际组织、主要国家/地区在营养健康领域的科技布局和政策监管

| 国际组织、国家(地区) | 科技计划/政策 | 主要内容 |
|--------------------------|--|--|
| 联合国粮食及农业组织、 联合国工业发展组织 | 全球农业食品系统转型加速计划 ^[3] | 通过发展价值链、市场体系、商业模式和普惠金融等方式, 投资农业食品系统, 综合看待气候危机、农业生产、价值链效率提升、营养健康等诸多议题 |
| 世界卫生组织 | 全球数字健康行动计划 ^[4] | 为数字健康转型制定明确的投资计划, 支持各国政府就数字健康治理采取有效措施 |
| 美国 | 推进生物技术和生物制造新的大胆目标和优先事项 ^[5] | 扩大食品成分研究、提高食物的营养素含量、减少食源性疾病发生; 促进乳制品和蛋白公司发展, 提高食品创新, 保障食品安全 |
| | 人类食品计划 ^[6] | 促进食品安全和创新食品研发, 减少与饮食相关的疾病并改善健康公平 |
| | 资助系列项目促进食品系统转型及营养安全 ^[7] | 美国农业部通过60多个涉及食品供应链全过程的项目完善食品系统, 提高食品供应链的弹性和安全性 |
| | 建立“营养中心”应对与饮食有关的疾病 ^[8] | 聚焦研究创新、数据收集与跨领域合作, 旨在促进和提升食品和营养安全, 加速饮食相关的慢性病研究 |
| | 美国塔夫茨大学成立“食物即药物研究所” ^[9] | 将基于食物的营养干预措施纳入医疗保健, 研发医疗定制餐和蔬果处方; 加强对医生的营养教育; 治疗或预防与饮食相关的疾病; 开发新型的营养分析系统, 科学评估食物对整体健康的影响 |
| | 发布植物基牛奶替代品食品标签行业指南草案 ^[10] | 为一些植物基牛奶替代品的标签提供营养说明 |
| | 发布食品标签膳食指南声明草案 ^[11] | 对在食品标签上使用膳食指南声明提供建议, 确保消费者做出明智的选择, 促进国民营养健康 |
| 欧盟 | “食品加速器网络”计划资助新一批食品初创企业 | 将欧洲13个国家以及整个食品价值链的领先企业、大学、研究中心联系起来, 创建一个面向未来的食品领域, 以支持可持续的、循环的生物经济 |
| 英国 | 批准《基因技术(精准育种)法案》 ^[12] | 利用先进的遗传技术, 开发更有营养、更适合气候的作物和替代蛋白 |
| | “英国食品系统转型”计划 ^[13] | 制定一套政策干预框架, 以支持英国向健康和可持续食品系统的过渡 |
| | 新建6个“营养与健康”创新中心 ^[14] | 重点聚焦5个研究领域, 促进国民营养健康 |
| | 拟对食品的营养和健康声明进行立法改革 ^[15] | 确保消费者获得准确的营养信息并做出明智的饮食选择, 并减少贸易壁垒 |
| | 投资1 200万英镑资助“细胞农业制造中心” ^[16] | 推进研发培育肉和精准发酵成分的基础科学, 是迄今英国政府在可持续蛋白领域最大的一笔投资 |
| | 投资超过3.17亿英镑建立新的开创性植物和微生物科学与创新中心 | 通过整合计算生物学、遗传学、基因组学、活细胞成像以及结构生物学等学科知识, 提供长期可持续的食品解决方案 |
| | 建立一个替代蛋白的创新和知识中心 ^[17] | 推动替代蛋白的研发创新, 促进整个食品行业转型 |
| | 投入1 740万英镑资助“人人享有更好食物”计划 ^[18] | 改善食品质量、研发功能性食品、提高营养价值、开发新型蛋白, 延长健康和新鲜食品的保质期 |
| 日本 | 计划发展细胞培养肉行业 | 创建一个新的部门, 重点发展细胞培养肉类和鱼类, 减少碳足迹的同时促进可持续发展 |

增 68 万英镑的资助, 研究食品系统中健康、环境、经济和消费者行为因素之间的复杂关系, 以满足不同群体更广泛的需求。该计划已累计投入约 4 000 万英镑, 资助了 4 大研究主题项目和 11 项具体研究项目, 基于财政和贸易政策措施、食品供应和价

值链结构创新等举措, 制定干预框架, 以支持英国向健康和可持续食品系统的快速过渡。

1.2 健全基础设施和数据服务, 推动营养健康研究创新及转化

通过科学技术创新可以应对目前的气候变化和

食品安全挑战。2023年,多个国家(地区)提出了应对饮食和健康问题的创新解决方案。例如,英国通过新建6个“营养与健康”创新中心,聚焦5个领域的研究,包括:食品成分与人体健康之间的关系;生物、社会和心理因素如何影响食品选择和饮食行为;功能性食品和饮料的开发;通过生物强化改善健康和营养,以及研究食品和饮料在生命不同阶段如何提供更好的营养。此外,英国经济和社会研究委员会(ESRC)于2023年10月20日向“理解社会”项目投资1亿英镑,向“英国数据服务”项目投资3750万英镑,以支持获取和收集生物标志物、遗传学和表现遗传学等数据,为改善居民健康的新研究提供数据基础。

同时,美国通过多个部门的战略计划和成立技术中心等举措推动营养健康研究转化。美国食品药品监督管理局(FDA)启动了“人类食品计划”,致力于保障食品安全,推动创新食品研发,减少与饮食相关的疾病并促进健康公平。此外,美国商务部经济发展管理局(OBE)于2023年10月23日启动“技术中心”计划,优先在全美范围内设立31个技术中心,其中“精密发酵和生物制造技术中心”将扩大精准发酵的规模,把未充分利用的玉米原料转化为高价值替代蛋白和食品原料^[19]。美国USDA在其《科学与研究战略2023—2026:培养科学创新》中强调,通过技术赋能的决策支持系统,增加对影响食品和营养安全因素的了解;并确定营养摄入和营养状态的生物标志物,以满足个性化需求;同时,利用机器学习和人工智能等分析工具,增强检测和预测能力。此外,美国塔夫茨大学于2023年10月成立“食物即药物研究所”,致力于开发基于食物的营养干预措施并将其纳入医疗保健,以治疗疾病、促进健康公平及解决医疗系统中的明显差距,同时设计一种新型的营养分析系统,科学评估食物对整体健康的影响^[20]。

1.3 加强新型食品安全监管,促进营养健康与食品安全

以动物为基础的传统肉类生产已有数千年的历史,如今以细胞为基础的新型肉类生产正在迅速发展,并被认为是传统肉类生产的可持续替代品。然而,细胞培养食品快速商业化的同时也引发了营养含量、食品安全、消费者接受度、产品价格等各方面的讨论。其中,食品安全问题被社会各界广泛关注。FAO与世界卫生组织(WHO)于2023年3月28日联合发布《细胞食品的食品安全问题》报告,

指出细胞培养肉在生产过程中面临细胞选择、生产、收获以及食品加工和配方四个过程的潜在风险^[21]。目前,各主要国家对细胞培养肉的监管方式存在差异。例如,美国对于细胞培养肉的监管权取决于细胞来源的动物;澳大利亚将该类新型食品定义为非传统食品,需要对公众健康和安全性进行评估,并且获得批准后再上市,如2023年12月11日,澳大利亚新西兰食品标准局(FSANTZ)发布通知,就批准细胞培养鹌鹑肉作为新型食品进行意见征求^[22];加拿大则采用强制性上市前要求对加拿大境内的新型食品进行监管;日本尚未出台针对细胞培养肉的新食品法规或标准,因此沿用现有的食品立法监管细胞培养肉。

除了细胞培养肉,其他新型食品的监管也受到广泛关注。FDA发布《植物基牛奶替代品的标签和自愿营养声明:行业指南》,建议为一些植物基牛奶替代品的标签提供自愿的营养声明。同时,美国德克萨斯州签署了一项法案,要求对肉类、家禽、海鲜和蛋类以及养殖肉类的类似物进行清晰的产品标识。英国政府于2023年3月23日通过《基因技术(精准育种)法案》,旨在推动基因技术发展,通过精准育种提高作物的抗病抗虫能力、改善作物的适应性,提高食品的营养价值,并加速新品种的培育,同时鼓励科学家和农业专业人士开发创新的智能化新工具和技术,以满足全球不断增长的食品需求和应对可持续发展面临的挑战。

1.4 规范食品添加剂摄入标准,利用食品标签促进国民营养健康

过量的糖分、盐分和不健康脂肪,特别是反式脂肪酸和饱和脂肪酸的摄入与心血管疾病、高血压、糖尿病和肥胖等慢性疾病风险密切相关,这类饮食习惯也是慢性病的主要诱因。

2023年,WHO发布和更新了多项食品添加剂使用指南,例如发布《减少钠摄入量全球报告》和《非糖甜味剂使用指南》,更新了《成人和儿童的饱和脂肪酸和反式脂肪酸摄入量》《成人和儿童的碳水化合物摄入量》《预防成人和儿童不健康体重增加的总脂肪摄入量》3份指南,针对不健康体重增加和与饮食有关的慢性病风险升高提出应对建议^[23]。例如,《减少钠摄入量全球报告》鼓励更多国家采取减钠行动,WHO还提出将监督食品经营者减钠的实施情况,也将开发更多新工具、创新方法、宣传倡议和技术援助来支持减钠行动。此外,对高能量食品征税可以限制一些不健康成分的摄入,目前已

有 85 个国家 (针对含糖饮料) 和 29 个国家 (针对高脂肪、高糖和 (或) 高盐食品) 对高能量食品和饮料征税, 这些政策不仅限制了消费者购买这些食品, 也促使企业减少不健康成分的添加。同时, 多个国家通过限制相关食品的传播来创造更健康的零售食品环境, 例如, 澳大利亚规定在学校附近禁止宣传高脂肪、高糖和高盐的食品, 英国伦敦的公共交通工具上也有相关限制^[2]。

2 重点领域进展

营养健康研究对于理解饮食与营养素在生命全周期过程中的作用及其对健康和疾病的影响至关重要。2023 年, 该领域在科学的饮食模式与营养健康的关系、营养代谢与慢性病致病机理的研究、营养干预辅助疾病治疗, 以及饮食与衰老的作用机制研究等方面均取得重要进展。

2.1 饮食与健康关系研究持续获得关注

据估计, 在全世界范围内有约 22% 的成人死亡和 15% 的残疾与饮食习惯有关, 同时也有多项研究表明改善饮食的干预措施可以有效预防心血管疾病等^[24]。FAO 于 2023 年 4 月 25 日发布的《陆生动物源性食品促进健康膳食, 改善营养和健康结果》报告指出, 肉、蛋、奶是人体必需营养素的重要来源, 且对于孕期、哺乳期、童年、青少年和老年等关键生命阶段尤为重要。有研究表明, 成年人摄入 85~300 g/天的肉类可以预防缺铁, 亚组分析表明肉类的摄入对女性有一定的保护作用。一项对 116 个中低收入国家进行的观察研究发现, 蛋白质利用率与发育迟缓呈负相关, 而另一项研究证明血清中特定必需氨基酸和条件必需氨基酸的水平降低与儿童发育迟缓相关^[25]。此外, 在果蝇和小鼠中的研究发现, 当饮食富含蛋白质时有助于获得更好的睡眠质量, 同时在人类中也观察到相似的结果^[26]。另一项大型队列研究发现, 健康的饮食模式与心血管疾病、癌症和呼吸系统疾病死亡率呈负相关, 并且在不同种族、民族和其他亚组中均存在这种相关性^[27]。而不健康的饮食则会增加疾病风险, 例如非糖甜味剂摄入量增加可导致心血管疾病风险增加 32%。有研究评估了 1990 年和 2018 年 184 个国家 11 种饮食因素的直接和介导的成人糖尿病发病率, 结果显示 2018 年全球人群不良饮食导致超过 1 410 万例 2 型糖尿病病例, 占全球新诊断的 2 型糖尿病比例的 70% 以上^[28]。同时, 超加工食品和高盐食品也与肥胖、2 型糖尿病和心血管疾病等一

系列不良健康结果有关^[29-30]。

2.2 营养代谢研究揭示慢性病致病机理

在环境因素中, 膳食是慢性疾病最重要的致病因素之一, 加强对营养素在代谢稳态调控中的作用研究, 以及营养失衡导致代谢性疾病的病理生理机制研究, 可以更好地了解慢性病的发生发展规律, 提出更有效的防治策略。2023 年, 营养代谢领域的研究关注了特定营养物质在慢性病中的致病机制。例如, 生长分化因子 15 (GDF15) 在肥胖、糖尿病、非酒精性脂肪肝、癌症等疾病发病过程中发挥重要作用^[31]。食用过量蔗糖与血浆低密度脂蛋白、胰岛素、肝脏脂质沉积水平升高以及葡萄糖耐受不良和体重增加相关, 而食用推荐剂量以内的三氯蔗糖对于体内葡萄糖代谢和脂质稳态的影响较小^[32]。此外, 特定饮食模式在疾病进展过程中也起着重要作用。例如, 超加工食品的摄入和成人代谢综合征风险增加相关^[33]; 食盐摄入过量与普通人群代谢综合征的发展显著相关^[34]; 长期高脂肪饮食会通过诱导内质网应激破坏脂质代谢并导致炎症^[35], 而短期高脂肪饮食也足以破坏葡萄糖稳态并引发炎症^[36]。此类营养代谢研究有助于更好地了解慢性病的发病机制, 进而改善慢性病预防和治疗的^[36]。

2.3 营养干预与疾病预防、辅助治疗研究成果涌现

随着营养与疾病发生和干预研究的不断深入, 科学合理的饮食结构和充足的营养摄入对于改善患者的整体健康状况至关重要, 通过合理的饮食可以预防并降低一些慢性疾病的发病风险; 同时, 特定的饮食和营养干预还有助于降低药物治疗的副作用, 提高患者对治疗的耐受性, 从而达到更好的治疗效果。2023 年, 营养干预预防疾病发生以及辅助疾病治疗取得了一定的进展。有研究揭示了与胆碱缺乏有关的生理和神经变化: 半胱氨酸已被认为是一种导致神经退行性病变的神经毒素, 饮食中充足的胆碱会降低半胱氨酸的水平, 并且通过产生乙酰胆碱, 对学习记忆等功能发挥重要的调节作用, 因此研究人员鼓励成年人适当摄入富含胆碱的食物, 以保护大脑免受神经退行性疾病的影响^[37]。口服益生菌能有效抑制黑色素瘤的生长, 提高患癌小鼠的存活率, 并且在腺癌、纤维肉瘤以及乳腺癌小鼠模型中同样可以有效抑制肿瘤生长^[38]; 花椰菜、西兰花等十字花科植物含有天然的芳基羟受体 (AHR) 的配体, 有助于缓解肺部感染^[39]; 而膳食补充抗性淀粉可能通过改变肠道菌群组成和功能成为控制非酒精性脂肪肝病的有效策略^[40]。这些研究也

为营养优先事项以及临床和公共卫生规划提供了理论基础,有助于制定相关规划,改善全球饮食质量并减少营养相关疾病的发病率。

2.4 饮食与衰老的作用机制研究不断深入

在全球老龄化背景下,保持老年人健康的主要挑战之一是不平衡的营养摄入导致营养缺乏或营养不良^[41]。近几年,科学研究越来越关注营养基因组学和营养遗传学,为理解营养素在健康、生存和长寿中的作用提供了新颖而重要的见解。例如,在中老年人群中的研究表明,膳食铁和铜摄入量较高与认知功能较差有关,探索膳食微量元素影响认知功能的潜在生物学途径有望改善老年人认知障碍^[42]。一项研究筛选了1200种植物化合物,发现从胡萝卜中提取的产物聚乙炔醇在多个物种中展现出延缓衰老、改善运动功能以及促进能量代谢等作用^[43]。此外,特定的饮食模式或成分也有助于缓解老年人认知风险、促进健康老龄化,例如茶、苹果、浆果、葡萄、可可和其他水果和蔬菜中常见的生物活性化合物黄烷醇有助于老年人恢复记忆^[44],牛磺酸有助于延长健康寿命^[45]等。

同时,2023年的多项研究揭示了热量限制(caloric restriction, CR)影响衰老的机制。例如一项多中心随机对照试验证明CR使受试者的衰老速度相比于对照组延缓了2%~3%,虽然效果较弱,但即使是适度减缓老龄化速度也会对人口健康及社会经济产生深远影响^[46];有数据表明,将老龄化推迟2.2岁,可以在50年内节省7万亿美元的医疗成本^[47]。还有研究通过分析线虫、果蝇、小鼠、大鼠和人类五种不同的生物在不同成年阶段转录过程中与衰老相关的全基因组变化,发现负责转录的RNA聚合酶II的转录速率随年龄增长而增加,随后研究人员使用两种延长寿命的干预措施,都逆转了与衰老相关的变化^[48]。

3 营养健康领域产业发展

2023年,营养健康领域产业快速发展,其中替代蛋白产业继续增长,以满足人们不断增加的对可持续和植物性膳食的需求。强化食品产业专注于个性化和功能性,通过定制化营养产品以满足不同人群的需求。科技进步和消费者兴趣将进一步提高这些产品的市场接受度,为该领域的产业发展带来新的机遇。

3.1 政策支持推进替代蛋白市场规模持续增长

意识到发展替代蛋白的重要性和迫切需求之

后,多个国家在替代蛋白的研发资金和基础设施方面提供了前所未有的支持,将其作为研究创新和商业化的优先事项。例如,2023年3月,美国白宫发布的“利用生物技术加强食品体系的目标”提出要重点发展替代蛋白行业。美国USDA聚焦植物基蛋白研究,2023财年在2022财年的基础上,为替代蛋白研究增加拨款100万美元,总额近600万美元^[49]。在地方政府层面,美国加州在2023年预算中拨款500万美元用于替代蛋白的研发。加拿大投资1.5亿加元支持发展蛋白质产业集群;新加坡多年来对替代蛋白的投资超过1.14亿新加坡元;以色列等多个国家已经将新型食品作为粮食政策的核心;澳大利亚政府宣布投资1.13亿澳元支持蛋白质成分创新研发^[50]。日本也宣布要创建一个新的农业部门,重点发展细胞培养肉类和鱼类^[51],日本大型食品和生物技术集团味之素计划进入该市场,并为培养肉行业建立一个供应链平台^[52]。

在一系列政策支持下,根据好食研究所(GFI)统计,截至2022年底,培养蛋白、发酵蛋白和植物基蛋白的总投资分别接近30亿美元、40亿美元和80亿美元;植物性肉类、鸡蛋和乳制品公司在2022年完成了145笔交易,筹集了11.9亿美元,大型传统食品公司如雀巢、卡夫亨氏和嘉吉开始在替代蛋白领域进行布局,展现出传统食品行业对替代蛋白的兴趣和信心^[50, 53-54]。

3.2 消费者关注度增加促进植物基产品不断涌现

消费者对健康食品、减少环境碳足迹和改善动物福利的关注度日益增长,推动了植物基食品和饮料行业的迅速发展。根据市场研究机构Research and Markets的数据,全球植物基食品市场价值从2019年185亿美元增长至2021年257亿美元,并于2023年达到320亿美元。而技术咨询公司Skyquest的研究报告显示,由于植物基饮料品种不断创新,坚果奶替代品在消费者中日益普及,植物性蛋白饮料市场持续扩大,到2030年,全球植物基饮料市场规模将达到716.2亿美元,在预测期内(2023—2030年)的复合年增长率为12.7%。此外,功能性植物饮料的涌现和消费者对有机、天然饮料和可持续包装的需求增加也推动了市场的增长。

3.3 多措并举推动食品强化市场加速发展

食品强化(Food Fortification)是指在食品中添加一种或多种必需营养素,预防或纠正人群或特定人群中一种或多种营养素的明显缺乏。2023年5月29日,WHO在第76届世界卫生大会上批准了关

于通过安全有效的食品强化来加快预防微量营养素缺乏症的决议, 将“强化”定义为人为增加食品或调味品中的一种或多种微量营养素(如维生素和矿物质), 以提高食品供应的营养质量^[55]。例如, 奶粉一直被用作可有效解决婴幼儿急性营养不良的食品强化补充剂, 而含有脂质的营养补充剂(如营养黄油)也被广泛用作预防人群营养不良的补充剂。2023年10月, 我国首次批准母乳低聚糖(HMO)——2'-岩藻糖基乳糖(2'-FL)作为可添加到儿童调制乳粉中的“食品营养强化剂”, 这一批准对婴儿配方食品企业来说具有里程碑意义。此外, 欧洲食品安全局(EFSA)批准了一种苹果果实细胞培养的生物物质作为“新型食品”(Novel Food), 用作抗衰老的食品补充剂, 为抗衰老产品提供了创新途径。

4 展望

建立和优化营养监测体系是全面了解人群健康、科学制定健康政策以及推动全球人群健康发展的关键。通过加强对人群饮食结构、营养素摄入水平和相关健康状况的数据收集, 构建实时的营养监测数据库, 能够更准确地了解营养状况, 发现潜在的营养问题。通过及时采取针对性的干预, 有助于预防和减轻与营养相关的健康风险, 提高公众整体健康水平。未来, 技术的发展与消费者健康意识的不断提高将共同推动食品创新和功能性成分创新, 提供更多适应特定需求的产品, 现有的食品系统也将向机械化、自动化、规模化以及个性化、智能化和可持续的未来食品科技快速发展。

4.1 科技创新赋能现代化食品系统

科技创新为现代化食品系统带来了新的希望, 应用人工智能、区块链技术、大数据分析、物联网和仿生技术等工具, 可以更好地保障食品质量, 保护消费者健康, 同时推动食品产业向更加可持续和可靠的方向发展。建立基于数字孪生的测试平台、模拟食品系统, 有助于快速评估食品或营养创新成分的潜在影响。同时, 开发先进的分析工具, 包括机器学习和人工智能, 利用新的传感技术、手持设备和预测工具, 有助于提升对食品的检测能力、早期识别和定位食源性病原体和化学污染物, 进一步推动食品安全。开发经过验证的营养摄入和营养状态的生物标志物, 可以满足对特定食物和成分的个性化需求; 将消费者的生物特征与食物特征相结合, 制定精准营养建议, 同时通过制定数据共享和保护

策略促进数据的更广泛使用。

4.2 技术发展和健康意识提升推动食品创新

随着消费者对健康管理意识的提高, 针对特定需求(例如能量、免疫力)的产品逐渐增多。尤其是对于饮料行业, 营养补充剂中的有益成分已广泛应用于各类饮料中。这一趋势的核心在于功能性成分的创新, 从而提供各类健康益处。对于希望在饮料中加入功能性成分的公司来说, 开发水溶性的、能最大程度减少异味且具有成本效益的成分在未来具有竞争优势。功能性成分需要经过严格的监管批准, 并基于科学证据证明其对健康有益。该领域未来发展的主要驱动力是科学技术。为了加速食品科学的转化行动, 除了加强现有的合作外, 还应在政府、学术界和企业之间建立新的合作框架。此外, 鼓励跨监管机构的合作, 健全科学透明和可预测的监管制度, 可以为创新提供清晰的市场途径, 并激励对研发的投资。

4.3 综合营养监测体系助力个性化营养干预

构建全面的、实时的营养监测数据库, 将为深入了解人群营养状况提供更为准确和细致入微的信息。同时, 引入先进的实时监测技术, 以便早期发现人群中出现的营养缺乏或过剩等问题。未来, 完善的营养监测体系与医疗机构紧密合作, 有助于为患者提供个性化的营养干预和健康服务; 结合个体的营养状况, 还可实现精准治疗和预防某些营养相关疾病。此外, 以科学研究为基础的营养监测可以为制定公共健康政策提供科学的信息支撑, 相关部门可以通过了解人群的饮食结构和营养状况, 有针对性地制定营养相关的宣传、食品标签和饮食教育等政策, 改善整体饮食行为, 进一步促进公众健康。

[参 考 文 献]

- [1] 朱成姝, 阮梅花, 熊燕, 等. 2022年营养健康领域发展态势. 生命科学, 2023, 35: 18-24
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), the United Nations Children's Fund (UNICEF), et al. The state of food security and nutrition in the world 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural-urban continuum [EB/OL]. (2023-07-12) [2023-08-20]. <https://www.who.int/publications/m/item/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world-2023>
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO and UNIDO launch global Agrifood Systems Transformation Accelerator (ASTA) [EB/OL]. (2023-06-03) [2023-08-20]. <https://www.fao.org/newsroom/detail/>

- fao--unido-launch-global-agrifood-systems-transformation-accelerator-asta-Doha-LDC5/en
- [4] World Health Organization. WHO launches a new Global Initiative on Digital Health supported by the G20 Presidency [EB/OL]. (2023-08-19) [2023-09-02]. <https://www.who.int/news/item/19-08-2023-who-launches-a-new-global-initiative-on-digital-health-at-the-g20-summit-in-india>
- [5] Office of Science and Technology Policy. Bold goals for U.S. biotechnology and biomanufacturing [EB/OL]. (2023-03-01) [2023-04-10]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Bold-Goals-for-U.S.-Biotechnology-and-Biomanufacturing-Harnessing-Research-and-Development-To-Further-Societal-Goals-FINAL.pdf>
- [6] U.S. Food and Drug Administration. FDA names first deputy commissioner for proposed, unified human foods program [EB/OL]. (2023-06-27) [2023-07-10]. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-provides-update-proposal-unified-human-foods-program-including-new-model-office-regulatory>
- [7] U.S. Department of Agriculture. FACT SHEET: Biden-Harris Administration delivers on its promises to invest in rural communities, nutrition security, climate-smart agriculture, more and better markets and lower costs for families [EB/OL]. (2023-02-06) [2023-02-12]. <https://www.usda.gov/media/press-releases/2023/02/06/fact-sheet-biden-harris-administration-delivers-its-promises-invest>
- [8] U.S. Department of Agriculture. USDA launches Nutrition Hub to combat diet-related diseases in underserved communities [EB/OL]. (2023-09-28) [2023-10-20]. <https://www.usda.gov/media/press-releases/2023/09/28/usda-launches-nutrition-hub-combat-diet-related-diseases>
- [9] Tufts University. The Food is Medicine Institute Launch [EB/OL]. (2023-10-18) [2023-10-20]. <https://nutrition.tufts.edu/news/food-medicine-institute-launch>
- [10] U.S. Food and Drug Administration. FDA provides draft labeling recommendations for plant-based milk alternatives to inform consumers [EB/OL]. (2023-02-22) [2023-03-20]. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-provides-draft-labeling-recommendations-plant-based-milk-alternatives-inform-consumers>
- [11] U.S. Food and Drug Administration. FDA works to further improve nutrition, reduce diet-related chronic disease with dietary guidance statements on food labels [EB/OL]. (2023-03-24) [2023-04-16]. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-works-further-improve-nutrition-reduce-diet-related-chronic-disease-dietary-guidance-statements>
- [12] Genetic Technology (Precision Breeding) Act 2023 [EB/OL]. (2023-03-23) [2023-12-01]. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2023/6/contents/enacted>
- [13] UK Research and Innovation. Transforming the UK food system through trade [EB/OL]. (2023-03-22) [2023-03-29]. <https://www.ukri.org/news/transforming-the-uk-food-system-through-trade/>
- [14] Nutrition Insight. BNF spearheads six innovation hubs to address diet-related health challenges in UK [EB/OL]. (2023-08-22) [2023-09-20]. <https://www.nutritioninsight.com/news/bnf-spearheads-six-innovation-hubs-to-address-diet-related-health-challenges-in-uk.html>
- [15] Office for Health Improvement and Disparities. Nutrition and health claims on food: proposed legislative reforms [EB/OL]. (2023-08-09) [2023-08-20]. <https://www.gov.uk/government/consultations/nutrition-and-health-claims-on-food-proposed-legislative-reforms/nutrition-and-health-claims-on-food-proposed-legislative-reforms>
- [16] Agritech Future. UK government announces investment of £12 million in new Cellular Agriculture Manufacturing Hub (CARMA) [EB/OL]. (2023-04-17) [2023-10-20]. <https://www.agritechfuture.com/bio-tech/uk-government-announces-nvestment-of-12-million-in-new-cellular-agriculture-manufacturing-hub-carma/>
- [17] UK Research and Innovation. Alternative Proteins Innovation and Knowledge Centre [EB/OL]. (2023-11-28) [2023-12-7]. <https://www.ukri.org/opportunity/alternative-proteins-innovation-and-knowledge-centre/>
- [18] UK Research and Innovation. £17.4m funding for Better Food for All [EB/OL]. (2023-11-28) [2023-12-05]. <https://www.ukri.org/news/17-4m-funding-for-better-food-for-all/>
- [19] U.S. Department of Commerce. Biden-Harris Administration designates 31 Tech Hubs across America [EB/OL]. (2023-10-23) [2023-10-30]. <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/10/biden-harris-administration-designates-31-tech-hubs-across-america>
- [20] <https://tuftsfoodismedicine.org/our-projects/>
- [21] Nutrition and Food Safety (NFS), Standards & Scientific Advice on Food Nutrition (SSA). Food safety aspects of cell-based food [EB/OL]. (2023-03-28) [2023-04-10]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240070943>
- [22] FSANZ. A1269 - Cultured quail as a novel food [EB/OL]. (2023-12-11) [2023-12-12]. <https://www.foodstandards.gov.au/food-standards-code/applications/A1269-Cultured-Quail-as-a-Novel-Food>
- [23] World Health Organization. WHO updates guidelines on fats and carbohydrates [EB/OL]. (2023-07-17) [2023-08-05]. <https://www.who.int/news/item/17-07-2023-who-updates-guidelines-on-fats-and-carbohydrates>
- [24] Karam G, Agarwal A, Sadeghirad B, et al. Comparison of seven popular structured dietary programmes and risk of mortality and major cardiovascular events in patients at increased cardiovascular risk: systematic review and network meta-analysis. *BMJ*, 2023, 380: e072003
- [25] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Contribution of terrestrial animal source food to healthy diets for improved nutrition and health outcomes [EB/OL]. (2023-04-25) [2023-05-20]. <https://www.fao.org/newsroom/detail/meat-eggs-and-milk-essential-source-of-nutrients-new-fao-report-says-250423/zh>
- [26] Titos I, Juginovic A, Vaccaro A, et al. A gut-secreted peptide suppresses arousability from sleep. *Cell*, 2023,

- 186: 1382-97.e21
- [27] Shan ZL, Wang FL, Li YP, et al. Healthy eating patterns and risk of total and cause-specific mortality. *JAMA Intern Med*, 2023, 183: 142-53
- [28] O'Hearn M, Lara-Castor L, Cudhea F, et al. Incident type 2 diabetes attributable to suboptimal diet in 184 countries. *Nat Med*, 2023, 29: 982-95
- [29] Chang K, Gunter MJ, Rauber F, et al. Ultra-processed food consumption, cancer risk and cancer mortality: a large-scale prospective analysis within the UK Biobank. *eClinicalMedicine*, 2023, 56: 101840
- [30] Trieu K, Coyle DH, Rosewarne E, et al. Estimated dietary and health impact of the World Health Organization's global sodium benchmarks on packaged foods in Australia: a modeling study. *Hypertension*, 2023, 80: 541-9
- [31] Kanta JM, Deisen L, Johann K, et al. Dietary medium-chain fatty acids reduce food intake via the GDF15-GFRAL axis in mice. *Mol Metab*, 2023, 74: 101760
- [32] Wu X, Cui L, Wang H, et al. Impact of dietary sucralose and sucrose-sweetened water intake on lipid and glucose metabolism in male mice. *Eur J Nutr*, 2023, 62: 199-211
- [33] Canhada SL, Vigo Á, Luft VC, et al. Ultra-processed food consumption and increased risk of metabolic syndrome in adults: the ELSA-Brasil. *Diabetes Care*, 2023, 46: 369-76
- [34] Takase H, Hayashi K, Kin F, et al. Dietary salt intake predicts future development of metabolic syndrome in the general population. *Hypertens Res*, 2023, 46: 236-43
- [35] Binayi F, Moslemi M, Khodaghali F, et al. Long-term high-fat diet disrupts lipid metabolism and causes inflammation in adult male rats: possible intervention of endoplasmic reticulum stress. *Arch Physiol Biochem*, 2023, 129: 204-12
- [36] Nakandakari SCBR, Gaspar RC, Kuga GK, et al. Short-term flaxseed oil, rich in omega 3, protects mice against metabolic damage caused by high-fat diet, but not inflammation. *J Nutr Biochem*, 2023, 114: 109270
- [37] Dave N, Judd JM, Decker A, et al. Dietary choline intake is necessary to prevent systems-wide organ pathology and reduce Alzheimer's disease hallmarks. *Aging Cell*, 2023, 22: e13775
- [38] Bender MJ, McPherson AC, Phelps CM, et al. Dietary tryptophan metabolite released by intratumoral *Lactobacillus reuteri* facilitates immune checkpoint inhibitor treatment. *Cell*, 2023, 186: 1846-62.e26
- [39] Major J, Crotta S, Finsterbusch K, et al. Endothelial AHR activity prevents lung barrier disruption in viral infection. *Nature*, 2023, 621: 813-20
- [40] Ni YQ, Qian LL, Siliceo SL, et al. Resistant starch decreases intrahepatic triglycerides in patients with NAFLD via gut microbiome alterations. *Cell Metab*, 2023, 9: 1530-47
- [41] Norman K, Haß U, Pirlich M. Malnutrition in older adults-recent advances and remaining challenges. *Nutrients*, 2021, 13: 2764
- [42] Zhao D, Huang YL, Wang BH, et al. Dietary intake levels of iron, copper, zinc, and manganese in relation to cognitive function: a cross-sectional study. *Nutrients*, 2023, 15: 704
- [43] Thomas C, Erni R, Wu JY, et al. A naturally occurring polyacetylene isolated from carrots promotes health and delays signatures of aging. *Nat Commun*, 2023, 14: 8142
- [44] Brickman AM, Yeung LK, Alschuler DM, et al. Dietary flavanols restore hippocampal-dependent memory in older adults with lower diet quality and lower habitual flavanol consumption. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2023, 120: e2216932120
- [45] Singh P, Gollapalli K, Mangiola S, et al. Taurine deficiency as a driver of aging. *Science*, 2023, 380: eabn9257
- [46] Waziry R, Ryan CP, Corcoran DL, et al. Effect of long-term caloric restriction on DNA methylation measures of biological aging in healthy adults from the CALERIE trial. *Nat Aging*, 2023, 3: 248-57
- [47] Fitzgerald KN, Hodges R, Hanes D, et al. Potential reversal of epigenetic age using a diet and lifestyle intervention: a pilot randomized clinical trial. *Aging*, 2023, 13: 9419-32
- [48] Debès C, Papadakis A, Grönke S, et al. Ageing-associated changes in transcriptional elongation influence longevity. *Nature*, 2023, 616: 814-21
- [49] United States Department of Agriculture. Current Research Information System [EB/OL]. (2022-04-06) [2023-08-04]. <https://cris.nifa.usda.gov/aboutus.html>
- [50] Good Food Institute. State of the industry report plant-based meat, seafood, eggs, and dairy [EB/OL]. (2023-04-07) [2023-10-25]. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Plant-Based-State-of-the-Industry-Report.pdf>
- [51] Galler G. Japan's Prime Minister embraces cultivated meat as part of the country's sustainable future [EB/OL]. (2023-02-24) [2023-03-20]. <https://www.greenqueen.com.hk/cultivated-meat-japans-sustainable-future/>
- [52] Wolf M. SuperMeat partners with Japanese food giant Ajinomoto to scale cultivated meat production. [EB/OL]. (2022-03-10) [2023-10-20]. <https://thespoon.tech/supermeat-partners-with-japanese-food-giant-ajinomoto-to-scale-cultivated-meat-production/>
- [53] Good Food Institute. 2022 state of the industry report: cultivated meat and seafood [EB/OL]. (2023-04-07) [2023-10-25]. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report.pdf>
- [54] Good Food Institute. 2022 state of the industry report: fermentation meat, seafood, eggs, and dairy [EB/OL]. (2023-04-07) [2023-10-25]. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf>
- [55] World Health Organization. New WHA resolution to accelerate efforts on food micronutrient fortification [EB/OL]. (2023-05-29) [2023-06-20]. <https://www.who.int/news/item/29-05-2023-new-wha-resolution-to-accelerate-efforts-on-food-micronutrient-fortification>