

新型纳米脂质功能食品研究进展

陈洪¹, 赵元弟², 魏芳¹, 董绪燕¹, 马志亚²

(1. 中国农业科学院油料作物研究所, 农业部油料作物生物学重点开放实验室, 武汉 430062;
2. 华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430072)

摘要:随着我国经济的发展和水平的提高, 人们对生活质量和健康有了前所未有的关注, 健康食品和功能食品在食品产业中极具蓬勃的发展活力。由于纳米技术的独特性质, 纳米技术成为 21 世纪三大支柱科学领域之一。美国、日本和欧洲等国家已加大了纳米食品的技术研究与产品开发力度, 纳米技术在食品产业中的应用正在快速发展。脂质作为最重要的脂肪酸来源, 不仅是人体细胞组织以及体内各种重要的生理活性物质的构成成分, 也是各种生物功能的载体。因此脂质是食品纳米技术中最重要的基料之一。综述了纳米技术在世界食品范围内的发展趋势及国际相关政策; 介绍了新型纳米脂质功能食品前沿技术的现状与发展方向。分析了我国纳米功能食品的现状、差距和技术需求; 并提出了纳米脂质功能食品的发展思路 and 重点任务。

关键词: 纳米技术; 功能食品; 油脂; 进展; 综述

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2011.05.11

中图分类号: TS2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-0864(2011)05-0064-09

Research Progress on Applications of Nanotechnology in Functional Food

CHEN Hong¹, ZHAO Yuan-di², WEI Fang¹, DONG Xu-yan¹, Ma Zhi-ya²

(1. Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Lab for Biological Sciences of Oil Crops, Ministry of Agriculture, Wuhan 430062;
2. College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430072, China)

Abstract: With the economic development and improvement of living standards, life quality and health level has attracted the attention of the world. The functional foods bring flourishingly opportunity for food industries. Nanotechnology, with special properties, is regarded as one of the three most promising technologies of the 21st century. The United State, Japan and some European countries have strengthened the power in studying and developing nano-food. Application of nanotechnology in food industry is advancing rapidly. Lipids, as important source of fatty acids, are considered to be an irreducible constituent of tissue and active substances and also carrier of biological function. Therefore, lipids are one of the most important bases in food nanotechnology. This paper expounded the development trend and international policy of nanotechnology in worldwide foods. Current situation, technology distance and needs for nano-functional foods in our country were analyzed. Finally, developmental thought and key task for nano-functional foods was put forward.

Key words: nanotechnology; functional foods; lipids; progress; summarize

目前以功能食品为代表的健康产业在世界范围内呈现良好的发展势头, 功能食品产业在全球大规模兴起, 规模不断扩大, 已成为食品行业中最有前途、最有活力的产业之一。美国是世界上最重要, 也是最具活力的功能食品市场之一, 2006

年美国的功能食品销售额达到 156 亿美元^[1]。而据美国 Freedonia 咨询公司“2007 年世界治疗性功能食品市场报告”中披露, 2007 年美国市场的治疗性功能食品销售总额已达到 310 亿美元, 预计 2010 年这一数字将达到 450 亿美元^[2]。欧洲

收稿日期: 2011-07-12; 接受日期: 2011-07-29

基金项目: 国家 863 计划项目(2011AA100904, 2007AA10Z328)资助。

作者简介: 陈洪, 副研究员, 博士, 研究方向为油料作物生物炼制。E-mail: chen hong@oilcrops.cn

是世界第二大功能食品市场,2003 年功能食品销售额为 40 ~ 80 亿美元,2006 年已提高到 150 亿美元。日本是世界第三大功能食品市场,2006 年其功能食品市场的销售量达到 114 亿美元。而我国 2006 年功能食品市场的销售额也达到了 59 亿美元^[3,4]。

世界各国经济发展的历程表明,在人们的温饱需求得到满足之后,随着收入水平的提高,医疗保健等在消费支出中的比重将不断上升。一般来说,一个国家在人均 GDP 超过 1 000 美元时,功能食品产业会进入一个迅速扩张期^[5]。近年来,雀巢、Kraft 等跨国食品公司纷纷加大了新型功能食品的研发力度,他们认为“功能食品在传统制药与食品行业之间有巨大的市场空间,有很大的机遇。虽然有很大的风险,但回报也将很大。”

据有关部门统计,2009 年我国人均 GDP 已超过 3 600 美元(IMF2010 年 4 月 21 日发布),标志着我国的功能食品产业将进入持续扩大的机遇期。而随着人口老龄化浪潮的提前到来,中国社会正以超 3% 的速度步入老龄化^[6]。以目前 1.5 亿老年人基数计算,每年将有超过 400 万人步入老龄化,这将对医疗保健行业产生巨大需求。特别是近两年为应对国际金融危机,我国政府相继出台了一系列旨在拉动内需的政策。培育和发展医疗保健消费热点,是目前我国政府部门为了扩大内需,拉动国民经济较快增长制定的具体政策措施之一。而这给我国功能食品市场提供了前所未有的发展机遇^[7]。

目前,中国功能食品行业面临的国际竞争正在进一步加剧。而我国在功能食品的应用开发方面还处于初级阶段,仅仅跟踪、沿用国外的传统技术,欠缺自主创新能力,只能将我国不断蓬勃壮大的功能食品市场拱手让于国际食品行业巨头。同时,传统的食品加工工艺与检测方法已难以满足研制开发现代功能食品的技术要求,迫切需要采用新兴科技来增强产品的技术含量。因此寻找新的技术制高点,将其用于我国功能食品的开发具有重要的战略意义。

纳米技术自 20 世纪末出现以来迅速发展,已成为本世纪三大支柱科学领域之一。它将迅速改变物质产品生产方式,具备促进包括食品行业在内的传统工业超常规快速发展的巨大潜力。

近年来,世界各国纳米技术在食品产业中的应用正处于快速发展阶段,美国、日本等国家已开始进行了大量纳米食品的技术研究与产品开发,他们对相关研究的投入逐年增加(图 1)。目前世界范围市场上的纳米食品产品已超过 300 种,“雀巢”、“卡夫”、“亨氏”等许多著名的食品公司纷纷开展纳米食品的研究和开发,全球有 200 家公司活跃在纳米产品的研发上^[8]。纳米技术正在成为农业和食品领域发展的战略平台技术。由于其潜在的巨大市场,未来会有大量的纳米食品出现在市场上。世界著名咨询公司 Helmut Kaiser 曾预计纳米食品的市场将从 2005 年的 26 亿美元发展到 2010 年的 204 亿美元^[9~11](图 2)。

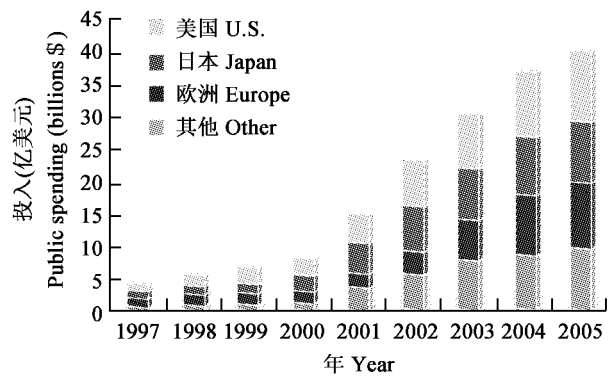


图 1 世界纳米技术的投入变化

Fig.1 Worldwide spending on nanotechnology.

来源:美国国家科学基金

Source: National Science Foundation, United States.

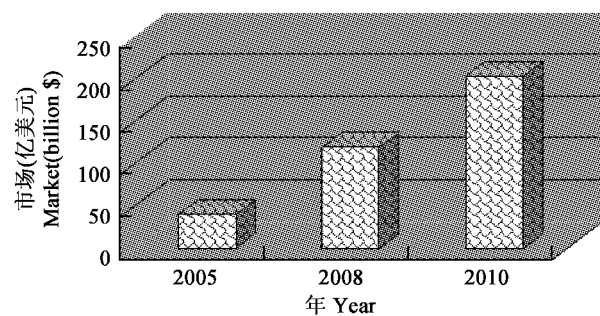


图 2 世界纳米食品市场变化

Fig.2 Worldwide nanofood market.

来源:德国 Helmut Kaiser 咨询公司

Source: Helmut Kaiser Consultancy, Germany.

我国对纳米技术的研究高度重视,早在 20 世纪 90 年代就开始进行研究。许多研究所、高等院校组织科研力量开始纳米技术研究工作,并取得

了令人瞩目的成果。“十一五”期间,中国纳米科技研究经费投入超过 50 亿元。比“十五”期间的 15 亿元增长 3 倍多。2010 年我国在纳米研究领域发表的 SCI 论文数量占全球的 23.4%,在纳米材料制备和合成方法等领域处于与国际先进水平差距相对较小。

预计今后几年,亚洲将成为纳米食品的最大市场,而中国将处于领先地位。因此将纳米技术迅速引入功能食品研究,加强我国纳米食品领域的技术研究,能够拓展我国纳米技术的研究领域,确保纳米技术的领先地位。纳米技术一方面将推动我国功能食品产业的升级换代,为抢占国内功能食品市场奠定雄厚的技术基础,另一方面又能满足人民群众不断增长的医疗保健消费需求,改善我国人民的生活水平和质量,为扩大内需,拉动国民经济较快增长贡献力量,具有重大的社会和经济意义。

1 世界发展现状与趋势分析

1.1 国际前沿技术与相关战略性新兴产业发展现状与趋势

在过去的 20 年里,纳米技术得以迅速发展,正在引发一场新的工业革命。尽管纳米技术在食品中的应用研究还处于起步阶段,但它作为高新技术在食品科学领域的研究得到了越来越多的关

注。纳米技术在食品中的应用目前主要集中在食品包装、贮藏、食品安全检测和功能性食品的开发、纳米食品添加剂的制备和营养成分及生物活性成分的智能供给系统等研究领域^[12~15](图 3)。纳米技术近年来取得了长足的进展,国际上发表的论文逐年增长(图 4)。

在纳米食品的加工方法上,主要包括“自上而下”和“自下而上”两种方法。“自上而下”法通过施加外界作用力将大粒径的食品颗粒物理粉碎,是工业上最常使用的方法。主要包括球磨法和喷射研磨法,已被用于多种纳米食品的制备,如

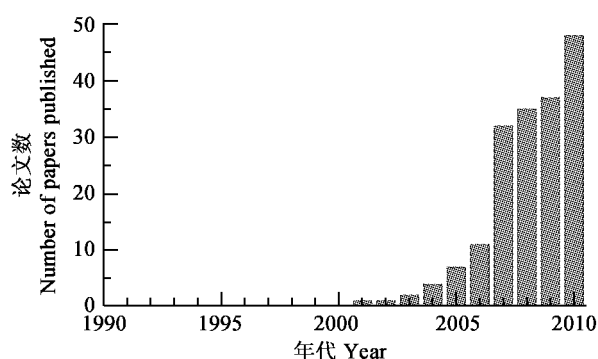


图 4 20 世纪 90 年代以来国际上有关纳米技术运用于食品研究的 SCI 论文统计

Fig. 4 Statistics of SCI papers on application of nanotechnology in food science Since the 1990s.

数据来源:ISI 科学引文索引数据库

Data source: ISI Scientific citation index database.

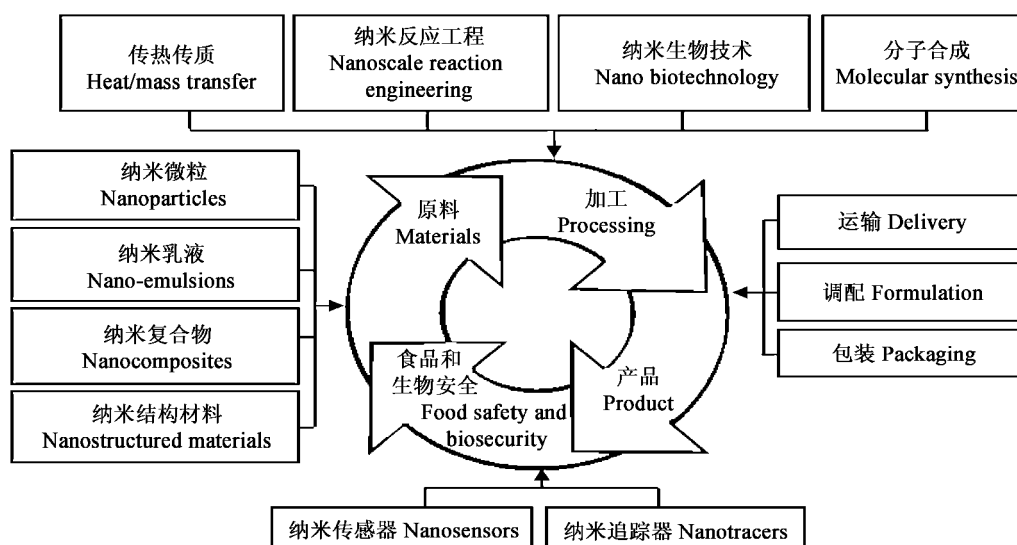


图 3 纳米技术在食品科学中应用

Fig. 3 Application matrix of nanotechnology in food science.

高水结合力面粉和高抗氧化性绿茶的加工中。近年来,胶束、纳米乳液、纳米悬浮液、高分子纳米粒、脂质体、纳米微胶囊、固体脂质纳米粒和纳米结构的脂质载体等胶体载体,在营养成分和生物活性成分的储藏和智能供给系统中得到了广泛的应用(图5)。以固体脂质纳米粒和纳米结构的脂质载体为例,其合成方法主要包括高压均质法、乳液-超声法、微乳液法、溶剂乳化-蒸发法、溶剂扩散法、溶剂注射法和双乳液法等。纳米微胶囊

的合成方法主要包括乳液聚合、界面聚合、单凝聚法和自组装法等。值得指出的是,在这些纳米载体的合成中,通过使用超声、微波等物理辅助手段可有效降低反应的时间和能耗,提高反应速率、产率和降低生产成本。例如超声乳化法完全可以取代高压均质法来合成纳米乳液,使生产成本大大降低。而微波技术在高分子纳米粒合成中的应用,能够较好地解决功能高分子纳米粒合成中耗时长、耗能高、收率低等问题^[16-18]。

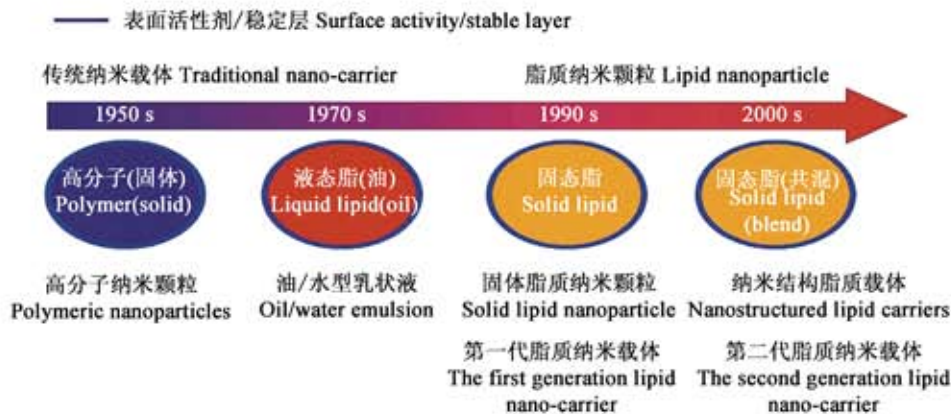


图5 脂质纳米粒载体的发展概况

Fig. 5 Development of lipid nanoparticle concept.

由于我国正在逐步进入老龄化社会,预防心血管疾病、老年痴呆等慢性疾病对于提高人民健康水平和生活质量有着极为重要的意义。现代营养医学研究表明,脂质营养对心血管疾病的形成具有重要影响,不合理的脂肪摄入和代谢紊乱是诱发心血管疾病的重要原因。合理膳食结构和摄入功能强化食品对于延缓心血管疾病等慢性疾病的发生有着极为重要的作用。脂质在人体三大能量营养素中占有重要的地位,不仅是人体细胞组织以及体内各种重要的生理活性物质的构成成分,也是各种生物功能的载体。由于具有特有的功能特性和营养特性,脂质是开发新型功能食品的重要原料成分和添加基料。由于多不饱和脂肪酸,尤其是人体必需的EPA、DHA,在预防心血管疾病、降血脂、降低胆固醇、减肥等方面具有明显的作用,因而日趋受到人们的关注。但多不饱和脂肪酸油脂,容易氧化,带有浓重刺鼻的鱼腥味,也使得货架期变短。而且由于其溶解度低、肠胃吸收率低、代谢快以及易受食物影响等缺点,使得

直接口服多不饱和脂肪酸油脂一直在寻找更好的解决途径。近年来,由于胶束、纳米乳液、纳米悬浮液、高分子纳米粒和脂质体等胶体载体能够解决一些生物活性成分溶解性相关的问题,引起了广泛的关注。然而,这些体系也存在一些不足之处,诸如物理稳定性低、团聚、生物活性成分泄露、不易规模化生产和有机溶剂残留等。近二十年来,随着脂质作为生物活性成分载体在低水溶性生物活性成分输送中的逐渐广泛应用,以口服生物活性功能成分的新型食品发展呈现出一派新气象。这是因为脂质载体能最大程度的减少以上胶体载体的缺点。制备脂质纳米粒的脂质通常是生物相容和生物可降解的脂质。脂质的物理化学多样性和生物相容性以及能提高生物活性成分的口服生物利用度等优点也使其成为最具吸引力的载体。基于固体基质的脂质纳米粒还具有高载量、长效稳定、适合规模制备、高吸收率等优点。此外,粒径在120~200 nm之间的固体脂质纳米粒可最大限度的避免网状内皮系统的清除作

用^[19,20]。因此,固体脂质纳米粒在制备功能油脂中显示出巨大的应用前景,被认为是新一代功能食品—“灵巧食品”(smart foods)(图6、7)。

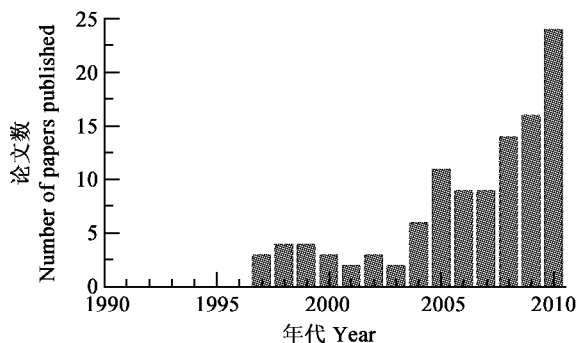


图6 上世纪90年代以来国际上有关 smart food 的SCI论文统计

Fig. 6 Statistics of SCI papers on smart food Since the 1990s.

数据来源:ISI科学引文索引数据库

Data source: ISI Scientific citation index database.

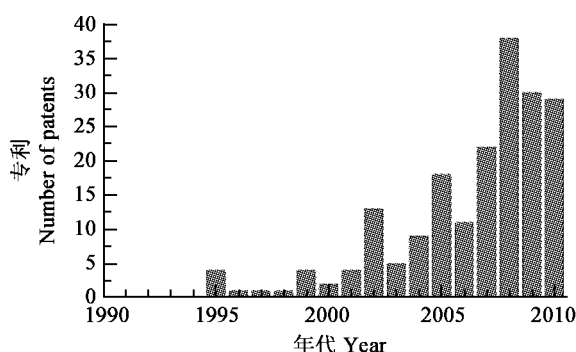


图7 上世纪90年代以来国际上有关 smart food 的专利统计

Fig. 7 Statistics of patents on smart food Since the 1990s.

数据来源:DII德温特世界专利创新索引

Data source: Derwent innovation index.

这种“灵巧食品”由纳米胶囊所包覆,可依据纳米传感器所侦测到消费者个人的生理状况而适时的释放出营养补给物。其研究目的主要是在增加人体能量、消化吸收功能、免疫力和抗老化等对人体有益的方向发展。

1.2 国际相关政府计划、发展政策与环境

全球范围内,为促进纳米科技的研究,数以亿计的美元投入到了各个领域,包括:医药、能源、农业、环境和防卫。许多初期的研究是关于本质基础,目的在于理解纳米级现象和过程,创建新的结

构和材料;同时,还有一些研究的目标是通过广泛的应用纳米级物质取得社会效益。从基础研究到食品方面的有效应用还处于初级阶段,面临着许多挑战需要深入的研究。

目前,全球许多国家已经意识到纳米技术在农业、食品领域的应用潜力,并开始在该领域大规模投资,从事研究与开发活动。美国在纳米科技食品行业应用的研究方面处于主导地位。美国农业部通过国家研究、教育与外延服务综合部已经建立了纳米传感器的研究项目,重点目标是食品、农业和生物安全性,新的目标输送和控制释放机制适于食品基体。欧盟指出纳米技术的进步将有助于增强欧盟各国的竞争力,追赶上美国在纳米技术研发领域的领先地位。纳米论坛最新年度报告显示,希腊、爱尔兰和荷兰将成为欧盟成员国中领先开展纳米食品研究的国家。英国食品标准机构已经发起对纳米技术在食品领域,尤其是食品包装方面的研究,期待着纳米技术在食品工业领域大展身手^[21]。与此同时,英国其他政府部门也投入大笔资金进行相关的研发工作,包括功能食品、营养供给系统和改善食品质地与风味的工艺等。随着纳米技术不断成为食品和农业领域发展的一个战略平台,欧盟决定启动各成员国之间的合作研究项目,便于各国公司以最快的速度充分利用技术领域的新成果^[22]。

加拿大也在纳米食品科研中投入了许多经费。高级食品与材料网络是该国优秀项目中心网络部的一部分,主要集中在食品纳米科技研究。该网络部的目的是开发知识和技术用于食品和食品加工中,在与行业、政府、非利益机构和国际研究机构合作时,使之具有商业利益,可以被社会接受,具有附加值。

日本政府不仅将纳米技术视为激活经济复苏的起爆剂,而且将其视为驱动经济持续发展的动力源。近年来,日本的纳米食品和营养物研究发展较快,日本在食品纳米科技研究方面的投资部分主要来源于农林渔业部(MAFF)。从2002年开始,该部实施了一个五年计划“生物功能的创新性利用——纳米科技和材料的开发”。

新西兰的食品纳米技术研究也得到了高度重视。政府初期的发展纲要为新西兰的纳米技术远景提供了广泛的内容和高水平的指导。纲要要求新西兰保持关注国内和国际发展状况,为可能的

挑战与机遇做好准备。它还引导将来可能在这一领域研究的深远合作与投资。强调对新西兰特色食品如深海鱼油和奶制品应用中特殊的纳米技术研究,包括毫超微包裹法、纳米传感器、包装用的纳米材料、用于清除化学和病原体的纳米微粒以及研究微量营养素和生物活性成分转运机理^[23]。

此外,很多发展中国家如伊朗也已经开始了以纳米技术在农业中的应用为重点的纳米研发项目。伊朗农业部支持一个由 35 个实验室组成的庞大研发小组,该小组正致力于拓展纳米技术在农业食品领域的应用。印度在 2006 年预算中拨款 2 260 万美元用于农食品领域新设备与技术的研发,支持并鼓励纳米技术等高新技术在农业食品领域中的开发应用。

2001 年以来台湾国科会也针对纳米材料与技术的发展,在自然处及工程处投入相当研发经

费,纳米科技目前研究发展的主要方向是物理、化学、材料、化工、电机、光电、机械和生物科技等方面^[24]。

1.3 纳米技术在食品领域的应用

全球国际食品行业巨头,如康尼格拉(Con-Agra),坎贝尔汤(Campbell Soups),卡夫(Kraft),通用磨坊(General Mills),亨氏(HJ Heinz),雀巢(Nestle),百事可乐(PepsiCo),萨拉利(SaraLee)和联合利华(Unilever)等,都相继开展了纳米食品的研究(表 1)。

总部位于瑞士韦威的世界上最大的食品制造商雀巢公司于 2011 年 1 月 1 日投资 283 亿美元用于创建个性化营养品(Do-It-Yourself Nutrition Unit)业务。雀巢保健科学部门的主管 Luis Cantarell 表示,他们计划在未来五年内开发一系列用

表 1 食品纳米化技术应用之实例^[24]
Table 1 Application examples of food nanotechnology^[24].

产品 Products	功能 Function	研发公司 Company
Tip-Top	用纳米胶囊包裹鲑鱼油,避免鱼油不良的味道。Tuna oil is entrapped with nano-capsule avoiding bad taste of fish oil.	Bakeries in Western Australia
Nutralease	以纳米大小的粒子传递营养物质至细胞,可让化合物进入血液中,增加生物利用性。Nano-sized particles pass nutrients to the cells, allowing compounds to enter the bloodstream, increasing bioavailability.	Israeli Company
Nanocochleates	更有效地传递营养物质至细胞,且不影响食品的颜色、味道。Nutrients are delivered more effectively to the cells, without affecting food color and taste.	Biodeliver Sciences International
Smarts food	当感应器侦测到缺乏营养时,会释放营养物质。When the sensor detects a lack of nutrition, it will release nutrients.	Kraft
低脂冰淇淋 Low fat ice cream	使乳化剂的分子变小,给予冰淇淋新的口感,乳化剂的使用量减少 90%,脂肪含量从 16% 减少到大约 1%。The emulsifier molecules turn smaller, and ice cream is given the new flavor, Emulsifier usage decreased by 90%, and fat content reduces from 16% to about 1%.	Unilever
NanoCeutical	清除自由基,具有保湿功效,平衡身体的 pH 值。Scavenging free radicals, moisturizing and balancing the pH of the body.	Royal BodyCare
NanoClusters	和营养供给物结合以提升人体对营养物质的吸收。Combine with nutrient supply materials to enhance the body's absorption of nutrients.	Royal BodyCare
防晒油 Suntan oil	直接传递维生素 E 至皮肤。Delivering Vitamin E directly to the skin.	Nestle, L'Oreal
纳米乳化剂 Nano emulsifying agent	—减少餐厅和快餐业一半的用油量。 —在高温油炸时,能防止氧化、油脂凝聚,延长油的使用时间。 —油的加热速度变快,可减少在烹煮时能源的消耗。 —Reducing by half the oil consumption of restaurants and fast-food industry. —Preventing oxidation and oil rally, and extending oil usage time When frying at high temperatures. —Oil faster heating reduces energy consumption in cooking time.	US based Oilfresh Corporation
NovaSOL Sustain	能减少脂肪和给予饱足感,可以控制体重。Reducing the fat, giving a sense of satiety and control the weight.	Aquanova

于预防或治疗老年痴呆症、肥胖症、糖尿病及高血压等疾病的个性化营养食品。卡夫公司(Kraft Food)和15个大学的研究团队合作组成一个联盟,希望应用纳米技术生产具有活性的食品(active food),可依消费者的喜好选择食品的不同味道和颜色,还计划研发“灵巧食品”。

2 我国发展现状与存在的主要问题

2.1 我国发展现状与成就

我国功能食品行业从20世纪80年代兴起至今,经历了几次大的起落,2000年以来,政府出台了一系列的监管、规范措施,消费者也变得更加理性、成熟。2005年实施的《保健食品注册管理办法》,与世界功能性食品的基准更为接近,将保健食品的审查、许可以更科学、严密的规范进行。根据《国务院关于实施〈国家中长期科学和技术发展规划纲要〉的若干配套政策》的要求,由国家发展改革委、科技部、商务部、国家知识产权局联合修订的《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》已将功能食品等列入国家优先发展重点。

我国对纳米技术的研究也非常重视,早在20世纪90年代就开始对纳米技术进行研究,许多科研院所、高等院校也组织科研力量开始纳米技术研究工作,并取得了令人瞩目的成果。

在国家863计划项目的资助下,中国农业科学院油料作物研究所和华中科技大学生命科学与技术学院合作课题组在纳米颗粒的合成、表征、生物安全性及应用于活性多肽的生产方面取得了重要进展^[25~32]。他们采取微波辐射加热的方法制备了具有良好水溶性的纳米颗粒,与传统加热方式粗放高能耗等缺点相比,微波反应体系在加快纳米颗粒的合成速度,快速制备的同时,还具有节能的优势。针对目前常用的纳米粒子粒径测定方法耗时繁琐,不易统计分析,且对有机成分分子敏感度不高造成误差较大等缺点,开发出一种可用于水溶性纳米颗粒粒径准确测量的方法,并建立了一种对纳米颗粒的生物安全性进行评价的方法。在此基础上将这些纳米颗粒应用于活性多肽的生产方面,并取得了重要进展。

2.2 我国的差距及其存在的主要问题

自20世纪90年代以来,在国家科研经费的资助下,我国科学家在纳米科学研究领域取得了很大的进步,许多方面达到了世界先进或领先水平。纳米食品的研究也已开始,在纳米催化剂、纳米固定化酶、纳米微胶囊、纳米包装等方面都发表了高水平的文章和申请了专利。但与欧美、日本、新西兰等国家相比,我国在纳米食品领域的研究存在一些明显的差距与问题:①跟踪性的研究多,而原创性的研究少;②科研机构研究成果多,而在食品加工企业应用少;③实验室小型化制备能力强,而中试规模化制备能力弱;④纳米食品的研究人员和成果集中在科研机构,而企业研发能力薄弱;⑤我国开展纳米技术所用的仪器设备,特别是表征设备严重依赖进口,这已经成为赶超世界领先水平的制约因子;⑥在规模化生产专用设备上,尚缺乏低温高压均质等关键设备。

2.3 我国的发展趋势和技术需求

随着我国经济发展水平的提高,人民对健康质量更加关注。有真正功效的功能食品有着广阔的市场发展前景。在脂质纳米功能食品研发领域,我国科学工作者已经从早期的微胶囊技术发展到了脂质体包裹技术,正在积极开展固体脂质纳米颗粒和纳米脂质载体的研究。为了实现脂质纳米功能食品的规模化生产,亟需在低温高压均质技术和低温喷雾干燥技术研发上有所突破。

3 未来展望

运用微波超声等物理辅助技术,研发绿色高效、大规模制备脂质纳米颗粒的工艺技术与关键设备,研究提高脂质纳米颗粒包裹活性功能成分的负载效率、降低泄漏率,提高生物利用度。以此为基础,加快我国新型功能食品的研发速度。提高我国新型功能食品的研究水平,提升我国食品加工企业的国际竞争力。

未来的研究将侧重于两个方向,一是新型纳米颗粒的合成、表征及其应用于食品中营养物质和活性功能成分包覆、传递和缓释技术。此方向重点研究任务为固体脂质纳米粒(lipid nanoparticle)和纳米结构的脂质载体(nanostructured lipid

carrier)的合成、性质表征的方法研究;提高包裹植物甾醇和DHA/EPA等 ω -长链不饱和脂肪酸等营养物质和活性功能成分的负载效率、稳定性和生物利用度,降低泄露率。并进行纳米颗粒的毒性学和营养学评价研究。

另一方面是新型纳米颗粒的连续化、大规模绿色高效制备技术及其关键装备研发。此方向重点研究任务为利用低温高压均质技术,微波/超声连续化反应器高效、规模化生产负载型纳米脂质载体,研究低温喷雾干燥和冷冻干燥技术以便保持较高的负载物生物功能。

纳米技术应用于新型功能食品的研发已经成为食品科学与技术中新的热点和生长点。国际上各大跨国食品公司正在纷纷布局,加大了投资力度和研发的步伐,试图抢占新的制高点,以夺取未来市场竞争优势。

面对这种局面,从事食品科学技术研究的中国科技工作者应当积极行动起来,集合我国相关领域中有研究基础和优势的研究团队,积极跟踪发达国家和跨国食品公司的研究最新成果与技术,尽快在关键技术工艺、关键设备集成和新型功能食品等方面有所突破,加大成熟技术、装备在我国食品企业的推广力度。力争在3~5年内,使我国在物理辅助技术和纳米技术应用于新型功能食品的研发领域达到世界领先或先进水平。研发出具有自主知识产权的工艺技术、设备集成生产线和新型功能食品产品。为提升我国食品企业国际市场竞争力和改善我国人民膳食结构、营养水平和健康生活质量作技术支撑。

参 考 文 献

- [1] Side C. Overview on marketing functional foods in Europe [A]. In: Functional Food Network General Meeting Thesis [C]. Functional Food Network General Meeting, Finland Turku, 2006.
- [2] 中国保健协会休闲保健专业委员会治疗性功能食品在医药市场悄然崛起. <http://www.chinaahc.com/news/xiangxi.aspx?myid=18685>, 2009-03-20.
- [3] 孙传范. 国内外功能食品产业的比较[J]. 食品科学, 2009, 30(19): 356-359.
- [4] 于小冬, 周海春. 2005年中国营养产业发展报告[R]. 中国营养产业发展报告, 2006.
- [5] 世界各国功能食品进入快速增长长期的主要原因. <http://www.gongnengfood.com/Article.asp?id=359>, 2010-09-21.
- [6] 中国的人口与国力: 未来二十年人口格局将生巨变. http://www.jininvest.gov.cn/E_ReadNews.asp?NewsID=12335, 2011-06-03.
- [7] 钟耀广, 刘长江. 我国功能性食品存在的问题及展望[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(2): 166-168.
- [8] 曾晓雄. 纳米技术在食品工业中的应用研究进展[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(1): 90-95.
- [9] Nesli S, Jozef L K. Nanotechnology and its applications in the food sector[J]. Trends Biotechnol., 2009, 27(2): 82-89.
- [10] Qasim C, Michael S, James B, et al. Applications and implications of nanotechnologies for the food sector[J]. Food Addit. Contam., 2008, 25(3): 241-258.
- [11] Joseph T, Morrison M. Nanotechnology in Agriculture and Food[EB/OL]. www.nanoforum.org, 2010-1-8.
- [12] 张辉, 翁佩芳, 单丽君, 等. 食品纳米材料的研究进展[J]. 食品工业科技, 2010, 7: 418-421.
- [13] 何强, 吕远平. 纳米技术与纳米食品[J]. 食品工业科技, 2008, 29(4): 296-298.
- [14] 孙勇, 李华佳, 辛志宏, 等. 纳米食品的活性与安全性研究[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 936-939.
- [15] Chau C F, Wu S H, Yen G C. The development of regulations for food nanotechnology[J]. Trends Food Sci. Tech., 2007, 18: 269-280.
- [16] Weiss J, Takhistov P, Clements M J. Functional materials in food nanotechnology[J]. J. Food Sci., 2006, 71(9): 107-116.
- [17] Kumar A, Singh K. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery[J]. Trends Food Sci. Tech., 2007, 18: 240-251.
- [18] Scrinis G, Lyons K. The emerging nano-corporate paradigm: nanotechnology and the transformation of nature, food and agri-food systems[J]. Int. J. Sociol. Food Agri., 2007, 15(2): 22-44.
- [19] Garti N, Spernath A, Aserin A, et al. Nano-sized self-assemblies of nonionic surfactants as solubilization reservoirs and microreactors for food systems[J]. Soft Matter, 2005, 1: 206-218.
- [20] Krutika K S, Shamsunder S D. Recent advances and patents on solid lipid nanoparticles[J]. Rec. Pat. Drug Deliv. Form., 2008, 2: 120-135.
- [21] 侯占群. 纳米技术与食品工业的可持续发展. <http://www.fam365.com/viewnews/collectionitem.html?itemId=314>, 2009-04-02.
- [22] 黄健, 梁慧刚, 刘清. 纳米技术在食品中的应用和安全性问题. <http://news.sciencenet.cn/html/showxwnews1.aspx?id=210841>, 2008-09-09.
- [23] Ye J, Cui A, Taneja X, et al. Evaluation of processed cheese fortified with fish oil emulsion[J]. Food Res. Int., 2009, 42: 1093-1098.
- [24] 食品奈米科技的简介[EB/OL]. <http://niufood.niu.edu.tw/nano/intro/pages.php?ID=definition>, 2006-11-18.
- [25] Li J F, Wei F, Dong X Y, et al. Microwave-assisted

- approach for the rapid enzymatic digestion of rapeseed meal [J]. *Food Sci. Biotechnol.*, 2010, 19(2):463-469.
- [26] Jin X, Li J F, Huang P Y, *et al.*. Immobilized protease on the magnetic nanoparticles used for the hydrolysis of rapeseed meals [J]. *J. Magn. Mag. Mater.*, 2010, 322:2031-2037.
- [27] 李菊芳,董绪燕,魏芳,等.微波/超声波及固定化酶技术在食品蛋白质高效水解中的应用研究进展[J].*中国农业科技导报*,2009,11(6):86-92.
- [28] 李菊芳,魏芳,董绪燕,等.微波辅助菜籽蛋白水解产物的高效制备及其部分功能特性研究[J].*中国粮油学报*, 2010,25(11):83-88.
- [29] 董绪燕,陈洪,魏芳,等.利用植物择留醇生产纳豆激酶脂质体的方法[P].中国,ZL200910062277.6,2009.
- [30] Dong X Y, Kong F P, Yuan G Y, *et al.*. Optimization of preparation conditions and properties of phytosterol liposomes encapsulating Nattokinase[J]. *Nat. Prod. Res.*, 2011, DOI: 10.1080/14786419.2010.528759.
- [31] Li Y Q, Wang H Q, Wang J H, *et al.*. A highly efficient capillary electrophoresis-based method for size determination of water-soluble CdSe/ZnS core-shell quantum dots[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2009, 647:219-225.
- [32] Zhang H L, Li Y Q, Wang J H, *et al.*. A special method to prepare quantum dots probes with reduced cytotoxicity and increased optical property[J]. *J. Biomed. Opti.*, 2010, 15(1): 015001.

第六届中国生物识别学术会议

生物识别是模式识别、图像处理、人工智能等学科领域的前沿方向,同时也是保障国家和公共安全的战略高技术、电子信息产业的新增长点。

中国生物识别学术会议先后成功主办过五届,有力推动了我国生物识别的学科发展和应用推广,同时为国内生物识别学术界和产业界同行提供了一个交流与合作的平台。第六届中国生物识别学术会议(CCB2011)将于2011年12月3~4日在北京举行。

本届会议向广大科技工作者公开征集优秀学术论文,大会录用的优秀稿件将会推荐到国内主流期刊出版。

一、会议组织:

主办单位:中国科学院自动化研究所;中国计算机学会;中国人工智能学会

协办单位:北京中科虹霸科技有限公司

承办单位:模式识别国家重点实验室;中国信息安全产品测评中心

二、会议时间、地点:

2011年12月3~4日,北京市东城区

三、会议主题:

生物特征获取装置;生物识别过程的人机交互;生物特征质量评价;生物特征信号质量增强;基于生物特征的情感计算;人脸检测、识别与跟踪;指纹识别;虹膜识别;说话人识别;笔迹(含签名)识别;步态识别;掌纹识别;静脉识别;其他生物特征的识别与处理;多模态生物识别与信息融合;生物特征数据库建设与合成;生物特征识别应用与系统;生物特征与其他信息安全技术的交叉融合(密码学、水印、信息隐藏等);其他相关内容。

四、联系方式:

联系人:孙哲南

电话:010-82610278

传真:010-62551993

E-mail: znsun@nlpr.ia.ac.cn