

李斌. 环境食品学: 概念、内涵及其研究方法[J]. 华中农业大学学报, 2022, 41(5): 142-151.
DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2022.05.018

主持人语:健康是人类永远的追求,健康中国是国家战略! 食品为人体提供营养和能量,是健康的基础。环境是人类生存的空间和地域,与健康息息相关。食品与环境均影响到人体健康,但对于环境与食品二者所构成的复杂交互因素之于健康的影响却缺乏研究,其机制亦不明晰。环境食品学教育部重点实验室定位于食品与环境——特别是其交互作用影响健康的宏观规律和微观机制研究,应用多科学交叉知识和研究手段,在地理环境与膳食摄入、季节因素与食品应季机理、食品协同环境影响健康的微观机制等方面,产出原创新成果,培育具有国际竞争力的新兴交叉学科,为相关传统学科的拓展及国人健康水平提高的研究提供科技支撑和创新平台。环境食品学属于全新的研究领域,且多学科交叉。环境食品学教育部重点实验室自2011年成立以来,围绕食品营养及时空环境对健康的影响开展了一系列的研究,产出了一批研究成果。随着社会经济的发展,尤其是新冠疫情以来,国人对健康的认识愈加深入,明确食品与环境协同作用对人体健康的影响,是国人共同的期待。为了展示环境食品学教育部重点实验室近些年的研究成果,推进大健康工程的实施,本期专栏特设“环境食品学”专题,发表综述及研究论文17篇,内容涉及环境食品学的概念、内涵及研究方法,食品及环境对慢性病的影响和检测方法等,以期引发国内外同仁对环境、食品交互作用于健康的宏观影响及微观机制的关注,并由此推动这个全新研究领域的发展。

环境食品学:概念、内涵及其研究方法

李斌

华中农业大学食品科学技术学院/环境食品学教育部重点实验室,武汉 430070

摘要 食品及环境均是影响人体健康的重要因素。主流的西方营养学、膳食学侧重于研究环境地理、气候条件或饮食模式对人体健康的影响,而忽略传统食品的健康作用与其起源及环境和人类健康的耦联关系。本文首先全面概述环境地理、饮食模式与人体健康的研究进展,并在此基础上界定环境食品学研究范围。“环境食品学”可大致界定为:基于东方人天人相应的健康观以及体质的特殊性,采取现代科学手段研究处于特定环境下进食之于健康的关系及机制的系统科学。然后以国人因自身体质和饮食习惯差异而表现区别于西方人群的寒热证为例,系统论述食品和环境耦合之于健康的关系,最后介绍环境食品学的现代研究方法。环境食品学作为新型交叉学科,在环境基础上侧重于东方传统膳食营养,主要研究处于特定环境条件下以混合膳食进食产生的健康效应,该领域相关研究成果可对中国传统食品(如环境地理食品和应季食品)的开发提供参考。

关键词 环境食品学; 饮食模式; 食物性味; 耦合; 健康; 营养基因组学; 蛋白组学; 代谢组学

中图分类号 TS201.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2022)05-0142-10

1 环境食品学概述

人和食物不仅与历史不能分离,而且与环境息息相关。几千年来,食物的进程和发展,主宰了人口的增长、城市的文明和发展、移民和新居民点的设立,极大影响到经济、社会和政治理论,这就是食物

的多域性。对于食品科学工作者而言,根据当今的系统运筹学和空间观点,食品的地域性和时域性(geographical and time domain)成为了现代环境食品科学研究和关注的重点。

世界卫生组织在健康饮食建议中强调个体饮食模式受到地理和环境因素(包括气候变化)的影响。

收稿日期: 2022-08-10

基金项目: 华中农业大学自主科技创新基金项目(2662020SPPY001)

李斌, E-mail: libinfood@mail.hzau.edu.cn

膳食因素与人体健康及常见疾病的关系一直是人类健康科学、特别是营养学研究的主要内容^[1]。然而,现代科学对环境与食品耦合(协同)之于健康的关系及其机制研究涉及甚少。实际上,人们进食必然处于某一环境之下(如气候条件、环境地理因素),那么人体的吸收、代谢都必须与之协调和统一。对于它们的内在关系、发展规律及诸多相关的科学问题,迄今仍然是需要探索和揭示的自然奥秘。

在强调系统和辩证观的我国传统科学文化中,有关食品以及人们生活环境的耦合(或协同)对人体健康的影响已有较多总结和记载,不仅在民间延续了大量的并且被一再检验有效的涉及环境的饮食俗语、谚语等;而且一些经典文献还进行了系统概括和凝炼,如忽思慧早在《饮膳正要》中就记载:“春气温,宜食麦,以凉之。夏气热,宜食菽,以寒之。秋气燥,宜食麻,以润其燥。冬气寒,宜食黍,以热性制其寒”。其肯定了在不同气候条件下应季进食不同的食品,更易获得健康;在《黄帝内经》的《灵枢·刺节真邪》中,更是直接提出“与天地相应,与四时相副,人参天地”,认为有利于健康的饮食需要和进食的时间、空间密切相关,即“天人相应”的健康观^[2]。我国地域辽阔,不同地域有不同的饮食习惯和特色,这些都为环境食品学研究奠定了良好的物质基础和传统的理论基础。但由于方法学的限制,以及西方现代科学对该问题缺乏认识,无论是民间流传还是典籍记载,所有这些有关环境耦合食品之于健康的作用规律,至今仍停留在经验性描述和中医观点上,尚缺乏更多对自然规律的总结和现代科学的证实与阐述。食品 and 环境的耦合对健康影响的宏观规律和微观机制的现代研究仍基本处于空白。

关于食品营养学、环境健康学、食品环境学的定义早已清晰,结合相关学科的界定,可以将“环境食品学”大致界定为:基于东方人天人相应的健康观以及体质的特殊性,采取现代科学手段研究处于特定环境下进食之于健康的关系及机制的系统科学,是食品科学、环境科学、生物化学与分子生物学、食品性味论、预防医学、相关组学(如基因组学和蛋白组学)、食品信息学的新兴交叉学科,是具有中国特色的学科。中国地大物博,传统食品种类繁多,而且中国自古以来就有食疗的习惯和文化。在科学发展和进步的今天,传统食品的健康作用与其起源及环境和人类健康的耦联关系,尚有许多需要探索、论证和解决的问题。环境食品学的基础性研究将指导相关的现代食品科学的应用研究和食品工业发展,

提高中国传统食品在西方乃至世界的地位和作用,如环境地理食品的开发与物流,应季食品的开发与物流,食品科学和饮食文化的向外输出,新的特色餐饮企业和相关培训咨询机构的出现等,为社会经济发展起到积极促进作用。

2 环境因素与传统饮食习惯

传统的饮食习惯起源于农耕初期阶段,是气候随季节变化的结果,受到气温、湿度、土壤质量以及与水源的距离(尤其是海岸线)的综合影响。高粱(非洲)、水稻(中国)、玉米(中/南美洲)和小麦(中/近东地区)是传统饮食中典型谷物类植物的代表,也是世界各地的主食。这些谷物类植物的种植受到环境影响,如稻田在热带低地环境中占主导地位,流行于南亚和东南亚,而玉米生长于热带地区或温带地区,在南非、东非以及中美洲很常见。与植物类食品类似,动物类食品及其制品在传统饮食的占比也由其地理位置所决定,如鱼类和海鲜只能成为沿海地区或淡水附近地区的特色。

地中海饮食(Mediterranean diet)源于1940—1950年环地中海地区及国家(希腊、意大利南部及西班牙)的传统饮食型态,具有以植物性食物(蔬菜水果、五谷杂粮、豆类和橄榄油)和鱼类为主的饮食风格,这种饮食的饱和脂肪含量低(\leq 能量的7%~8%),且总脂肪含量占能量的25%~35%^[3]。地中海饮食是一种公认的健康饮食模式,具有广泛的健康益处^[4]。1987年的1项七国研究中发现,地中海地区或国家的人群遵循着以橄榄油为主要脂肪来源的饮食规律,其死亡率、心血管疾病发病率相较于其他国家都有所降低^[5]。1995年1项关于“地中海饮食评分”的研究共量化了八大主要饮食成分:单不饱和脂肪与饱和脂肪的比率,酒精,豆类,谷类,面包和土豆,水果,蔬菜,肉类和奶制品^[6]。在这项横跨希腊3个乡村的小型研究中,分数每增加1分,总死亡率就会降低17%。只有在整体饮食模式中才能观察到该显著效果;即单独考虑时,单个饮食元素之间没有关联性。至此之后,数百项观察性研究皆证实了一点,即除希腊以外,包括澳大利亚、瑞典、丹麦、西班牙和美国等其他国家的人们采用地中海饮食皆会产生有益效果^[7]。相关的随机对照试验也证实了特级初榨橄榄油和葡萄酒的独特作用,部分原因在于这些食品的多酚含量较高^[8]。

“蓝色地带”(Blue Zones),即世界上5个长寿的地区,分别位于希腊的伊卡利亚岛、意大利的撒丁

岛、日本的冲绳岛、哥斯达黎加的尼科亚半岛和美国的加利福尼亚州洛马琳达市^[9]。如表1所示,“蓝色地带”饮食组成皆以优质未加工的碳水化合物、植物性蛋白质以及有益心脏健康的多不饱和脂肪、单不饱和脂肪为基础^[9-10]。部分生物标志性的证据表明,冲绳百岁老人的氧化应激较低,这可能与冲绳饮食

中抗氧化物质含量高有关,该研究结果证实了自由基衰老理论。研究数据还表明,生命早期时,10%~15%的能量限制可能与长寿有关,且此时大量摄入红薯、鱼、海菜和姜黄等食物同样起到抗衰老作用^[11,14]。除此之外,还有许多未知的因素如基因-环境之间的相互作用影响着人类的寿命。

表1 5个“蓝色地带”的饮食组成^[9-10]Table 1 Diet composition across the 5 “Blue Zones”^[9-10]

“蓝色地带” “Blue Zone”	饮食组成 Diet composition	每日热量百分比/% Daily calories percentage	常见食物及饮品 Common foods and drinks
意大利撒丁岛 Sardinia, Italy	谷物 Grains	47	大麦、蚕豆、鹰嘴豆、西红柿、茴香、全麦酸面包、杏仁、牛奶(山羊奶或绵羊奶)、奶制品(尤指佩科里诺奶酪)、卡纳瑞歌海娜葡萄酒 Barley, fava beans, chickpeas, tomatoes, fennel, whole wheat sourdough bread, almonds, milk (goat or sheep), dairy, particularly pecorino cheese, Cannonau Grenache wine
	乳制品 Dairy	26	
	蔬菜 Vegetables	12	
	肉类、鱼类、家禽 Meat, fish, poultry	5	
	豆类 Legumes	4	
	糖 Sugars	3	
日本冲绳 Okinawa, Japan	添加脂肪 Added fats	2	红薯、糙米、豆腐、苦瓜、海藻(尤指昆布和瓦卡姆)、香菇、猪肉、大蒜、姜黄、绿茶、当地酿造的小米白兰地酒、清酒 Sweet potatoes, brown rice, tofu, bitter melon (goya), seaweeds (especially kombu and wakame), shiitake mushrooms, pork, garlic, turmeric, green jasmine tea, locally brewed Awamori (millet brandy), sake
	甜薯 Sweet potatoes	67	
	大米 Rice	12	
	其他蔬菜 Other vegetables	9	
	豆类 Legumes	6	
	其他谷物 Other grains	3	
希腊伊卡里亚 Ikaria, Greece	鱼、肉、家禽 Fish, meat, poultry	2	橄榄油、野菜和香草、马铃薯、羊奶乳酪、黑豆、鹰嘴豆、柠檬、蜂蜜、咖啡、花草茶、红酒 Olive oil, wild greens and herbs, potatoes, goat's milk feta cheese, black-eyed peas, chickpeas, lemons, honey, coffee, herbal tea, red wine
	其他食品 Other foods	1	
	其他蔬菜 Other vegetables	20	
	绿叶蔬菜 Greens	17	
	水果 Fruits	16	
	豆类 Legumes	11	
	马铃薯 Potatoes	9	
	橄榄油 Olive oil	6	
尼科亚半岛 哥斯达黎加 Nicoya Peninsula, Costa Rica	鱼 Fish	6	玉米饼、南瓜、黑豆、大米、山药、木瓜、香蕉、桃棕榈、水 Corn tortillas, squash, black beans, rice, yams, papaya, banana, peach palms (pejivalles), water
	意大利面食 Pasta	5	
	肉类 Meat	5	
	糖果 Sweets	4	
	谷物 Grains	26	
	乳制品 Dairy	24	
	蔬菜 Vegetables	14	
	添加糖 Added sugars	11	
美国洛玛琳达 Loma Linda, US	水果 Fruits	9	鳄梨、豆类、坚果、燕麦片、全麦面包、豆浆、鲑鱼;水(每天至少6杯);不允许饮酒 Avocado, beans, nuts, oatmeal, whole wheat bread, soy milk, salmon; water (at least 6 glasses daily); alcohol is not permitted
	豆类 Legumes	7	
	肉类、鱼类、家禽 Meat, fish, poultry	5	
	坚果和种子 Nuts and seeds	2	
	添加脂肪 Added fats	2	
	鸡蛋 Eggs	2	
	蔬菜 Vegetables	33	
	水果 Fruits	27	
	豆类和大豆 Legumes and soy	12	
	乳制品 Dairy	10	
谷物 Grains	7		
肉类 Meat and poultry	4		
坚果和种子 Nuts and seeds	2		
添加脂肪 Added fats	2		
鱼 Fish	1		
鸡蛋 Eggs	1		
添加糖 Added sugars	1		

随着食品加工和运输水平的提高,人们的饮食习惯逐渐不再受季节或传统的限制。以精加工食品,高糖、高钠和高热量的饮料,高肉制品和奶制品摄入量以及快餐文化为特征的西方饮食模式日益流行^[15]。因此,传统的饮食习惯随着全球化进程和西化饮食文化入侵日益淡化。

3 地理环境因素与人体健康

有关中国地理环境与健康的研究始于20世纪60年代,当时由于大骨节病和地方性克山病的流行严重威胁着有关地区人民的健康。我国地学工作者和医学工作者通过40多年来大量的野外考察和试验分析,编辑出版《中华人民共和国地方病与环境图集》^[16]。随着近几年关注健康问题的地理学工作者的增多,我国地理环境与健康的发展逐步进入新的阶段。主要地方病的分布规律及其与地理环境因素密切相关。克山病和大骨节病主要分布在我国东北到西南的温带森林和森林草原地带内;我国存在土壤低硒带与大、克两病的分布相吻合^[17-18]。饮水碘含量与地甲病的分布密切相关^[19],而地理生态系氟则与地氟病的类型(饮水型、温泉型、岩矿型、燃煤型等)有关。此外,饮水中过量砷暴露则是发生导致人群地方性砷中毒的主要危险因素之一^[20-21]。

4 地理环境因素与人类微生物群

数百万年来,人类与微生物共同形成了一个“超有机体”,形成一种和谐的共生关系。人类微生物群,主要指在人体内的共生细菌和其他微生物群落,受包括个体的遗传背景、生理状态、环境因素(如地理位置、生活条件和饮食习惯)和药物(抗生素)等多重因素影响^[22-24]。人体内含有的数以兆计的微生物,被称为人类的第二基因组。人类肠道,尤其是结肠中,大约生活90%~95%的微生物,肠道菌群的代谢活动会影响全身的系统 and 器官。肠道微生物能够提供人类基因组中所缺的消化酶。人类基因组编码有限的酶,只有17种酶参与可消化碳水化合物(如淀粉、蔗糖和乳糖)的降解,而肠道微生物基因组可编码大量的酶^[25]。不同的微生物具有将复杂分子分解为不同简单分子的能力,这种分解或降解过程由一系列碳水化合物活性酶(CAZymes)控制。Wastyk等^[26]曾假设人类肠道微生物群作为丰富的CAZymes库,可以根据饮食变化重新配置其自身的CA-

Zyme功能布局。1项为期17周的人体随机研究表明,尽管微生物群落多样性稳定,但高纤维饮食增加了微生物组编码CAZyme的相对丰度^[26]。此外,与传统饮食的农村居民相比,膳食纤维摄入量减少的西方城市居民面临着肠道微生物群中CAZyme库丰度减少的问题^[27]。肠道微生物群构成了一个特殊的相互依赖的群落,其中某种微生物的代谢废物通过基质和代谢物交叉喂养又成为其他微生物的营养基质。肠道微生物的交叉喂养行为形成大量不同的底物和代谢物,以维持微生物多样性,从而保持肠道的菌落稳定^[28-29]。

人类消化道细菌受到饮食习惯如不同地域饮食文化的影响。1项发表于《自然》的研究表明,有1种能够消化海藻的细菌(*Bacteroides plebeius*)存在于日本人而非美国人的肠道内^[30]。研究人员将13个日本人与18个北美人的微生物基因组进行了对比后发现,13个日本人中有5人带有这种肠道细菌酶,而18个北美人中均没有^[30]。由此推断,当日本人开始吃诸如鱼、虾和贝类等海洋食物时,来自海洋的细菌也会与肠道细菌遗传基因片段发生交换。研究表明,坦桑尼亚的哈扎族狩猎采集者和博洛尼亚的意大利人的肠道微生物群有显著的差异^[31]。哈扎人的饮食随着雨季和旱季以及食物的可获得性而波动,与西方饮食的消费者相比,他们吃的食物种类更多样,肠道细菌也发生了相应的变化。相比之下,意大利人的微生物组稳定且缺乏季节性变化。与世界上其他群体(例如生活在美洲城市或亚马逊雨林村庄的人)的进一步比较也得出了类似的结果:与西方饮食模式的人相比,季节性饮食者的肠道菌群更多样化,波动也更大,而且许多肠道微生物是那些只在传统社会中出现的罕见微生物^[32]。一般来说,有2类食物会影响肠道微生物群。一类是益生菌,它是饮食中摄入的活的微生物,比如酸奶中常见的嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌;另一类是益生元,包括一些可被肠道细菌发酵的纤维和抗性淀粉,它们并不是活的微生物,但可以喂养有益(“好”)微生物^[33]。益生菌和益生元都能增加肠道中有益细菌的比例,并产生积极的健康效应。当肠道菌群失衡时(可能是因为健康状况发生改变),它们的功用尤其重要^[34-35]。越来越多的营养研究显示出生益生菌和益生元对多种肠道疾病(如炎症性肠病和肠易激综合征)的重要作用,它们与免疫系统也有关,可能影响过敏性和自身

免疫性疾病^[36]。还有一些研究表明,微生物组与慢性疾病,如肥胖、Ⅱ型糖尿病以及一系列神经或精神疾病似乎也有关联^[37-38]。

口腔菌群是人体内种类第二丰富的微生物群落,容纳着700多种细菌,这些细菌分布在牙齿的硬表面和口腔黏膜的软组织^[23]。据报道,生活在不同地理和气候地区(阿拉斯加、德国和非洲)的人群在其唾液微生物组中表现出差异,这表明口腔微生物组的差异受到环境和气候条件的影响^[39]。初步研究表明,苦味受体TAS2R38的遗传变异反映在北欧地区(芬兰)和南欧地区(西班牙)受试者口腔黏膜的微生物组成中,并且多因素分析显示不同国家人群的微生物组成存在显著差异,且与味觉基因型有关^[40]。

5 环境地理因素耦合下的食物性味与人体健康

尽管西方营养学、膳食学研究已经比较深入,但基于分析还原论的思维逻辑而获得的研究结果,实际上一直以来受到越来越多的质疑,对处于特定环境条件下的以混合膳食进食的个体而言,指导作用实际上仍很不充分^[41]。在科学发展和社会进步的今天,传统食品的健康作用与其起源及环境和人类健康的耦联关系,尚有许多需要探索、论证和解决。国人自身的体质和饮食习惯亦有自身的特点,比如在寒热体征上较之西方人群表现得明显。因此,基于环境基础上的膳食营养研究和我国传统营养学基础上的现代研究对国人膳食指导具有更强的针对性,利于促进国人健康。

5.1 寒热证的现代指标

“上火”是国人所熟知的一种非健康状态,某些食品是“上火”的,有些食品对一部分人“上火”,另一部分人不“上火”,还有一些食品在某地区食用不上火的,但在另外地区可能是“上火”的,这是一个存在十分广泛的环境协同食品之于健康的问题,属于界定的环境食品学研究必须面对的问题。“上火”是一个口语化的词汇,与人们对身体、心理在某种状态下的体验相关。“上火”与中医学中“火热证”有共同之处,与现代研究的“过敏”关系密切^[42-44]。

目前,上火的寒热证现代指标通常是从植物神经系统功能状态探讨的。热证患者会出现呼吸增快、心率增加、唾液量减少、口腔温度升高、尿内儿茶

酚胺类物质含量升高的症状,说明交感神经-肾上腺系统机能活动增强^[45]。郭宇光等^[46]用放射免疫法测定15例虚热证患者、17例虚寒证和19名健康的人尿液中PGE₂、PGF_{2α}排出量变化发现PGE、PGF与寒热辨证密切相关。关正威等^[47]参考了中医证的研究,以前列腺素2PGF_{1α}(血液内PGF_{1α}的代谢产物)为指标研究胆石症、胃癌、乳腺癌等,认为胆石症病人的尿内PGF_{1α}在128 mg以上者为热证,以下者为寒证。

5.2 寒热(性味)及作用机制

寒热性与药物、机体间热能反应关系方面的研究大致有2种观点。一种观点认为决定中药的寒热性是由产生热能的差别对机体自身热能反应状态的影响决定的^[48];另一种观点则从生物热力学角度出发,认为药物所含物理内能与中药寒热性密切相关,即药物在体内运行过程中,寒性药能够为机体吸收并带走热能,热性药能够为机体释放热能^[49]。分子药性假说认为食品或中药中并非所有化合物分子均是有效成分,而具有一定骨架的化合物或不同骨架分子组成的分子群往往表现出特定的治疗作用^[50-51]。由上述对中药寒热性的物质基础进行探索的研究可以表明,在中药物质基础的探索上还有相当的困难,必须从多侧面、多途径对物质基础及其作用机制进行综合分析和研究,方能获得明确的结果。

大多数的寒热研究集中在中医药方面,对食物性味的现代研究较少,但相关的方法是完全可以借鉴的。曾荣今等^[52]对炒制花生“上火”的研究集中在其中结合水的含量对“上火”影响,表明人们摄入炒制花生时,其营养成分分子可以与口腔里的水分子形成氢键并释放能量。由此推断食物“上火”的原因可能与食物结合水的缺乏密切相关。但同样也有另一些研究者提出反对,因为该研究并未对花生炒制过程中产生的300余种风味成分及蛋白质等的其他变化进行研究,单从水的角度探讨显然不能确定上火的机制,仅为可能机制之一。

对牛乳和食用蛋白粉的上火物质基础及其作用机制的研究,虽然曾得到较多研究者的关注,然而,采用实验方法进行研究的较少。任国谱等^[53]对牛乳中各种营养素和非营养素和上火的关系进行了一些分析和推测,但缺乏实验的支持。Lin等^[54]发现喂食采用油炸后的食用油的实验大鼠可以增加巨噬细胞产生PGE₂的数量。Miwa等^[55]则发现上火和清火物质

与老鼠巨噬细胞产生 PGE2 的数量密切相关。Huang 等^[56]也发现凉性的菊花、苦瓜和莲子可降低巨噬细胞 RAW264.7 产生 PGE2 的数量,而热性的荔枝、龙眼、龙眼干增加巨噬细胞 RAW264.7 产生 PGE2 的数量。此外,杨瑞丽等^[57]研究发现荔枝果肉乙酸乙酯提取物能够诱导巨噬细胞 J774 分泌促炎递质 PGE2 和 NO,从而引起炎症性“上火”反应。这表明巨噬细胞产生 PGE2 的数量可以在一定程度上用来表征部分食源性物质的热性和寒性。

5.3 环境地理与食品性味

有关食品性味与环境关系的研究较少,但中药材方面已经有较多研究。曾有研究者利用四格表卡方检验法和相关分析法对青藏高原中药材的性味与环境地理因素的相关性进行分析,表明药用植物中化学成分可能受到环境影响,地理因素及海拔与中药性味之间呈现出某些相关性^[58]。鉴于过往对食源性“寒热”研究的现状,必须采用多种手段和方法,部分借鉴中药寒热性的本质以及其物质基础的研究方法和思路,在分子、细胞和动物整体等多层次的全面研究,方能对其物质基础及其作用机制给出明确的答案。在建立生物量热分析、“寒热”体细胞筛查法及动物模型的基础上,应对不同食物品种、不同贮藏阶段、不同环境的特性进行多角度评价以确定可能目标物;采用现代分离科学及结构分析手段对可能目标物进行分离鉴定,探讨其作用机制和控制措施。

6 环境食品学的现代研究方法

6.1 营养基因组学与环境食品学研究结合方面

不同环境地理因素的人,在进食同一种食物,可能对健康产生不同的影响,一方面可能与环境地理因素和气候有关,但另一方面,则可能与基因的多态性有关。营养基因组学的重要应用领域是保健食品的开发应用和确定营养素需要量。利用功能性基因组学技术对食物中活性组分进行筛选以预防疾病的研究项目在不同的国家启动。由于食物中生物活性物质对机体的影响往往较药物微弱,传统的生化指标往往不能反映出这种微弱的变化。实际上,这对于环境地理食品或者应季食品的机理阐述具有极大的借鉴意义。此外,基因组技术将有助于发现大批分子水平上可特异地反映营养水平的指标,从而推动营养素所需量的制定工作。此外,未来基于个体基因组差异定制化营养将逐渐为人们所认识和接

受。这对于环境地理因素或应季食品研究意义重大,对制定具有中国特点的膳食指导方案也提供了最坚实的理论基础。

6.2 蛋白质组学与环境食品学研究结合方面

作为后基因组时代的一门新兴学科,蛋白质组学是由基因组学在逻辑上发展而来。与基因组的稳定性相比,蛋白质组则具有可变多样的特点,即对于同一机体的各种细胞,相比于稳定的基因组,蛋白质组则是不相同的。差异蛋白质学研究的理论假设认为当某一细胞或组织在发生某种变化(正常或异常)时,其蛋白质组会发生相应的、有规律的改变,如进一步证明蛋白质组与该病理变化紧密相关,差异蛋白则被认为是这种变化的一类标志性蛋白。同样,对于某一食品在不同环境地理因素、不同季节、不同个体食用时,其血清蛋白质组学可能有所变化,因此,它对区域食品或应季食品的可能影响、功能成分靶标寻找、细胞调控分子鉴别等均有极大的实际意义。

食物的性味,如上火,与过敏具有某种联系,这方面的蛋白质组学研究刚起步。Cramer^[59]在 2005 年分析了蛋白组学应用于过敏研究的前景,通过体液或组织的蛋白研究,可以加快过敏研究进程。Selgrade 等^[60]认为通过血清筛选过敏蛋白,结合计算机技术,可以从结构上分析预测过敏原。Suzuki 等^[61]通过蛋白质组学研究鸡蛋过敏血清 IgE 抗体结合蛋白是否存在于蛋清中,发现 15 个双向凝胶电泳点可以结合到血清 IgE 抗体,其中 1 个确定为卵转铁蛋白,分析给出了与 IgE 抗体结合的蛋清蛋白质全谱图,为准确诊断及脱敏治疗提供了重要理论依据。过敏的蛋白组学揭示,过敏与血清蛋白的调控密切相关,通过某些蛋白的调控,可以对过敏人群进行治疗和过敏原预测。由此推测,上火相关的调控蛋白可通过血清蛋白谱筛选,这为研究“性味”这一传统食疗养生理论带来新思路和技术手段。

6.3 代谢组学与环境食品学研究结合方面

自古以来,中国就有药食同源的理论。代谢组学在与毒理基因组学、蛋白质组学相结合时可从基因型到表型方面完整地评价食疗组方的功效和毒性,其“整体模式”或“指纹”具有单一靶标,具有更好的一致性和预见性。刘树民等^[62]以 2,4-二硝基苯酚诱导的热病证候模型为切入点,发现小鼠体内小分子代谢产物的恢复相较于宏观体征具有明显滞后

性。刘卫红等^[63]进行痰瘀证候代谢组学研究,认为中医痰瘀证候的生物学本质可应用代谢组学分析寻找痰瘀演变过程标志性代谢产物来阐释,相关的方法完全适用于食物的研究。对机体中不同来源的生物样品(尿样、血样、组织样等)进行代谢组学分析的整合代谢组学及基因组、转录组和蛋白质组等组学综合策略,有可能揭示食物证候实质和食疗作用机制,加快食疗现代化进程,从而促进环境食品学这一具有中国特色的学科发展。

7 展 望

健康是人类共同追求,同样也是全社会的共同责任,不仅涉及到个人、家庭的幸福,也影响到社会的稳定发展。基于此,国内外广泛研究的诸多学科,如营养学、食品科学、环境健康学、食品环境学等不断涌现出新的研究成果,同时营养基因组学、蛋白质组学、营养代谢组学、生物信息学、地理信息学等新兴、边缘学科的发展也日新月异。但这些根植于西方现代科学基础上的传统学科及新兴、边缘学科往往忽视了进食环境和食品的耦合与健康的内在关联。

环境食品学的研究聚焦于环境耦合食品之于健康的基础性科学问题,从更加长远的方向来看,这些基础性研究一旦产生重要的研究成果,必将指导相关的应用研究和产业化开发,利于提高中国食品在西方乃至世界的地位和影响,为社会经济发展起到积极促进作用。

参考文献 References

- [1] 张天民. 评《基因营养—生物医学健康新理念》[J]. 食品与药品, 2013, 15(5): 371. ZHANG T M. Comment on gene nutrition-new biomedical health [J]. Food and drug, 2013, 15(5): 371 (in Chinese).
- [2] 龚学忠, 许良. 《黄帝内经》“天人相应”理论中时间治疗学思想[J]. 深圳中西医结合杂志, 2007, 17(1): 27-28. GONG X Z, XU L. The thought of time therapy in the theory of "heaven and man corresponding" in *Huangdi's Internal Classics* [J]. Shenzhen journal of integrated traditional Chinese and western medicine, 2007, 17(1): 27-28 (in Chinese).
- [3] WILLETT W C, SACKS F, TRICHOPOULOU A, et al. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating [J]. The American journal of clinical nutrition, 1995, 61(6): 1402S-1406S.
- [4] SOFI F, MACCHI C, ABBATE R, et al. Mediterranean diet and health [J]. BioFactors (Oxford, England), 2013, 39(4): 335-342.
- [5] KEYS A, MENOTTI A, KARVONEN M J, et al. The diet and 15-year death rate in the seven countries study [J]. American journal of epidemiology, 1986, 124(6): 903-915.
- [6] TRICHOPOULOU A, KOURIS-BLAZOS A, WAHLQVIST M L, et al. Diet and overall survival in elderly people [J]. BMJ (clinical research ed.), 1995, 311(7018): 1457-1460.
- [7] TRICHOPOULOU A. Traditional Mediterranean diet and longevity in the elderly: a review [J]. Public health nutrition, 2004, 7(7): 943-947.
- [8] TRICHOPOULOU A, VASILOPOULOU E. Mediterranean diet and longevity [J]. The British journal of nutrition, 2000, 84, Suppl 2(5): S205-S209.
- [9] NEWBY P K. Food and nutrition: what everyone needs to know [M]. New York: Oxford University Press, 2018: 239-245.
- [10] DAN B, SAM S. Blue zones: lessons from the world's longest lived [J]. American journal of lifestyle medicine, 2016, 10(5): 318-321.
- [11] WILLCOX B J, WILLCOX D C, SUZUKI M. Demographic, phenotypic, and genetic characteristics of centenarians in Okinawa and Japan: part 1—centenarians in Okinawa [J]. Mechanisms of ageing and development, 2017, 165: 75-79.
- [12] WILLCOX B J, WILLCOX D C. Caloric restriction, caloric restriction mimetics, and healthy aging in Okinawa: controversies and clinical implications [J]. Current opinion in clinical nutrition and metabolic care, 2014, 17(1): 51-58.
- [13] YAMORI Y, MIURA A, TAIRA K. Implications from and for food cultures for cardiovascular diseases: Japanese food, particularly Okinawan diets [J]. Asia Pacific journal of clinical nutrition, 2001, 10(2): 144-145.
- [14] WILLCOX B J, WILLCOX D C, TODORIKI H, et al. Caloric restriction, the traditional Okinawan diet, and healthy aging: the diet of the world's longest-lived people and its potential impact on morbidity and life span [J]. Annals of the New York Academy of Sciences, 2007, 1114: 434-455.
- [15] 马凤楼. 美国的膳食模式现状及其新提出的膳食指南 [J]. 食品与健康, 1994(5): 3-4. MA F L. The current status of dietary patterns in the US and its newly proposed dietary guidelines [J]. Food and health, 1994(5): 3-4 (in Chinese).
- [16] 中华人民共和国地方病与环境图集编纂委员会. 中华人民共和国地方病与环境图集 [M]. 北京: 科学出版社, 1989. Committee on the Compilation of the Local Diseases and Environmental Atlas of the PRC. Atlas of local diseases and the environment of China [M]. Beijing: Science Press, 1989 (in Chinese).
- [17] 李成. 中国克山病的构造环境机理研究——以陕西病区为例 [D]. 西安: 西北大学, 2001. LI C. Study on the structural environment mechanism of Keshan disease in China: takes the ward of Shaanxi Province [J]. Xi'an: Northwest University, 2001 (in Chinese with English abstract).
- [18] 吕瑶瑶. 典型生态地带硒元素生物有效性的控制机理研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2016. LÜ Y Y. The regulation mechanism of selenium bioavailability in typical ecological landscape [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2016 (in Chinese with English abstract).

- [19] 国家卫生健康委员会.《碘缺乏地区和适碘地区的划定》解读[J].上海预防医学, 2020, 32(3): 191, 196, 223. National Health Commission of the People's Republic of China. Interpretation of iodine-deficient areas and iodine-suitable areas [J]. Shanghai journal of preventive medicine, 2020, 32(3): 191, 196, 223 (in Chinese).
- [20] RODRÍGUEZ-LADO L, SUN G F, BERG M, et al. Groundwater arsenic contamination throughout China [J]. Science, 2013, 341(6148): 866-868.
- [21] 戴馨, 宁浩然, 周素华, 等. 中国地区饮水砷暴露与地方性砷中毒相关性的Meta分析[J].全科医学临床与教育, 2019, 17(10): 894-897. DAI X, NING H R, ZHOU S H, et al. Association of arsenic exposure through drinking water and endemic arsenicosis in China: a meta-analysis [J]. Clinical education of general practice, 2019, 17(10): 894-897 (in Chinese with English abstract).
- [22] DAGLI N, DAGLI R, DARWISH S, et al. Oral microbial shift: factors affecting the microbiome and prevention of oral disease [J]. The journal of contemporary dental practice, 2016, 17(1): 90-96.
- [23] KILIAN M, CHAPPLE I L C, HANNIG M, et al. The oral microbiome: an update for oral healthcare professionals [J]. British dental journal, 2016, 221(10): 657-666.
- [24] SHAH B R, LI B, AL SABBAAH H, et al. Effects of prebiotic dietary fibers and probiotics on human health: with special focus on recent advancement in their encapsulated formulations [J]. Trends in food science & technology, 2020, 102: 178-192.
- [25] CANTAREL B L, LOMBARD V, HENRISSAT B. Complex carbohydrate utilization by the healthy human microbiome [J/OL]. PLoS One, 2012, 7(6): e28742 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028742>.
- [26] WASTYK H C, FRAGIADAKIS G K, PERELMAN D, et al. Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status [J]. Cell, 2021, 184(16): 4137-4153.
- [27] SOVERINI M, TURRONI S, BIAGI E, et al. Variation of carbohydrate-active enzyme patterns in the gut microbiota of Italian healthy subjects and type 2 diabetes patients [J/OL]. Frontiers in microbiology, 2017, 8: 2079 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02079>.
- [28] PAYLING L, FRASER K, LOVEDAY S M, et al. The effects of carbohydrate structure on the composition and functionality of the human gut microbiota [J]. Trends in food science & technology, 2020, 97: 233-248.
- [29] SHORTEN P R, SMITH N W, ALTERMANN E, et al. The classification and evolution of bacterial cross-feeding [J/OL]. Frontiers in ecology and evolution, 2019, 7: 153 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00153>.
- [30] HEHEMANN J H, CORREC G, BARBEYRON T, et al. Transfer of carbohydrate-active enzymes from marine bacteria to Japanese gut microbiota [J]. Nature, 2010, 464(7290): 908-912.
- [31] TURRONI S, FIORI J, RAMPPELLI S, et al. Fecal metabolome of the Hadza hunter-gatherers: a host-microbiome integrative view [J/OL]. Scientific reports, 2016, 6: 32826 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.1038/srep32826>.
- [32] SCHAAN A P, SARQUIS D, CAVALCANTE G C, et al. The structure of Brazilian Amazonian gut microbiomes in the process of urbanisation [J/OL]. NPJ biofilms and microbiomes, 2021, 7(1): 65 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.1038/s41522-021-00237-0>.
- [33] GIBSON G R, SCOTT K P, RASTALL R A, et al. Dietary prebiotics: current status and new definition [J]. Food science and technology bulletin: functional foods, 2010, 7: 1-19.
- [34] KOROPATKIN N M, CAMERON E A, MARTENS E C. How glycan metabolism shapes the human gut microbiota [J]. Nature reviews microbiology, 2012, 10(5): 323-335.
- [35] ZENG H W, HAMLIN S K, SAFRATOWICH B D, et al. Superior inhibitory efficacy of butyrate over propionate and acetate against human colon cancer cell proliferation via cell cycle arrest and apoptosis: linking dietary fiber to cancer prevention [J]. Nutrition research, 2020, 83: 63-72.
- [36] TANABE K, NAKAMURA S, MORIYAMA-HASHIGUCHI M, et al. Dietary fructooligosaccharide and glucomannan alter gut microbiota and improve bone metabolism in senescence-accelerated mouse [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2019, 67(3): 867-874.
- [37] LI X P, SUO J Q, HUANG X G, et al. Whole grain Qingke attenuates high-fat diet-induced obesity in mice with alterations in gut microbiota and metabolite profile [J/OL]. Frontiers in nutrition, 2021, 8: 761727 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.761727>.
- [38] CHENG J H, JIANG X J, LI J W, et al. Xyloglucan affects gut-liver circulating bile acid metabolism to improve liver damage in mice fed with high-fat diet [J/OL]. Journal of functional foods, 2020, 64: 103651 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103651>.
- [39] LI J, QUINQUE D, HORZ H P, et al. Comparative analysis of the human saliva microbiome from different climate zones: Alaska, Germany, and Africa [J/OL]. BMC microbiology, 2014, 14: 316 [2022-08-10]. <https://doi.org/10.1186/s12866-014-0316-1>.
- [40] SANDELL M, COLLADO M. Genetic variation in the TAS2R38 taste receptor contributes to the oral microbiota in North and South European locations: a pilot study [J]. Genes and nutrition, 2018; 13: 1-9.
- [41] 裴素萍. 还原法观察燕麦β-葡聚糖治疗大鼠高脂血症的效果和基于复杂适应系统理论的营养学研究初探[D]. 上海: 第二军医大学, 2006. PEI S P. The therapeutic effect of oat β-glucans on experimental hyperlipemia in rats and the initial investigation of nutrionology based on the theory of complex adaptive system [D]. Shanghai: Second Military Medical University, 2006 (in Chinese with English abstract).
- [42] 陈雪梅, 王琦, 倪诚, 等. 第八讲 关于火热证医案的探讨 [J]. 中医药通报, 2013, 12(2): 3-7. CHEN X M, WANG Q, NI C, et al. The eighth lecture on the hot card medical case discussion [J]. Traditional Chinese medicine journal, 2013, 12(2): 3-7 (in Chinese).
- [43] 王燕, 王惠聪, 周志昆, 等. 荔枝的功能及活性成分研究进展 [C] // 海峡两岸荔枝龙眼产业发展研讨会论文集. 广州: 广东省园艺学会, 2009: 32-40. WANG Y, WANG H C, ZHOU

- Z K, et al. Research on function and active components of litchi [C] //Proceedings of the Cross-strait lychee Longan Industry Development Seminar. Guangzhou: Guangdong Province Society for Horticultural Science and Technology, 2009: 32-40 (in Chinese)
- [44] 季群, 钟波, 闫慧清, 等. 温州蜜柑诱导人体免疫炎症反应: 一项基于双盲的口腔食物激发试验研究[C]//中国园艺学会2014年学术年会论文摘要集. 北京: 科学出版社, 2014: 69. JI Q, ZHONG B, YAN H Q, et al. Wenzhou tangerine induced human immune inflammation response: a double-blind based oral food stimulation test study [C]//Summary collection of the 2014 Annual Meeting of the Chinese Horticultural Society. Beijing: Science Press, 2014: 69 (in Chinese).
- [45] 梁月华. 寒、热证本质研究回顾及展望[J]. 中国中西医结合杂志, 2019, 39(4): 397-404. LIANG Y H. Review and prospect of the research on the essence of cold and heat syndrome [J]. Chinese journal of integrated traditional and western medicine, 2019, 39(4): 397-404 (in Chinese with English abstract).
- [46] 郭宇光, 谢竹藩. 虚寒证、虚热证患者尿PGE₂、PGF_{2α}排出量的临床观察[J]. 中国中西医结合杂志, 1990, 10(10): 593-595, 580. GUO Y G, XIE Z F. Clinical observation on urine excretion of PGE₂, PGF_{2α} in patients with deficiency-cold syndrome and deficiency-heat syndrome [J]. Chinese journal of integrated traditional and western medicine, 1990, 10(10): 593-595, 580 (in Chinese with English abstract).
- [47] 关正威, 杨维益. 病位与寒热辨证因子: 特别是与年龄及尿中PGF1a排泄量之间的关系 [J]. 国外医学(中医中药分册), 1990(4): 17-19. GUAN Z W, YANG W Y. The relationship between disease location and cold and heat syndrome differentiation factor: especially with age and PGF1a excretion in the urine [J]. Foreign medical sciences, 1990(4): 17-19 (in Chinese).
- [48] 欧阳兵, 王振国, 王鹏. 中药四性物质基础研究的方法学思考 [J]. 中医药通报, 2006, 5(1): 34-36, 31. OUYANG B, WANG Z G, WANG P. The methodological thinking on the basic research of traditional Chinese medicine [J]. Traditional Chinese medicine journal, 2006, 5(1): 34-36, 31 (in Chinese).
- [49] 肖小河, 王伽伯, 赵艳玲, 等. 药性热力学观及实践 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(16): 2207-2213. XIAO X H, WANG J B, ZHAO Y L, et al. Thermodynamic outlook and practice of Chinese medicinal nature [J]. China journal of Chinese materia medica, 2010, 35(16): 2207-2213 (in Chinese with English abstract).
- [50] 谢芬芬. 基于数据挖掘对不同药性中药的化合物分子特征研究 [D]. 西宁: 青海大学, 2021. XIE F F. Research on the molecular characteristics of Chinese herbal medicine with different properties based on data mining [D]. Xining: Qinghai University, 2021 (in Chinese with English abstract).
- [51] 李石生, 邓京振, 赵守训, 等. 中药现代化研究的关键在于建立科学的现代中药理论体系: 分子药性假说的提出 [J]. 中国中西医结合杂志, 2000, 20(2): 83-84. LI S S, DENG J Z, ZHAO S X, et al. The key to the modernization of traditional Chinese medicine lies in the establishment of a scientific modern TCM theory system: the hypothesis of molecular medicine [J]. Chinese journal of integrated traditional and western medicine, 2000, 20(2): 83-84 (in Chinese).
- [52] 曾荣今, 陈云. 食物“上火”与水分子氢键的关系研究 [J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2002, 24(1): 33-35. ZENG R J, CHEN Y. Study on the relation between the bound moisture and the internal heat caused by food [J]. Journal of Xiangtan Normal University (natural science edition), 2002, 24(1): 33-35 (in Chinese with English abstract).
- [53] 任国谱, 张人明, 彭灿, 等. 牛乳“上火”机理探讨 [J]. 中国乳业, 2003(11): 17-19. REN G P, ZHANG R M, PENG C, et al. Discussion on the mechanism of "heat up" of cow milk [J]. Agriculture products development, 2003(11): 17-19 (in Chinese).
- [54] LIN B F, LAI C C, LIN K W, et al. Dietary oxidized oil influences the levels of type 2 T-helper cell-related antibody and inflammatory mediators in mice [J]. The British journal of nutrition, 2000, 84(6): 911-917.
- [55] MIWA M S, KONG Z L, SHINOHARA K, et al. Macrophage stimulating activity of foods [J]. Agricultural and biological chemistry, 1990, 54(7): 1863-1866.
- [56] HUANG C J, WU M C. Differential effects of foods traditionally regarded as 'heating' and 'cooling' on prostaglandin E₂ production by a macrophage cell line [J]. Journal of biomedical science, 2002, 9: 596-606.
- [57] 杨瑞丽, 高虹, 黄卉, 等. 荔枝果肉乙酸乙酯提取物对巨噬细胞分泌促炎递质前列腺素E₂和一氧化氮的影响 [J]. 营养学报, 2011, 33(3): 261-264, 269. YANG R L, GAO H, HUANG H, et al. Effect of ethyl acetate extract of *Litchi* fruit on secretion of inflammatory cellular factor prostaglandin E₂ and nitrogen oxide of j774 murine macrophages [J]. Acta nutrimenta sinica, 2011, 33(3): 261-264, 269 (in Chinese with English abstract).
- [58] 田方, 焦多礼, 陈学林, 等. 药用植物地理成分及海拔与中药功效的相关性研究 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(7): 1746-1748. TIAN F, JIAO D L, CHEN X L, et al. Correlative analysis between geographical components and altitude of medicinal plants and TCM efficacy in Gansu Province [J]. Lishizhen medicine and materia medica research, 2013, 24(7): 1746-1748 (in Chinese with English abstract).
- [59] CRAMERI R. The potential of proteomics and peptidomics for allergy and asthma research [J]. Allergy, 2005, 60(10): 1227-1237.
- [60] SELGRADE M K, BOWMAN C C, LADICS G S, et al. Safety assessment of biotechnology products for potential risk of food allergy: implications of new research [J]. Toxicological sciences, 2009, 110(1): 31-39.
- [61] SUZUKI M, FUJII H, FUJIGAKI H, et al. Lipocalin-type prostaglandin D synthase and egg white cystatin react with IgE antibodies from children with egg allergy [J]. Allergy international, 2010, 59(2): 175-183.
- [62] 刘树民, 卢芳, 王喜军, 等. 基于代谢组学的热病证候模型评价方法研究 [J]. 中国药理学通报, 2009, 25(4): 549-551. LIU S M, LU F, WANG X J, et al. Research on evaluation methods of the fever syndrome model based on metabolomics [J]. Chinese pharmacological bulletin, 2009, 25(4): 549-551 (in Chinese with English abstract).
- [63] 刘卫红, 张琪, 颜贤忠, 等. 高脂血症及动脉粥样硬化痰瘀演变的代谢组学研究 [J]. 中医杂志, 2008, 49(8): 738-741. LIU W

H, ZHANG Q, YAN X Z, et al. Metabonomics study on phlegm and blood stasis evolution of hyperlipidemia and atherosclerosis

[J]. Journal of traditional Chinese medicine, 2008, 49(8): 738-741 (in Chinese with English abstract).

Environment correlative dietology : concept, connotation and methods of studying

LI Bin

*Key Laboratory of Environment Correlative Dietology, Ministry of Education/
College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

Abstract Both food and environment are important factors that affect human health. The mainstream western nutrition and dietetics focus on the study of the impact of environmental geography, climate conditions or dietary patterns on human health, while ignoring the coupling relationship between the health function of traditional food and its origin, environment and human health. This article firstly comprehensively summarized the progress on environmental geography, dietary patterns and human health, and defined the research scope of environment correlative dietology. "Environment correlative dietology" can be roughly defined as a systematic science that adopts modern scientific methods to study the relationship and mechanism of eating and health in a specific environment based on the oriental people's concept "nature-mankind correspondence" and the particularity of their physique. Then, the relationship between food and environment coupling to health by taking cold and hot syndromes which distinguishes Chinese from Western because of their physical constitution and dietary habits as an example was systematically discussed. Finally, the modern research methods in environment correlative dietology were introduced. As a new interdisciplinary subject, environment correlative dietology focuses on the study of traditional oriental dietary nutrition on the basis of environment, and the health effects of eating with mixed diet under specific environmental conditions. Relevant research results in this field will provide reference for the development of Chinese traditional food including environmental geographic food and seasonal food.

Keywords environment correlative dietology; dietary patterns; character and taste of food; coupling; health; nutrigenomics; proteomics; metabonomics

(责任编辑:赵琳琳)