

# 食品科学论文集

金宗濂 主编

北京联合大学应用文理学院  
营养保健食品研究所  
1999. 北京

## 序

1978年,伴随我国跨入以经济建设为中心的新的历史时期,北京大学分校(现北京联合大学应用文理学院)和其他各大学的分校一起应运而生。1983年,首届学生毕业,我们通过回顾总结4年的办学经验,逐步明确了这样一点:北京大学分校作为一所市属院校,应该将重点放在发展应用学科,培养北京市所需要的应用人才上,应该扎根北京市,在为北京市社会主义经济建设和社会发展服务中,办出自己的特色。在这个大背景下,生物系的葛明德、金宗濂等同志积极行动起来,经过大量的社会调查和文献调研,提出生物系以食品生物学与营养学为专业方向,并在1985年确立以“食品与人类健康”为主攻方向。从那时起到现在,15年过去了,这本论文集是他们专业建设、学科建设的历史记录。

15年来,该院生物系(现生化系)的同志在专业建设和学科建设上付出了艰苦的劳动,取得值得珍惜的成果,这本论文集收有他们的总结性报告。我在这里仅指出一点,即在80年代他们刚刚起步的时候,根据当时自身的条件,选择了一个可行的科研发展的思路。这个思路概括地说就是,从下游做起,逐步做到上游。从事功能食品的研究本来可以按部就班地从上游做到下游,就是说从功能因子的结构、作用机理做起,确定其功能的构效关系和量效关系,再从事慢性动物试验和人体试验进行功能学检验,最后进行工艺研究。但1985年生物系的实验条件十分简陋,没有比较精密的生理、生化仪器。如果从上游做起,由于条件太差,根本无法下手。他们果断地采取了一条完全相反的思路:从下游做到上游。拿研究抗疲劳功能食品来说,他们选为工作起点的是,用小鼠游泳试验和爬竿试验来筛选具有抗疲劳功能的基础材料(不是功能因子)。这样的功能学试验有一个玻璃水缸和一块秒表就可进行了,但却又可以得到能够做出明确、可靠结论的实验数据。进而,他们研究能客观反应抗疲劳功能的生化指标。到了90年代,他们开始从机制上探索抗疲劳功能的新思路,探寻新的功能因子,并做出了成果。他们每一步的成果在本论文集集中都有反映,有兴趣的同志可以看他们的论文,这里不再赘述。

为了推动科学研究工作的发展,是从上游做到下游,还是应该从下游做到上游,这要根据着手工作时的主客观条件来决定。两种思路并没有孰优孰劣的问题。但是生物系的同志当时根据自身条件选择从下游做到上游的路子则是可取的。在他们的实践中蕴含着这么两点精神是应该肯定的。第一,是从实际出发,面向现实,立足于现实,把握住今天,去迎接明天。这是一种高度务实的精神,它也许可以用一句话来表达:“借问路在何方?路在脚下”。第二,建立起强烈的前沿意识,不管自己当前的工作和科学前沿相距多远,但要始终了解前沿,瞄准前沿,扎扎实实一步步接近前沿。

在上级领导的关怀下,经过15年的奋斗,他们的工作条件已经大大改善。今天,他们既可做下游工作,也可以做上游工作,但是上述的两点精神不能丢。坚持以这种从实际出发,自强不息的精神来从事专业建设和学科建设必能取得更大的成绩。是为序。

李 楷

# 目 录

序 ..... 李 椿

## 十五年工作的回顾与综述

功能(保健)食品研究十五年回顾 ..... 金宗濂(3)  
 一次探索应用理科专业方向的实践 ..... 葛明德(24)

## 保健食品功能因子及其作用机理的研究

腺苷与阿尔采默氏型老年痴呆症 ..... 金宗濂 王卫平 赵 红(31)  
 腺苷受体阻断剂对老年大鼠记忆障碍的研究 ..... 金宗濂 朱永玲 赵 红等(34)  
 茶碱对由东莨菪碱造成的记忆障碍大鼠海马、皮层及纹体乙酰胆碱含量的影响 .....  
 ..... 金宗濂 文 镜 王卫平(38)  
 腺苷受体激动剂对大鼠海马乙酰胆碱释放抑制效应的随龄变化 ..... 金宗濂 李嗣峰 王家璜等(46)  
 大鼠脑组织腺苷含量的 HPLC 分析 ..... 文 镜 金宗濂(52)  
 茶碱对喹啉酸损毁单侧 NBM 核大鼠学习记忆行为的影响 ..... 金宗濂 文 镜 王卫平(56)  
 苯异丙基腺苷对大鼠学习记忆行为和脑内单胺类递质的影响 ..... 金宗濂 张书青(64)  
 口服茶碱对喹啉酸损毁单侧 NBM 核大鼠学习记忆行为的影响 ..... 金宗濂 张书青(73)  
 通过增强内源性腺苷活动致使老年大鼠对寒冷耐受性降低的研究 ..... 王家璜 金宗濂 李嗣峰(82)  
 茶碱的动员脂肪功能及其在功能食品中的应用 ..... 唐粉芳 文 镜 金宗濂等(93)  
 富硒营养粉对人工缺硒小鼠免疫、衰老、疲劳等生理指标的影响 ..... 唐粉芳 金宗濂 王 磊等(95)  
 SOD 作为延衰食品功能因子的可行性研究 ..... 金宗濂 赵 红 唐粉芳等(99)  
 壳聚糖降脂作用的研究 ..... 魏 涛 唐粉芳 金宗濂等(101)  
 壳聚糖降血糖作用的研究 ..... 魏 涛 唐粉芳 金宗濂等(103)  
 壳聚糖增强免疫作用的研究 ..... 魏 涛 唐粉芳 金宗濂等(105)

## 保健食品功能基础材料的研究

玉米胚强化谷粉降血脂、抗衰老作用研究 ..... 马熙媛 董文彦 张东平等(109)  
 玉米胚强化谷粉控制血、血糖作用的初步研究 ..... 马熙媛 郭永春 董文彦等(123)  
 玉米胚强化谷粉对高脂血症患者血清 LPO 浓度及红细胞内 SOD 活性的影响 ..... 董文彦 马熙媛(127)  
 玉米胚芽降血脂作用的研究 ..... 董文彦 马熙媛 张东平等(129)  
 玉米谷粒外层提取物的发酵食品对小鼠血脂及衰老指标的影响 ..... 董文彦 陈一平 马熙媛等(133)  
 金针菇发酵液的抗衰老作用 ..... 金宗濂 戴涟漪 唐粉芳等(137)  
 金针菇抗疲劳的实验研究 ..... 文 镜 陈 文 金宗濂等(139)  
 金针菇对小鼠免疫功能和避暗反应的影响 ..... 唐粉芳 金宗濂 赵凤玉等(143)  
 榆黄蘑对小鼠血乳酸、血尿素、乳酸脱氢酶影响的实验研究 ..... 文 镜 金宗濂 陈 文等(145)  
 榆黄蘑发酵液的抗衰老研究 ..... 金宗濂 唐粉芳 戴涟漪等(148)  
 香菇发酵液对小鼠抗衰老及增强免疫功能的评价 ..... 唐粉芳 金宗濂 李静漪等(151)  
 黑粘米酶解水提液延缓衰老作用研究 ..... 陈 文 王 磊 金宗濂等(155)

苦丁茶降血脂作用的研究·····	董文彦	郑颖	刘晓兵等(157)
沙棘——山楂汁对小鼠血脂的影响·····	董文彦	张琦	史晓伟等(161)
籽粒苋食品降血脂作用的实验研究·····	董文彦	刘德富	孙鸿良等(164)
沙田柚饮料的降血脂作用研究·····	董文彦	袁明秀	张东平等(167)
舒乐粉降血糖作用的实验研究·····	董文彦	张东平	孙鸿良等(170)
大北坞村矿泉水抗衰老作用的实验研究·····	董文彦	高学硕	陈桂琴等(174)

### 食品保健功能检验方法及实例研究

功能食品评价原理及方法·序·····	顾景范(179)
从血乳酸动态变化看药物或食物的抗疲劳作用·····	金宗濂 文镜(180)
通过小鼠运动后血尿素变化规律观察中药的抗疲劳作用·····	文镜 王津 金宗濂(185)
用血糖动态变化评价抗疲劳功能食品可行性的研究·····	文镜 陈文 金宗濂(189)
半乳糖亚急性致衰老模型的研究·····	唐粉芳 金宗濂 王磊等(193)
肝癌细胞能量代谢中三种酶活力的比较研究·····	文镜 金宗濂(196)
复方生脉饮的配方及其对运动疲劳和耐力的影响·····	金宗濂 文镜(199)
复方生脉饮对小鼠心肌 LDH 同工酶的影响·····	文镜 陈文 金宗濂(202)
补中益气汤和扶中汤对运动后血乳酸、血尿素变化规律的影响·····	文镜 王津 吴玫(205)
参芪合剂抗衰老的实验研究·····	金宗濂 文镜 李嗣峰等(208)
“六珍益血粥”的配制及其对贫血改善作用的实验研究·····	文镜 陈文 金宗濂(212)

### 食品生物化学与食品工艺学研究

蛋白酶水解法在蚕蛹蛋白食品加工中的应用·····	白虹 刘德富 张宝华等(217)
猪胰五种酶制品的联产·····	刘德富 陆梅 茹炳根等(220)
酶法水解鲜牛骨骼的研究·····	赵胜年 周兵 耿嘉琦等(225)
水解动物蛋白(HAP)的应用比较·····	赵胜年 翟俊杰(228)
酶解鲜猪皮提取水解胶原蛋白的研究·····	赵胜年(230)
猪胰羧肽酶 B 的分离与纯化·····	卢映霞 茹炳根 刘德富等(233)
牛凝乳酶二硫键功能的研究·····	杨海粟 吴华 刘德富(237)
猪凝血酶的分离纯化与鉴定·····	徐长法 王兰仙 刘德富等(242)
几丁质固定化无花果蛋白酶的研究·····	刘德富 董文彦 白虹等(247)
无花果蛋白酶在阴离子交换树脂上的固定化·····	刘德富 董文彦 白虹等(251)
金属整合亲和层析纯化金属硫蛋白·····	铁峰 刘德富 茹炳根等(255)
果蔬组织中维生素 C 对邻苯三酚法测定 SOD 的影响·····	文镜 唐粉芳 金宗濂等(259)
蜂蜜酒酿造菌种的筛选及影响发酵因素初探·····	董文彦 谢达忠 王德斌(264)
克东腐乳的微生物学研究·····	白虹 刘德富 张咏华(269)
花粉酸奶的研制·····	刘忠信(274)
金针菇增强免疫保健营养液的研制·····	王政 刘忠信 金宗濂(277)
超氧化物歧化酶(SOD)的微胶囊化·····	王政 刘忠信 汪晓青等(280)

### 食品营养学研究

蛋白质营养价值的体外酶学评价法·····	白虹 刘德富 王骏等(285)
----------------------	-----------------

青少年儿童营养及体格发育评价系统·····	杨俭华 王露茜 赵胜年(289)
运动员营养咨询系统·····	杨俭华 王露茜 赵胜年等(292)
超微颗粒钙在大鼠体内的吸收和利用·····	董文彦 张东平 孙元智(295)
2000年中国儿童食品发展战略目标选择与对策研究	
I. 发展儿童食品的战略意义·····	周时佳(301)
2000年中国儿童食品发展战略目标选择与对策研究	
II. 我国儿童食品工业的发展状况·····	周时佳 刘忠信 田彤(319)
2000年中国儿童食品发展战略目标选择与对策研究	
III. 国外儿童食品的生产、科研概况及发展趋势·····	戴涟漪 钦宇红(332)
2000年中国儿童食品发展战略目标选择与对策研究	
IV. 我国儿童食品发展战略与对策探讨·····	周时佳 金宗濂(338)

### 保健食品发展评述

发展功能食品是当代食品研究与开发的世界潮流·····	金宗濂(347)
'94 保健食界新思维(三则)·····	金宗濂(348)
开发食疗宝库,发展中国特色的功能食品·····	金宗濂(351)
保健(功能)食品的现状和展望·····	金宗濂(354)
保健食品的科学依据及我国发展保健食品的战略问题·····	徐峰 赵江燕 郭豫等(358)
开拓实验室的社会服务功能,建设好保健食品功能检测中心·····	葛明德 金宗濂 徐峰(362)
主题词索引·····	(366)
编后记·····	金宗濂(370)

# 十五年工作的 回顾与综述



# 功能(保健)食品研究十五年回顾

金宗濂

(北京联合大学应用文理学院,北京 100083)

**【摘要】** 本文是有关北京联合大学应用文理学院生化系及其前身北京大学分校生物学系从1985年到1999年功能食品研究工作的回顾性的综合评述与报导。本文阐述了功能食品的概念及其研究发展现况,提出了三代功能食品的划分和界定,讨论了功能食品保健功能指标评价体系。本文结合金针菇、玉米胚等功能食品基础材料保健功能的研究,介绍了北京联合大学应用文理学院(北大分校)生物学系1985年来在功能评价指标的研究成果。介绍了嘌呤类物质生理活性、作用机理及腺苷受体阻断剂保健功能的研究,阐述了第三代功能食品研制与开发问题。

**【关键词】** 功能食品 保健功能评价 功能因子 作用机理

1985年,经过反复的调查和论证,北京大学分校(现北京联合大学应用文理学院)生物学系将“功能食品的基本理论及新产品开发”的研究确定为本系主要科研方向。15年来,我们的工作在我国在功能食品方面的探索、研究、发展的过程同步。在这世纪之交,本文对此做一个回顾性的综合评述与报导。

## 1. 功能食品的概念及其研究发展现况

### 1.1 功能食品的概念及其分类

近年来“功能食品”(functional food)一词,受到国内外广泛重视。在中国轻工业中长期发展纲要中也提出“调整食品工业和产业结构,开发方便食品、功能食品和工程食品等各类新产品”。

什么叫功能食品?它与目前各国流行的“健康食品(health food)”、“保健食品”、“营养食品(nutritional food)”“改善食品(performed food)”有哪些区别?

虽然世界各国对这一类食品的定义、称谓和范围略有区别,但基本含义有一点是一致的。即这类食品是“在医学上或营养学上具有特定要求、特定功能的食品”。也就是说,这类食品除了具有一般食品皆具备的营养功能和感官功能(色、香、味、形)外,还具有一般食品所没有的或不强调的调节人体生理活动的功能。在我国,称这类食品为“保健食品”。1996年3月卫生部公布的“保健食品管理办法”对保健食品的定义是:“保健食品系指表明特定保健功能的食品,即适应特定人群食用,具有调节机体功能,不以治疗疾病为目的”。

功能食品的概念最早是由日本提出的。早在1962年日本厚生省的文件中就已出现“功能食品”这一名

词。日本厚生省提出:“功能食品是具有与生物防御、生物节律调整、防止疾病、恢复健康等有关功能因子,经设计加工,对生物体有明显调整功能的食品”。其特点是:由通常食品所使用的材料或成分加工而成;以通常形态和方法摄取;标有生物调整功能标签。

根据日本千叶英雄教授意见,功能食品必须具备如下六项条件:

- (1)目的指南,制作目标明确;
- (2)含有已被阐明化学结构的功能因子(或称有效成分);
- (3)功能因子在食品中稳定存在,并有特定存在的形态和含量;
- (4)经口服摄取有效;
- (5)安全性高;
- (6)作为食品为消费者所接受。

因此,在一定意义上,我们可将“健康食品”、“营养食品”、“保健食品”、“特殊用途食品”看成一个概念。笔者认为,也许采用“功能食品”这一名词更为适当。因为这一名词所强调的是这类食品具有调节人体生理活动的功能,而和一般食品相区别。1996年我国公布的“食品卫生法”确定称这类食品为保健食品。

前苏联学者Breckman教授认为,在人体健康态和疾病态之间存在一种第三态(the third state)或称诱发病态(elicit illness state)。当机体第三态积累到一定程度时,就会发生疾病。保健食品作用于人体第三态,促使机体逐渐向健康状态转化,达到增进健康的目的。故这类食品亦可称为健康食品。因此可以认为,一般食品为健康人服用,人体从中摄取各类营养素,并满足色、香、味、形等感官需求。药物为病人所服用,达到治



疗疾病的目的。而功能食品为诱发病态人体所设计,不仅满足人们对食品营养和感官的需求,更重要的它将作用于人体第三态,促使机体向健康态复归,达到增进健康的目的。

### 1.2 功能食品产生的历史背景及其在我国三个发展阶段

功能食品的概念大约在60年代初由日本提出。进入60年代,日本摆脱了二次大战给日本国民带来的贫穷与灾难,解决了温饱问题,因而对食品功能提出一种新需求;摄取食品不仅是为了从中获取营养素,以维持生存;而且还要求它具有调节机体生理活动的功能。自60年代开始后的10年间,在日本各地健康食品应运而生。70年代,日本经济获得了高速发展,步入发达国家行列。随着国民生产水准的提高,人均寿命也得到了延长。但随着膳食结构西方化和人口老龄化,由于营养过剩而引发的富裕性疾病(如:糖尿病、脑卒中、冠心病与癌)、成人病和老年病逐渐成为危害日本国民的主要疾病。日本的医疗费用也呈急剧上升态势。在这一形势下,日本厚生省提出了改变药物保健为食品保健的新思路。并修改了药品管理的一些规定。在政府这些变革措施推动下,进入80年代,日本的功能食品得以蓬勃发展。1980年日本功能食品的销售额为3600亿日元,1989年已超过7000亿日元,至1991年仅功能性饮料这一项的销售额便有1000亿日元。从日本功能食品发展的历程不难看出,它的出现是在国民温饱问题解决后,人们对食品功能产生新需求。它的出现是历史的必然。它随国民经济的发展而发展,随人们生活水平的提高而不断增长。

采用严格的科学实验充分论证食品的保健和防病的功能,是功能食品得以蓬勃发展的另一个历史背景。美国是一个典型的例子。在1984年以前,美国食品和药品管理局FDA对食品有益于人体健康,强调对人体生理活动的调节,一般持反对态度。1984年Kelogy公司在美国国立癌症研究所协助下,开发出高纤维“全麸”食品,并在包装上明确指出,全麸食品中的膳食纤维有益于直肠癌的预防。其后美国开始研讨食品和健康关系。在许多事实证明下,1987年FDA承认了食品可有益健康,并修改了“食品标签管理条例”。1988年FDA最后制定法规,确定了健康食品的六项审查标准,明确了食物某些成分有益于人体的健康,并能减轻某些疾病的发生。由此可见,对于食品有益人体健康,强调它对人体生理活动具有调节功能,一定要有充分的实验依据。在经过严格的科学论证后,方可在食品的标签上予以表示。这也是近年来,功能食品在世界许多

国家得以蓬勃发展的另一个重要历史背景。

纵观我国功能食品发展,大体经历了三个阶段,也可称之为三代产品。

第一代功能食品,包括各类强化食品,这是最原始的保健食品。仅根据食品中各类营养素或强化营养素来推断该类食品的功能。这些功能没有经过任何实验予以验证。目前欧美各国,包括日本仅将此类产品列入一般食品。在我国保健食品管理办法实施前,多数的功能食品属于这一代产品。而在保健食品管理办法实施后,已不允许这类食品以保健食品面目出现。

第二代功能食品,必须经过人体及动物实验证明该产品具有某项生理调节功能,即欧美等国强调的“真实性”和“科学性”。在“保健食品管理办法”实施前,这代产品是少数。“办法”实施后,该代产品在市场上占绝大多数。

第三代功能食品,不仅需要经过人体及动物实验证明该产品具有某项生理调节功能,还需确知具有该项功能的功能因子的结构及其含量,及功能因子在食品中应有稳定的形态。

目前欧美、日本等国都在大力开发第三代功能食品。目前,我国市场上第三代产品占极少数,而且多数从国外引进,缺乏我们自己系统的原创性工作。

由此可见,功能(保健)食品的地位似似乎一般食品和药品之间。

### 1.3 我国保健食品发展的现状

1.3.1 70年代末,随着我国改革开放,国民经济获得高速度的发展,人民生活水平有了较快提高,全国大多数地区逐步解决了温饱问题。自80年代始,我国保健(功能)食品获得迅速发展。1980年全国保健食品厂家不到100家,至1994年总产值达300亿元人民币,占食品工业产值1/10(不包括烟)。

#### 1.3.2 保健食品和一般食品及药品的区别

表1 我国食品和药品的一般分类

药	处方药,非处方药
保健食品	第二代保健食品,第三代保健食品
一般食品	新资源食品,特殊营养食品,普通食品

为了正确地把握保健食品和一般食品和药品的区别,需要对几个名词概念予以辨析:

特殊营养食品 特殊营养食品(GB13432-92)系指通过改变食品天然营养素的成分和含量比例,以适应某些特殊人群营养需要食品。它包括婴幼儿食品、营

养强化食品、调整营养素食品(低糖食品、低钠食品、低谷蛋白食品)。其中营养素系指构成食品成分的物质,用来保持人体正常代谢,通常分为蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质和维生素五类。

**新资源食品** 食品新资源系指在我国新研制、新发现、新引进的无食用习惯或仅在个别地区有食用习惯,符合食品基本要求的物品。以食品新资源生产的食品称为新资源食品。至1997年底,批准正式生产的新资源食品30个,试生产285个。

**营养素补充剂** 单纯以一种或数种经化学合成或天然动植物中提取营养素为原料加工制成食品。营养素补充剂虽没有确定的保健功能,但目前仍纳入保健食品管理。至1997年底已批准的营养素补充剂有73个,其中国产60个,进口13个。

它们与特殊营养食品的差异是:a. 不一定要求食品作载体;b. 补充的营养素是RDA的1/3—2/3,其中水溶性维生素可达1个RDA。

目前国家卫生部正在制定营养素补充剂管理条例。条例一旦生效后它们将从保健食品划出单独进行管理。

表3 至1997年底我国批准保健食品的功能分布

保健功能	被批准保健食品数目	保健功能	被批准保健食品数目	保健功能	被批准保健食品数目
调节血脂	155	减肥	28	改善营养贫血	5
调节免疫	282	改善睡眠	45	美容	8
抗氧化	29	改善记忆	29	改善视力	2
延缓衰老	41	抗突变	15	促进排铅	2
抗疲劳	148	促进生长发育	13	改善骨质疏松	16
耐缺氧	54	护肝	20	改善微循环	2
抑制肿瘤	38	抗辐射	14	护发	2
调节血糖	36	改善胃肠功能	37	调节血压	1
				清咽润喉	1

功能食品起源于我国的食疗已为世界各地学者所公认。在祖国医药文献中可以找到许多关于功能食品初始概念的论述。如唐代孙思邈提出:“为医者,当晓病源,如其所犯,以食治之,食疗不愈,然后命药”。东汉时的《神农本草经》载药365种,并将其分为上、中、下三品,其中“上药120为君,主养命,以应天,无毒,多服久服不伤人,欲轻身益气,不老延年者,本上经”。又如春秋战国时的《山海经》有更精辟论述:“櫟木之实,食之使人多力,柝木之实食之不忘,牲食之善走,菟服之不夭”。这里“善走”、“不夭”、“不忘”、“多力”换用现代术语,即表明食物具有延缓衰老、增强记忆、提高耐力和抗疲劳之功效。可见早在几千年前,我国医学就提出了

第二、三代保健食品:是真正意义上的保健食品,它们以声称具有保健功能而区别于一般食品。但保健食品不同于药品,它不以治疗疾病为目的。在具体操作上,大致有如下几点值得注意:a. 有明确毒副作用药材不应作为开发保健食品原料;b. 已获国家药政管理部门批准中成药或已受国家保护的中成药不能开发成保健食品;c. 如保健食品的原料系中药,其用量应控制在临床用量1/2以下。

### 1.3.3 我国保健食品发展现状

至1997年底,我国卫生部发布批准863个保健食品,进口82个,国产781个(见表2)。已批准790个具有功能的保健食品共有1023项次功能,其功能分布见表3。

表2 至1997年底我国批准保健食品数

项 目	国 产	进 口	合 计
具有功能保健食品	721	69	790
营养补充剂	60	13	73
小 计	781	82	863

与现代功能食品相类似的构想。问题在于中医有关食疗的资料较分散,往往局限于实际经验,缺乏现代科学实验分析和论证。加之在中医理论指导下研究食品“健身、养生”、“防病、治病”与现代营养学存在较大差距,限制了它的发展。

食疗是中医药宝贵遗产之一,应努力加以发掘,尽快予以整理。我们可以在借鉴发达国家对功能食品研究成果的同时,以我国食疗为基础,发挥现代多学科研究优势,发展中国特色的功能食品。加紧使用现代科学实验手段,研究食疗、食养。既要用现代科学理论和术语,阐明有关食疗配方的功能和作用机理,又要允许运用现代中医药理论和临床资料,阐明其机理,努力提高

我国功能食品的研究水平。

功能食品本来起源于我国“食养”、“食疗”，只是近几十年内我们落后了，一个重要的原因是缺少必要的基础研究。因而缺乏创新和后劲。根据我国的国情，当前有如下几个基础研究方向应予以重视：

(1) 依据生理学、生物化学、营养学及中医药等多种学科的基本理论建立一系列为国内外所公认，准确灵敏的保健功能评价体系。目前卫生部已颁布了 12 项保健功能测试项目、检测方法和判定标准，后 12 项保健功能的评价体系也在研讨完善之中。今后尚需建立更多更新的指标评价体系，满足保健食品发展需要。

(2) 研究功能因子构效，量效关系及其作用机理，积极发展第三代保健食品，使我国保健食品研究和生产达到和超过世界先进水平。日本的厚生省是按照功能因子划分为 12 个专业委员会来审批特殊健康用途食品。日本的这类食品的发展走在我们前面。欲从一复方研究其功能因子的构效、量效、作用机理和可能毒性作用，既不经济，难度又大。根据发达国家的经验，我们可采用现代生物技术从各种产物中去筛选寻找这类因子，从分子、细胞和器官水平研究它们的作用机理和可能的毒性作用，然后利用经证实安全有效的功能因子采取外加法生产第三代保健(功能)食品。

(3) 要加强保健(功能)食品基础原料的研究。

(4) 要发展提取分离各类功能因子新技术，新工艺、新装备，最大限度保留其活性，提高它们在保健(功能)食品中的稳定性。

发展保健食品是当代食品研究和开发的世界潮流。在改革开放以后，我国人民生活水平的普遍提高，膳食结构有所改变，一些西方早已见到的文明病已开始在我国沿海地区和大中城市出现，它为我们敲起警钟。开发保健(功能)食品不仅可使有限资源得以充分利用，提高人们的素质，增进健康减少疾病。还可进一步利用我国丰富资源生产高附加值的保健食品。当前要着重加强应用研究，加快产品开发，积极开发基础原料研究，完善法规建设，使我国保健食品发展走上一条健康发展道路，再创保健食品新辉煌。

## 2. 功能食品保健功能指标评价体系 与第二代功能食品的研究开发

当前世界各发达国家仅认可第三代功能食品。而我国的保健食品多数为第二代，少数为第三代。虽然第三代功能食品是今后我们为之奋斗的目标之一，根据我国国情，在我国将会出现第二代、第三代保健食品长

期并存的局面。为了更好开发利用传统的“食疗”宝库，满足人们对保健食品日益增长的需要，当务之急是尽快开发对各类保健食品进行必需的功能评价，确认其科学真实性。而建立、完善各项指标评价体系是实现保健食品功能评价的一项关键性工作，这些工作本身又正是开发第三代保健食品的必要基础之一。

80 年代中期，我国的一些单位开始保健食品的功能学检验的研究。我们北大分校生物系自 1985 年以来，将“功能食品的基本理论及新产品开发”的研究作为本系主要科研方向。至 1992 年，已逐步形成了 8 个体系的研究课题：“老年营养及延缓衰老食品”，“疲劳机理及提高运动能力食品”，“高血脂及降脂降糖食品”，“腺苷与抗寒、减肥食品”，“学习记忆机理及增智食品”，“贫血及提高血红蛋白食品”，“多糖及增强免疫功能食品”，“计算机在营养学及其食品工业中的应用”等。开展了 40 余项功能评价指标的研究工作，如：脑 MAO-B、SOD、LPO 等 7 项评价衰老的生化指标，溶血素等 5 项评价免疫功能的指标，血乳酸、血尿素等 10 项评价疲劳功能的指标及血脂(9 项)、贫血(4 项)、减肥(9 项)、学习记忆(3 项)等指标。有了这些客观指标，就可以评价已有的各类功能食品，开发新产品，寻找新的食品资源，还可以进一步研究功能因子(有效成分)的作用机理。8 年来，我们利用上述指标不仅完成了 10 余项上级下达的研究项目，还为其他兄弟单位评价了多种保健食品的生理调节功能，如中植营养素 8 号、喜达克、道家养生宝、活性蜂皇浆、苗苗条等，同时为进一步研究第三代功能食品创造了条件。

这些客观指标的提出和确立是依据现代生理学、生物化学、营养学的基本理论为出发点，经过反复实践予以确认的，也为世界各国所公认。1995 年，我们对这些工作进行了总结，并出版了《功能食品的评价原理和方法》(北京大学出版社)一书。

现以我们对金针菇的功能评价工作来说明这一问题。

金针菇(*Flammulina velutipes*)属担子菌纲伞菌目，口蘑科，金线菌属，又名冬菇、朴菇，是一种著名的食用菌。它不仅味道鲜美，营养丰富，而且有很好的药用价值。几年来，我们实验室对金针菇的保健功能进行了一些研究，证明了它具有良好的延缓衰老、抗疲劳、增强免疫和提高学习记忆的功能。

有关衰老的学说众多，当今受到普遍重视的衰老学说有：脑中心说、衰老的自由基学说和衰老的免疫学说。

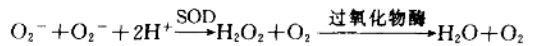
衰老的脑中心说是 Finch(1976)提出的，该学说

认为在中枢神经系统内存在一个控制衰老的神经结构。这个结构也许在下丘脑换能神经元内,被形象地称作“衰老钟”。单胺类神经递质控制着衰老钟的运行,其中去甲肾上腺素(norepinephrine, NE)含量上升会延长机体寿命,而5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)的增加则会促进衰老。因此,一个衰老脑,5-HT占优势,而NE和多巴胺(dopamine, DA)功能低下。进一步研究认为,NE和多巴胺的随龄下降是与脑内一种分解儿茶酚胺的代谢酶—B型单胺氧化酶(monoamineoxidase, MAO)活性随龄增加有关。人出生后至45岁前,MAOB活性的升高较为平缓,45周岁后则呈现直线上升。这是人到中年后面面临的一个严重问题。因而国外有人提出:用单胺氧化酶的抑制剂(MAOI)抑制脑MAO-B活性,以改善中老年人脑中儿茶酚胺过度降低,以延缓人体衰老。国外研究MAOI有30多年的历史,它能提高老年人脑儿茶酚胺水平,治疗一些老年常见的抑郁症也颇有效。但是国外采用的MAOI大多为人工合成,因多有副作用,限制其临床应用。我国有丰富的中草药及各类天然资源,从中筛选MAOI大有可为。因此,我们可将脑内MAO-B作为一个客观指标评价各种保健食品的延缓衰老功能。

衰老的自由基学说(theory of free radical)是Harman(1956)提出的。在众多的衰老理论中,一直占有重要位置。

Harman认为:机体在利用氧进行有氧呼吸时,大约有2%的氧会产生超氧自由基( $O_2^-$ , superoxide anion)。即当一个氧原子和另一个氧原子化合时,由于存在一个未配对的价电子,变得非常活泼,会自动去寻找其他电子进行反应,使自由基反应以连锁方式进行。超氧自由基可与蛋白质、脂肪、核酸反应,破坏了细胞正常的化学结构,干扰其正常功能,造成各种损害。超氧自由基作用于不饱和脂肪酸,生成过氧化脂质(lipide peroxide, LPO)。脂质过氧化物可分解产生醛,其中最重要的是丙二醛,它与蛋白质反应形成雪夫碱(Shiff

base)。这是一种生物大分子,由于它含有异常键,不易被溶酶体消化。随年龄增长,它们不断在细胞内积累,形成脂褐质(lipofusion)。这些大分子能发荧光,固称之增龄色素。该学说认为,在细胞内多位点产生氧化损伤是老化的重要原因。由于自由基存在时间极短,不易测定,可测定细胞内脂褐质和过氧化脂质的积累,作为衡量自由基多寡的衰老生物学指标。超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)是体内唯一的能够捕获自由基的酶:



由于有SOD存在,上述歧化反应提高 $10^{10}$ 倍,使 $O_2^-$ 变成毒性较小的 $H_2O_2$ 。在过氧化物酶如谷胱甘肽过氧化物酶(glutathion peroxidase, GSH-Px)的作用下进一步分解为无毒的 $H_2O$ 和 $O_2$ 。

因此,谷胱甘肽过氧化物酶(glutathion peroxidase, GSH-Px)与SOD共同组成自由基酶系防御体系。

实验证明,SOD的活性是随龄下降的,机体消除自由基的能力也随之降低。加之老年人抗氧化剂摄入不足,自由基在体内积累,造成过氧化脂质和脂褐质含量上升,致使机体衰老。有报告指出,不同年龄健康男性体内过氧化脂质由儿童期进入少年期开始增加,老年前期又有增加,60岁以上增至最高。SOD和GSH-Px老年期后明显下降。据统计分析表明,与年龄关系最为密切的是LPO和GSH-Px。如老年人服用 $\beta$ -胡萝卜素等抗氧化性维生素及一些抗氧化性微量元素如硒3个月,血清的LPO可从 $2.7 \pm 0.7 \mu\text{mol/l}$ 降至 $2.2 \pm 0.6 \mu\text{mol/l}$ 。因此,从衰老的自由基学说出发,提高老年机体SOD和谷胱甘肽过氧化物酶的活性,降低过氧化脂质和脂褐质的含量,以清除自由基对机体的老化,延缓衰老进程(表4-6,图1-2)。

表4 金针菇发酵液延缓衰老效应( $X \pm SD$ )

指 标	对照组	金针菇组
脑MAO-B[A/(mg蛋白·h <sup>-1</sup> )]	0.272±0.028	0.089±0.028**
肝MAO-B[A/(mg蛋白·h <sup>-1</sup> )]	1.560±0.300	1.479±0.236
红血球SOD(mg蛋白) <sup>-1</sup>	247.49±17.54	326.72±39.90**
肝LPO/×10 <sup>-10</sup> mol·(mg蛋白) <sup>-1</sup>	1.502±0.120	1.040±0.156**
心肌脂褐质/μg硫酸奎宁·(g组织) <sup>-1</sup>	4.889±0.606	2.285±0.511**
皮肤羟脯氨酸/mg·(g组织) <sup>-1</sup>	104.11±10.22	122.49±13.68**

与对照组比较 \* P<0.05 \*\* P<0.01

表 5 榆黄蘑发酵液抗衰老作用的研究

指 标	对照组	榆黄蘑组
脑 MAO-B[A/(mg 蛋白 · h <sup>-1</sup> )]	0.5811 ± 0.0603	0.4098 ± 0.1011**
肝 MAO-B[A/(mg 蛋白 · h <sup>-1</sup> )]	1.5600 ± 0.2955	1.5027 ± 0.3594
红血球 SOD(mg 蛋白) <sup>-1</sup>	342.58 ± 36.49	390.90 ± 42.32**
肝 LPO/×10 <sup>-10</sup> mol · (mg 蛋白) <sup>-1</sup>	1.4780 ± 0.1283	0.9663 ± 0.1486**
心肌脂褐质/μg 硫酸奎宁 · (g 组织) <sup>-1</sup>	4.6562 ± 0.5597	2.7705 ± 0.5504**
皮肤羟脯氨酸/mg · (g 组织) <sup>-1</sup>	111.747 ± 5.6101	111.944 ± 2.6814

与对照组比较 \*P<0.05 \*\*P<0.01

表 6 山楂营养液抗衰老作用

指 标	糖水对照组	山楂营养液组
脑 MAO-B[A/(mg 蛋白 · h <sup>-1</sup> )]	0.1301 ± 0.0743	0.0973 ± 0.0197**
肝 MAO-B[A/(mg 蛋白 · h <sup>-1</sup> )]	0.2267 ± 0.0784	0.1996 ± 0.0487
红血球 SOD(mg 蛋白) <sup>-1</sup>	189.14 ± 64.30	257.28 ± 122.35**
肝 LPO/×10 <sup>-10</sup> mol · (mg 蛋白) <sup>-1</sup>	2.67 ± 1.738	1.187 ± 0.888**
心肌脂褐质/μg 硫酸奎宁 · (g 组织) <sup>-1</sup>	1.1378 ± 0.353	0.8275 ± 0.513**
皮肤羟脯氨酸/mg · (g 组织) <sup>-1</sup>	13.09 ± 2.17	13.79 ± 4.47

与对照组比较 \*P<0.05 \*\*P<0.01

金针菇可降低小鼠脑 MAO-B 比活性,对肝脏 MAO-B 比活性无显著影响,降低肝脏 LPO 和心肌脂褐质含量,增加血液中红血球 SOD 比活性,表明它有良好的延缓衰老功能。

在评价抗疲劳功能时,我们可以用血乳酸、血尿素、肌糖原、肝糖原、乳酸脱氢酶活力等作为评价的指标。

乳酸是糖酵解的产物。长时间剧烈运动使体内乳酸(lactic acid)积累过多,以致影响机体内环境的相对稳定和体内的正常代谢过程。由于乳酸积累,使肌肉内 pH 降至 6.4 左右便会阻断糖酵解过程和抑制 ATP 酶的活性。因此乳酸堆积是引发运动性疲劳的一个重要原因。小鼠游泳停止后 20—50 分钟是运动后乳酸恢复期。这期间血乳酸含量越低,表明疲劳消除越快。乳酸脱氢酶(lactidehydrogenase, LDH)的同工酶(isoenzyme)LDH<sub>1</sub> 在乳酸的消除代谢中起催化作用。运动后恢复期,其活力增加,有利于乳酸清除。

糖原是机体运动时能量的重要来源。它的

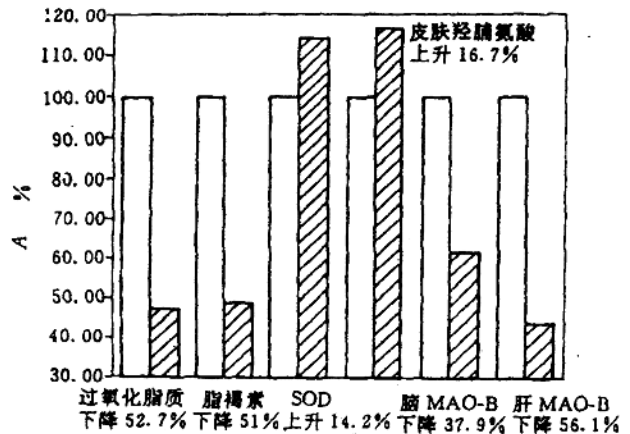


图 1 道家养生宝抗衰老作用的研究

多少直接影响运动能力。提高糖原储备对提高运动速度耐力有重要意义。

在运动着的肌肉中,当能量平衡遭到破坏时,蛋白质和含氮化合物代谢加强,并伴有尿素形成的增加,机体对运动负荷适应性降低。这种分解代谢作用越强,形成尿素也就越多。

从下述实验(表 7-10)可以看出,食用金针菇能够增强 LDH 活力,有效地降低运动后血乳酸水平,提高机体肌糖原、肝糖原储备,增强机体对运动负荷适应能力。说明金针菇在提高机体运动机能、增强运动耐力、迅速消除疲劳等方面具有相当高的营养价值。

我们曾对人参、红景天、黑加仑、沙棘及复方生脉饮、高能 I 号、II 号等进行了抗疲劳的测试证明,这些天然资源和中草药都有良好的抗疲劳作用。

我们还观察了金针菇对小鼠免疫和学习记忆功能的影响。

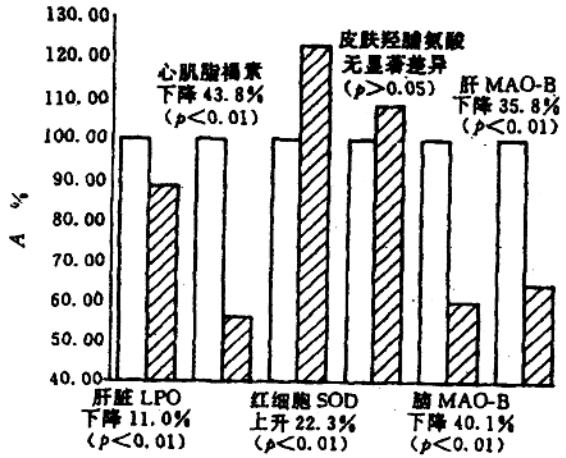


图 2 活性蜂皇浆对各项衰老指标的影响

注:图 1、图 2 □ 为对照组

表 7 金针菇对小鼠乳酸脱氢酶活性的影响(U/100ml, X±S)

组 别	实验前	实验第 15 天
对 照	321±39	325±22
金针菇	315±45	376±31*

\*  $P < 0.05$ , 与实验前及对照组比较

表 8 金针菇对小鼠血乳酸含量的影响(mg/100ml, X±s)

组 别	运动前	运动后 20 分	运动后 50 分
实验前			
对 照	22.0±3.2	51.2±3.8	41.1±2.2
金针菇	22.8±2.5	51.3±3.6	40.9±3.5
实验第 29 天			
对 照	21.1±1.9	49.1±2.1	38.2±2.4
金针菇	21.0±1.8	36.3±3.1*	22.0±2.8**

\*  $P < 0.01$ , 与实验前对照组比较

\*\*  $P < 0.01$

表 9 金针菇对小鼠肌糖原和肝糖原含量的影响(mg/100g, X±s)

组 别	肌糖原	肝糖原
对 照	0.33±0.06	0.36±0.07
金针菇	0.35±0.04	0.49±0.05*

\*  $P < 0.05$ , 与对照组比较

表 10 金针菇对运动后 1.5 小时血尿素增量的影响(mg/100ml, X±s)

组 别	实验前	实验第 29 天
对 照	8.29±1.25	6.94±1.69
金针菇	7.81±1.70	3.75±1.23*

\* P<0.01, 与实验前和对照组比较

评价机体免疫功能的指标很多,考虑到国内食品企业及基层单位的条件,我们选择了小鼠胸腺重(thymus weight, mg)、巨噬细胞吞噬率(phagocytic ratio %)、和吞噬指数(phagocytic index)、迟发性过敏反应(delay hypersensitive reaction)及溶血素(hemolysin)等 5 项最基本的指标,来评价机体免疫的功能。

众所周知,巨噬细胞能非特异性地吞噬多种抗原,具有抗感染等重要作用。如给小鼠腹腔内注射一定量的鸡红细胞,经过 10 多个小时后处死实验动物,可以检测小鼠的巨噬细胞吞噬鸡红血球的活力。巨噬细胞吞噬率是指每 100 个巨噬细胞中有多少个巨噬细胞吞噬了鸡红细胞,而吞噬鸡红血球的数目即为巨噬细胞吞噬指数。

特异性免疫是指 T 淋巴细胞的细胞免疫和 B 淋巴细胞的体液免疫的功能。

B 淋巴细胞受抗原如羊红细胞刺激后,分化成浆细胞并产生抗体(Antidody)即溶血素。当再次接受同一抗原时,溶血素和抗原作用,在补体(complement)的参与下使羊红细胞发生溶血。可以通过测定羊红细胞

破裂释放血红蛋白(hemoglobin)的量作为衡量小鼠产生溶血素即抗体的数量,以表示机体清除特异性抗原的能力。

T 淋巴细胞受抗原刺激转变为致敏 T 淋巴细胞。后者产生淋巴因子(lymphokine),它能促进巨噬细胞对抗原的吞噬以及扩大炎症反应。当相同抗原侵入机体(足跖)后,就能在淋巴因子的作用下引起炎症反应,炎症反应的剧烈程度反映机体细胞免疫的强弱。

胸腺分泌胸腺素与 T 细胞的成熟和分泌关系密切。胸腺发育在青春期达到顶峰,成年后其重量随年龄下降。在人类,50 周岁以上的中老年健康人,其胸腺萎缩 95%,60 周岁以上的老年人的血液内已测不到胸腺素。从而而影响机体的细胞免疫力,致使机体对感染和抵御肿瘤疾病功能逐步下降。

结果表明(表 11):金针菇对小鼠的非特异性免疫(巨噬细胞吞噬功能)、特异性细胞免疫(迟发性过敏反应)、体液免疫(溶血素)和对胸腺重都有显著增强作用,表明金针菇能有效增强机体免疫功能。

表 11 金针菇对小鼠免疫反应的影响(X±s), n=12

指 标	实验组	对照组
巨噬细胞吞噬率(%)	22.00±6.81**	10.67±5.53
巨噬细胞吞噬指数	0.42±0.20*	0.23±0.16
溶血素(HC <sub>50</sub> )/ml	347.00±86.77**	117.55±62.98
迟发性过敏反应(足跖肿胀反应)(mm)	0.12±0.07*	0.07±0.02
胸腺重(mg)	39.63±12.28**	19.51±9.37

与对照组比较 \*\* P<0.01, \* P<0.05

我们曾以小鼠避暗反应为指标评价金针菇对小鼠学习记忆能力的影响。鼠通常喜暗避光,但在实验中每当小鼠进入暗处便会受到电击,这样就学会了停在亮处(避暗)。在实验的头两天,由于小鼠从未受过学习记忆的训练,有些运物的正确反应是为了逃避电击而偶然进入安全区。所以头两天的正确反应的高低不能完全代表学习记忆的能力。经过两天的强化训练,大部分

鼠已学会识别灯光处为安全区,则第三天和第四天正确反应率可代表学习记忆能力的高低。结果表明(表 12)金针菇对小鼠第三天和第四天的成绩较对照组分别提高 27.73%和 22.77%(P<0.01 和 P<0.001),而平组菇与对照组比则没有显著差异,表明金针菇对小鼠的学习记忆能力有显著的增强作用。(P<0.05)

表 12 金针菇对小鼠避暗反应正确反应率的影响(X±s)

组 别	N	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
金针菇	12	5.50±2.15	8.17±1.90	9.58±0.90*	9.92±0.29**
平 菇	12	6.67±1.83	6.17±1.80	7.67±1.37	8.08±1.24
对 照	12	4.83±1.53	7.42±1.44	7.50±1.51	8.08±1.38

与对照组相比 \*P<0.01, \*\*P<0.001

此外,我们还根据国内的一些常见病、多发病,研究过一些天然产物的降血脂和提高血红蛋白功能。马熙媛教授和他的合作者在 1985 年至 1992 年期间对玉米胚强化谷粉的保健作用进行了系统的研究工作。玉米籽粒外层的主要成分是胚和种皮。将玉米籽粒外层的粉作为强化剂,用来强化一般谷粉即为玉米胚强化谷粉。经研究表明,玉米胚强化谷粉的保健作用之一是

它有良好的降血脂的作用。

动物实验见表 13—14。

人体实验见表 15—16。

针对国内 50% 儿童及 30% 运动员易患缺铁性贫血,我们根据祖传的验方配制一种口感好、又有良好的提高血色素的食品—补血精(17—20)。

表 13 玉米胚强化谷粉对大鼠实验性高血脂的降血脂效应(胆固醇, m mol/L)X±S)

组 别	动物数	0 天	第 20 天
正常饲料	15	1.80±0.27	1.61±0.12
高脂饲料	15	1.77±0.31	3.37±0.96
高脂饲料+玉米胚强化谷粉(10%)	15	1.75±0.14	2.85±0.60
高脂饲料+玉米胚强化谷粉(15%)	15	1.76±0.32	2.51±0.47*

\*P<0.01,与高血脂组相比有显著差异

表 14 玉米胚强化谷粉对小鼠实验性高血脂预防效应(X±s)

组 别	动物只数	时间/d	总胆固醇 /m mol·l <sup>-1</sup>	高密度脂蛋白胆 固醇/m mol·l <sup>-1</sup>	高密度脂蛋白 胆固醇/总胆固醇 /m mol·l <sup>-1</sup>	总胆固醇—高密度 脂蛋白胆固醇/高 密度脂蛋白胆固醇
正常饲料	10	0	3.56±0.25	1.73±0.38	0.49±0.14	1.16±0.54
		60	3.57±0.12	1.76±0.33	0.49±0.09	1.09±0.34
高脂饲料	10	0	3.44±0.37	1.68±0.40	0.50±0.15	1.14±0.49
		60	5.24±0.48 <sup>ΔΔ</sup>	1.55±0.30	0.30±0.05 <sup>ΔΔ</sup>	2.45±0.58 <sup>ΔΔ</sup>
高脂饲料+玉米胚	10	0	3.43±0.35	1.69±0.36	0.50±0.10	1.10±0.48
强化谷粉	60		3.83±0.54* <sup>+</sup>	1.79±0.26* <sup>+</sup>	0.53±0.13*	0.98±0.37*

\*与高血脂组有显著差异(P<0.01)

ΔΔ与正常组有显著差异(P<0.01)

+与第 0 天自身对照有显著差异(P<0.05)



表 15 玉米胚强化谷物对高血脂人群降血脂效应(X±s)

组别	动物数	时间/d	总胆固醇 /mmol·L <sup>-1</sup>	总甘油三酯 /mmol·L <sup>-1</sup>	高密度脂蛋白 /mmol·L <sup>-1</sup>	低密度脂蛋白 /mmol·L <sup>-1</sup>	低密度脂蛋白 /高密度脂蛋白	总胆固醇—高
								密度脂蛋白胆 固醇/高密度脂 蛋白胆固醇
对照组	40	0	7.40±1.17	2.71±0.78	1.59±0.42	5.21±1.56	3.20±0.86	3.65±0.96
		60	7.02±0.95	2.62±0.69	1.63±0.35	4.87±1.65	2.89±1.20	3.31±1.11
玉米胚强化 谷物组	43	0	7.32±1.14	2.75±0.91	1.57±0.48	5.20±1.77	3.15±1.05	3.76±2.15
		60	6.55±1.12* <sup>+</sup>	2.25±0.84*	1.80±0.30* <sup>+</sup>	3.44±1.48* <sup>+</sup>	2.19±1.17* <sup>+</sup>	2.68±1.57* <sup>+</sup>

\*与对照组比有显著差异(P<0.05)  
+与第0天自身对照有显著差异(P<0.05)

表 16 玉米胚强化谷物对血清卵磷脂酰基转移酶相对活性的影响(X±s)

组别	动物数	时间/d	总胆固醇 /mmol·L <sup>-1</sup>	游离胆固醇/mmol·L <sup>-1</sup>		卵磷脂酰基转移酶	
				0h	6h	LCAT(%)	增加(%)
玉米胚强	20	0	7.15±1.46	1.83±0.78	1.51±0.36	17.8±14.6	
化谷物组	60	60	6.07±1.25*	1.73±0.71	1.33±0.54	23.1±10.1*	29.8
对照组	14	0	6.94±1.09	1.71±0.57	1.41±0.49	17.5±11.2	
		60	6.45±1.19	1.69±0.77	1.40±0.69	17.2±18.2	-1.7

\*与对照组比有显著差异(P<0.05)  
+与第0天自身对照有显著差异(P<0.05)

表 17 补血精对贫血小鼠血红蛋白的影响(g/100ml, X±s)

组别	实验前	实验第9天
对照组	9.9±1.1	9.6±1.4
补血精组	10.9±0.9	12.7±1.0**

\*\*与对照组及本组实验前比较有显著性差异, P<0.01

表 18 补血精对贫血运动员 H b, RBC 和 MCH 的影响(X±s)

指标	实验前	实验第31天
H b/g·100ml <sup>-1</sup>	10.8±0.9	12.1±1.2***
RBC/万亿·L <sup>-1</sup>	4.39±0.96	6.00±0.76**
MCH/pg	25.94±2.51	24.69±1.45

与实验前比较, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

表 19 补血精对2-6岁贫血儿童 H b, RBC 和 MCH 的影响(X±s)

指标	实验前	实验第31天
H b/g·100ml <sup>-1</sup>	10.3±0.5	13.0±1.3***
RBC/万亿·L <sup>-1</sup>	4.20±0.89	4.41±0.67
MCH/pg	25.85±2.29	30.16±2.07**

与实验前比较, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

表 20 补血精对6-9岁贫血儿童 H b, RBC 和 MCH 的影响(X±s)

指标	实验前	实验第31天
H b/g·100ml <sup>-1</sup>	10.4±0.6	13.6±1.3***
RBC/万亿·L <sup>-1</sup>	4.20±0.45	4.74±0.85
MCH/pg	23.66±1.12	29.30±2.21**

与实验前比较, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001

由此可见,评价食品保健功能指标体系的确立,不仅对检测已有功能食品的保健功能,确保其功能的真实性和科学性,而且对进一步研究保健食品的基础原料,开发第三代保健食品都有着重要意义。

### 3. 嘌呤类物质的生理活性及第三代功能食品研制与开发

第三代功能食品是指不仅经过严格的动物和人体实验证实该产品具有某项保健功能,而且还需查明具有该项功能的功能因子的构效、量效关系及其作用机理。日本厚生省要求特殊用途保健食品的每一个产品必须明确其功效成分。而且在厚生省功能食品委员会下设的12个专门的工作小组是以功能成分的分类划分的。美国的“设计食品”也是在明确了功能成分的构