

营养健康新观察

No.65

二〇二三年七月

July 2023

NUTRITION NEWSLETTER

达能营养中心通讯

可持续食物系统

专题



达能营养中心
致力营养与健康

营养健康新观察

主办单位：达能营养中心

名誉编辑：王 宇

主 编：陈君石 副主编：梁晓峰 杨月欣

委 员（按姓氏笔画顺序）：

丁钢强 马冠生 马爱国 孙建琴
田向阳 汪之瑛 苏宜香 杨晓光
张国雄 张立实 易国勤 程义勇
蔡 威

本期责任编辑：马冠生 徐海泉 张国雄 高 鹏

责任校对：许 妍



达能营养中心
致力营养与健康

Nutrition Newsletter

Sponsorship: Danone Institute China

Honorary Chief Editor: Wang Yu

Chief Editor: Chen Junshi

Associate Editor: Liang Xiaofeng, Yang Yuexin

Committeeman:

Ding Gangqiang, Ma Guansheng, Ma Aiguo, Sun Jianqin
Tian Xiangyang, Wang Zhixu, Su Yixiang, Yang Xiaoguang
Zhang Guoxiong, Zhang Lishi, Yi Guoqin, Cheng Yiyong
Cai Wei

Executive Editor: Ma Guansheng, Xu Haiquan,

Zhang Guoxiong, Gao Peng

Executive Proofreader: Xu Yan



目次 CONTENT

编者寄语

推动可持续食物系统转型，实现营养健康膳食

达能营养中心工作简讯

2019年“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金”介绍（2）

学术报告厅

我国食物系统如何转型

营养导向型农业国内外政策规划与启示

生物营养强化发展现状与未来前景

我国农产品营养标准体系现状与发展建议

我国膳食模式为什么还要以谷类为主？

达能焦点论坛

植物基食品产业发展现状与趋势

营造健康食物环境 促进儿童健康成长

最新情报站

食物采购行为、身体质量指数和膳食状况与地区发展水平的关系

03 Speech from Editor

03 Developing Sustainable Food System for Nutritious and Healthy Diets

05 News from Danone Institute China

05 On-going Project Introduction of “Danone Institute China Diet Nutrition Research & Communication Grant” in 2019 (2)

09 Science Reports

09 How Can China's Food System be Transformed

13 Research and Revelation on International Policy and Planning of Nutrition-Sensitive Agriculture

20 The Development of Biofortification in China and Foreign Countries

24 Review and Suggestion for Nutrition Standard of Agricultural Products in China

33 Why Is Dietary Pattern Still Cereal-based in China?

37 Danone Focusing Forum

37 Development Status and Trend of Plant-based Food Industry

44 Developing the Health Supported Social Environment for Childhood Obesity Prevention and Control

49 New Development in Nutrition

49 Food Acquisition Practices, Body Mass Index, and Dietary Outcomes by Level of Rurality

COVID-19 大流行期间的消费行为：基于食物系统韧性的美国家庭食物购买和管理行为分析

“过度加工食品”能够超越传统的分类系统而为膳食指南提供参考吗？是的

大规模膳食随访数据揭示了食物环境与膳食之间存在不同联系

海洋食品在全球食物系统中的重要作用

中国食物系统向减重和绿色发展方向转变的三重效益

以消费者为核心的食物系统分析：探索加纳农村膳食改善的干预措施

集中式和分布式食品系统的韧性评估

出版物

《食品系统转型的科学与创新》

征订表

50 Consumer Behavior During the COVID-19 Pandemic: An Analysis of Food Purchasing and Management Behaviors in U.S. Households Through the Lens of Food System Resilience

51 Does the Concept of “Ultra-processed Foods” Help Inform Dietary Guidelines, Beyond Conventional Classification Systems? YES

52 Large-scale Diet Tracking Data Reveal Disparate Associations Between Food Environment and Diet

53 The Vital Roles of Blue Foods in the Global Food System

54 The Triple Benefits of Slimming and Greening the Chinese Food System

54 Putting Consumers First in Food Systems Analysis: Identifying Interventions to Improve Diets in Rural Ghana

55 Resilience Assessment of Centralized and Distributed Food Systems

57 Publication

57 《Science and Innovations for Food Systems Transformation》

59 Subscription



编者寄语

Speech from Editor

推动可持续食物系统转型， 实现营养健康膳食

Developing Sustainable Food System for Nutritious and Healthy Diets

改革开放以来，伴随我国社会经济的不断发展和农业科技水平的不断提升，我国食物生产供给能力也有了大幅提升。食物供给来源更加多元、种类更加丰富，居民营养状况也得到了显著改善。伴随食物供给越发充裕的同时，食物过度加工、损耗浪费及不合理消费等问题也日渐凸显，食物系统正面临资源、环境与健康融合发展的巨大挑战。为更好的满足居民膳食营养需求与环境可持续发展，迫切需要进行食物系统的转型与变革。

食物系统转型对于实现粮食安全和膳食营养至关重要。因此，为更好地应对人口增长、气候变化、资源短缺、营养健康等问题挑战，促进可持续食物系统的发展刻不容缓。可持续食物系统是一种既可为所有人提供合理膳食营养需求，同时又能兼顾环境保护的食物系统。2015年联合国通过的可持续发展目标呼吁对农业和食物系统进行变革，以期在2030年实现消除饥饿。2021年联合国粮食系统峰会，提出要推动对食品生产、加工和消费方式的转变，从而更有利于联合国

17个可持续发展目标的实现。我们需要重塑全球食物系统，使其更具生产力，更具包容性，更具环境发展可持续性，并能够为所有人提供营养健康的饮食。

实现食物系统的可持续转型，需要各利益相关方强化共识、共同推动并联手行动。食物系统涵盖了食物生产、加工、流通、消费等多个领域。农业生产方面，我们需要推动营养导向型农业的发展，加强营养强化作物育种，推广营养强化作物种植及动物养殖；食品加工方面，我们需要改进食品加工方式，倡导推行可最大程度保留营养素的适度加工，加强对生产及运输过程中的减损处理；面向消费人群，我们应该倡导减少浪费和更加环保的健康餐饮消费方式等。

本期《营养健康新观察》将围绕“可持续食物系统”这一主题进行，内容涉及我国食物系统转型发展、营养导向型农业发展、生物营养强化、农产品营养标准体系建设、植物基食品发展以及食物环境与健康等。希望这些文章的刊出，能够引起大家对我国未来食物系统可持续发展转型的关注。



马冠生 教授
北京大学公共卫生学院
国家食物与营养咨询委员会委员
达能营养中心科学委员会委员



徐海泉 研究员
农业农村部食物与营养发展研究所
2021 联合国粮食系统峰会轨道 1 倡议起草
小组中国专家代表
《中国食物与营养发展纲要 2023-2030 年》
编写组秘书

2019 年“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金”介绍 (2)

On-going Project Introduction of “Danone Institute China Diet Nutrition Research & Communication Grant” in 2019 (2)

孕期及产褥期水合状态及膳食结构与泌乳量相关性研究

Study on the Association Among Hydration State, Dietary Structure During Pregnancy and Puerperal Period and the Amount of Human Milks

申请人姓名：张 娜

申请人单位：北京大学医学部

资助金额：20 万元人民币

问题现状：我国 0-6 月龄婴儿纯母乳喂养率较低，影响着婴儿的生长发育，提高乳汁分泌量和母乳喂养率势在必行，有必要开展相关研究。合理膳食和充足的水分摄入对于维护生命和正常生理功能至关重要。孕期和产褥期女性正处于特殊的生理时期，孕期和产褥期女性膳食营养素和水分的摄入不仅影响自身健康，还与乳汁分泌密切相关，从而影响婴儿生长发育。国外关于乳母膳食摄入和水摄入量及其与泌乳量关系的研究仅有零星报道，而国内几无报道。

研究目的：调查我国孕期及产褥期女性饮水量、水合状态，调查我国产褥期女性泌乳量，为孕期和产褥期女性适宜水摄入量的制定提供科学依据；分析孕期和产褥期的膳食情况、饮水量、水合状态与泌乳量之间的关系。

研究方法和技术路线：本研究拟在河北某地区和海南招募符合纳排标准的 200 名妊娠早期女性，采用问卷调查收集

其关于膳食、饮水、排尿相关知识及基线情况，分别在妊娠早期（13-14 周）、妊娠中期（20-22 周）、妊娠晚期（30-32 周）、产褥期（产后 28-42 天）测定相关指标和结局。在妊娠早期（13-14 周）期间内，采用连续 7 天 24h 饮水记录法收集其每日饮水量；采用半定量膳食频率调查法分析其食物来源营养素摄入情况和水分摄入情况；检测晨尿的尿液渗透压、尿比重和血液渗透压等指标来评估水合状态；并进行身高、体重、体成分等体格测量；调查其睡眠、身体活动、心理、用药等情况。妊娠中期（20-22 周）和妊娠晚期（30-32 周）采集的指标类似。生产后 1 天内，记录其乳汁分泌时间、分泌量和婴儿出生体重。产后 42 天，测量母亲体重、填写《喂养基本情况记录表》调查其乳汁分泌情况、在婴儿喂养前后各称量体重变化，评估乳汁分泌量，并测量母亲和婴儿的体重。

预期结果：了解膳食情况、饮水量、水合状态与泌乳量之间的关系；将为促进母乳喂养，制定我国孕期和产褥期人群水适宜摄入量 and 膳食营养素参考摄入量提供科学基础，为指导乳母合理膳食、科学饮水、开展健康宣教提供理论依据。



贫困农村幼儿园儿童营养改善多维干预经济学评价研究

Economic Evaluation of Kindergarten-based Multidimensional Nutrition Intervention among Preschool Children in Poor Rural Area

申请人姓名：徐海泉

申请人单位：农业农村部食物与营养发展研究所

资助金额：20 万元人民币

膳食营养是一个国家或地区居民健康、人力资源和社会经济发展的物质基础。近年来，我国针对贫困地区儿童营养缺乏问题虽有多项政策出台，但 3-5 岁幼儿园儿童群体仍是目前儿童营养改善政策覆盖实施的盲区。科学有效的经济学评价研究，是筛选干预措施的重要参考，可为相关政策的制定和实施提供决策依据。目前国内针对贫困农村 3-5 岁儿童营养改善干预评价研究较少，且多为单一维度干预，而针对此类干预的经济学评价研究更是缺乏。联合国粮食计划署于 2018 年在我国部分贫困农村地区启动实施幼儿园儿童营养改善项目，突破以往仅营养供给或营养认知单一干预模式，而

开展基于营养供给、营养认知及营养加工等多个维度交互进行的多维干预模式，面向试点幼儿园及儿童实施膳食补助（4 元/生·日）、食育以及食堂设施建设等分别针对营养供给、营养认知以及营养加工的多维干预。本研究将在项目实施敏感区域内抽取 50% 的项目试点全日制幼儿园 13 所（干预组 637 人）和非试点全日制幼儿园 13 所（对照组 697 人），共 26 所幼儿园，基于前期所开展 2 年期干预效果评估基础上，进一步收集和分析干预成本，深入开展幼儿园儿童营养改善多维干预的经济学评价研究。基于 2 年干预队列数据，构建远期效益预测模型，预测儿童早期干预对全生命周期健康效用及效益产出，开展成本-效用及成本-效益分析，并最终提出针对我国贫困农村地区幼儿园儿童营养改善干预策略。通过本研究的实施可为我国贫困农村地区 3-5 岁幼儿园儿童营养改善策略及相关政策的制定和实施提供参考依据。

广场舞和抗阻运动联合乳清蛋白对中国老年女性肌少症干预效果的随机对照研究

Effect of Public Square Dancing and Resistance Exercise Training Combined with Whey Protein on Chinese Elderly Women with Sarcopenia: A Randomized Control Trail

申请人姓名：荣 爽

申请人单位：武汉科技大学

资助金额：20 万元人民币

肌少症（sarcopenia）是一种与年龄增加有关的肌肉质量减少和功能衰退的老年综合征，会严重影响老年人的生活质量，给家庭、社会带来沉重的照护和经济负担，寻找有效的防治措施刻不容缓。抗阻运动和蛋白补充被推荐为肌少症一线的治疗方法，抗阻运动对增肌效果明显，但也存在不易坚持的缺点。广场舞作为目前中国老年女性中最流行的一种运动，具有趣味性强、易坚持、增加社交机会等优势，但其用于改善肌少症的研究未见报道。广场舞对老年女性肌少症症状和生活

质量是否有改善作用？是否能作为预防肌少症的良好选择？需要研究来证实。优质蛋白质是构成肌肉蛋白质合成的物质基础，也是促进肌肉蛋白质合成、降低肌肉蛋白质分解的调节因子。其中，乳清蛋白是预防控制肌肉衰减综合征最有效的优质蛋白质。本次研究拟采用随机对照试验设计探讨广场舞对肌少症老年女性瘦体重、体成分、肌肉力量和功能等的改善效果是否不亚于抗阻训练，探讨广场舞在中国老年女性肌少症人群干预方面的综合效果；并探索两种不同运动方式联合乳清蛋白营养干预的对老年女性肌少症的效果，为有运动习惯的老年人提供营养补充的建议。研究结果不仅为找到本土化的肌少症运动干预方式提供政策建议，也从运动和蛋白质补充两个角度共同预防老年女性肌少症提供理论依据。

番茄红素补充对非酒精性脂肪肝铁过载的干预效果及机制研究

Effect and Mechanism of Lycopene Supplementation on Iron Overload in Nonalcoholic Fatty Liver Disease

申请人姓名：孙永叶

申请人单位：青岛大学公共卫生学院

资助金额：19.5 万元人民币

目前，非酒精性脂肪肝的发病率越来越高，而其临床治疗方法效果有限，至今尚缺乏有效的药物，且多数药物有毒副作用。许多研究表明非酒精性脂肪肝患者普遍存在铁代谢紊乱，这可能是疾病的一种“并发症”，并作为促使病情加重的原因之一。对于 NAFLD 等容易出现铁代谢紊乱的慢性疾病患者，提供适宜的铁推荐摄入量，并选择合适的天然化合物进行干预，将为 NAFLD 的预防和治疗提供新的思路。近年来，一些天然的食物成分如类胡萝卜素、类黄酮等，在改善 NAFLD 方面的研究日益引起关注。番茄红素是一种类胡萝卜素，不具有维生素 A 的生物活性，但有重要的抗炎、抗氧化

作用。我们前期动物实验发现，NAFLD 模型大鼠存在明显的铁过载现象，而每天补充 60mg/kg 的番茄红素能够改善高脂高果糖诱导的 NAFLD 大鼠胰岛素抵抗，降低甘油三酯、空腹血糖和 ALT 水平，总胆固醇和 IL-6 水平有一定的降低趋势（但 p 值 >0.05 ）。因此，本研究拟在前期动物实验结果的基础上，继续通过流行病学调查，选取 NAFLD 患者，检测其体内血清铁、铁蛋白、血红蛋白、可溶性转铁蛋白受体、血清 hepcidin、IL-6、TNF- α 等指标，并与健康对照组比较，分析 NAFLD 患者铁代谢状况及其影响因素。然后，给予 NAFLD 患者不同剂量番茄红素进行干预，观察上述指标的变化，以期寻找能较好反映 NAFLD 病情进展或药物治疗效果的生物学指标，并探寻番茄红素对 NAFLD 患者铁过载的改善作用及可能机制，为开发植物化学物防治 NAFLD 提供一定的理论基础。

SARC-F 量表在我国社区老年肌少症筛查中的应用及 β -羟基- β 甲基丁酸干预效果评价

The Application of SARC-F Scale in Screening of Sarcopenia in Chinese Community Elderly and the Evaluation of Intervention Effect of β -hydroxy- β -methyl Butyrate

申请人姓名：贾 红

申请人单位：西南医科大学

资助金额：19.88 万元人民币

肌少症是一种渐进性和广泛性的骨骼肌容积丢失、力量下降伴随躯体失能、生活质量下降和死亡等不良事件风险增加的综合征。当前全世界肌少症的发生率已超 5 千万人次，预计未来 40 年将有可能对 2 亿人的生活造成影响。因此，早期筛查患者并进行干预，对于改善老年人的生活质量、降低并发症具有重要意义。

肌少症的诊断主要是通过肌肉质量、肌肉力量和肌肉功能的测定。国际共识中的相关指标的检测耗时耗力且费用较高，

不宜于社区人群肌少症的筛查。SARC-F 量表是由 Malmstrom 等人研发的用于快速筛查老年人肌少症的工具量表。该量表仅包含 5 项与老年人功能状态密切相关的问题，不依赖于各种临界阈值，无需繁琐的仪器测量，适合用于社区老年人肌少症的筛查，在国外已广泛应用，但目前尚缺乏在国内应用的循证医学证据。

肌少症的干预主要是通过营养补充与运动训练，营养补充包括乳清蛋白和维生素 D 等。近年来国外研究发现 β -羟基- β 甲基丁酸 (β -hydroxy- β -methyl butyrate, HMB) 对年龄相关的肌少症及其合并症引起的肌肉质量和 (或) 肌力下降均有较好的治疗效果，辅以抗阻运动可以增加其疗效。但现有关于 HMB 研究的证据绝大部分来自欧美人群或相对健康的



人群，针对我国老年肌少症患者，HMB 的作用如何尚有待于研究。

本研究拟以 65 岁及以上老年人作为研究对象，应用 SARC-F 量表进行肌少症的筛查，并与亚洲肌少症工作组推荐的诊

断标准进行比较，评估 SARC-F 量表用于我国社区老年人肌少症筛查的准确性和可靠性，并对确诊的老年肌少症患者进行 HMB 营养补充剂的干预，测定干预后肌肉质量、力量及功能的变化情况，评价 HMB 对于老年肌少症患者的干预效果。

我国食物系统如何转型

How Can China's Food System be Transformed

侯明慧¹ 徐海泉¹ 孙君茂¹ 马冠生²

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 北京大学公共卫生学院, 北京 100191

摘要: 食物系统转型对于保障粮食安全和营养健康至关重要。在当前经济萎靡、地区冲突、气候变化、资源短缺、生物多样性减少、疫病频发等多重因素的强烈冲击下, 食物系统正面临诸多问题和挑战。为实现高效低碳、营养健康、更具韧性、可持续性和包容性的理想食物系统, 迫切需要采取措施促进其向营养健康、可持续的方向转型。本文将主要阐述食物系统的概念、中国食物系统的发展历程、中国食物系统面临的挑战以及食物系统转型的对策建议, 以期为后续研究提供一定的参考意义。

关键词: 食物系统; 转型; 可持续性; 营养; 粮食安全

Abstract: The transformation of food systems is essential for food security and nutritional health. Under the strong impact of multiple factors such as economic depression, regional conflicts, climate change, resource shortage, biodiversity reduction and disease occurrence, food systems are facing many problems and challenges. To achieve ideal food systems that are effective low-carbon, nutrition and health, more resilient, sustainable and inclusive, there is an urgent need to take steps to promote a nutritious, healthy and sustainable transformation. This paper will mainly elaborate the concept of food systems, the development process of Chinese food system, the challenges faced by Chinese food system and the countermeasures and suggestions for the transformation of food system, in order to provide certain reference significance for the subsequent research.

Keywords: Food systems; Transformation; Sustainability; Nutrition; Food security

项目基金: 中国农业科学院科技创新工程项目 (ASTIP2023A-1)。

作者简介: 侯明慧 (1992-), 女, 博士, 研究方向: 食物消费与营养。

通讯作者: 徐海泉 (1983-), 男, 研究员, 博士, 研究方向: 营养经济与政策;

马冠生 (1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向: 营养与健康、食物营养政策。

一、食物系统的概念演变

从“农业综合体 (Agribusiness)”到“食物链 (Food chain)”再到“食物系统 (Food system)”, 食物系统的内涵和外延不断扩大。食物系统理论起源于欧美的“农业综合体 (Agribusiness)”概念和“食物链 (Food chain)”理论 (Trelogan et al., 1957)。在此基础上, Marion (1985) 正式提出食物系统这一概念, 并将其定义为农业与下游经济主体之间各种关系的总和。Traill (1989) 进一步拓宽了食物系统的内涵, 将参与食物生产、加工流通以及为其提供原料和设备的组织和个人都纳入食物系统之中, 并强调了技术要素在食物系统中的作用。技术创新是促进食物系统演化的重要因素, 生产、加工和流通等技术不断重塑食物系统。Tagtow et al. (2011) 提出食物系统由生产、加工、流通、消费和废弃物处理等 5 个子系统构成, 并涉及到多个复杂的利益主体, 各子系统之间相互作用, 对经济、环境和健康产生影响。因此, 食物系统的概念也变得越来越复杂, 联合国粮农组织将其定义为整个食物链中食物生产、加工、流通、制备和消费环节的内涵和活动, 以及这些活动的产出, 包括健康、经济 and 环境的结局 (FAO, 2018)。由此可见, 食物系统概念的拓展和细化为提升食物系统的可持续性提出了更高的要求和挑战。

伴随发展环境的复杂变化, 食物系统面临着越来越多的挑战, 迫切需要向可持续食物系统转型。食物系统转型对于实现粮食安全和营养保障至关重要 (FAO, 2020)。因此, 为更好地应对人口增长、气候变化、资源短缺、营养健康等问题挑战, 促进可持续食物系统的发展刻不容缓。可持续食

物系统 (Sustainable food system) 是一种可为所有人提供充足营养保障的食物系统, 其方式是不损害为子孙后代提供满足基本营养需求的食物基础, 并具有经济、社会和环境的可持续性 (FAO, 2018)。2015 年联合国通过的可持续发展目标呼吁对农业和食物系统进行变革, 以期在 2030 年消除饥饿, 提升粮食安全和营养保障能力。为实现可持续发展目标, 需要重塑全球食物系统, 使其更具生产力, 更包容低收入及重点人群, 更具环境可持续性和弹性, 并能够为所有人提供营养健康的饮食。为实现全球食物系统向可持续化转型, 需要提高各利益相关方的认识, 并在全球范围内共同努力, 采取相互关联的行动。

二、中国食物系统的发展历程

改革开放以来, 中国食物系统发生了较大变化也取得了巨大成就。中国作为世界上最大的发展中国家, 仅用占世界 9% 的耕地和 6% 的淡水资源, 养活了占世界 18% 的人口, 总结中国食物系统的发展历程及其经验对促进全球食物系统转型和治理具有重要意义 (樊胜根, 2020)。如前所述, 食物系统是由生产、加工、流通、消费和废弃物处理五个子系统组成的“开放的复杂巨系统” (郭华和王灵恩, 2018; 周应恒等, 2022)。下面将从食物系统的五个子系统的发展历程展开论述。

第一, 就生产子系统而言, 随着农业经营体制的不断演变, 我国农业经营主体、经营规模、农业生产技术效率等各个方面也随之发生了巨大变化, 粮食生产能力显著提高 (张红宇, 2020)。具体而言, 农业经营体制经历了从生产责任制到双层经营体制再到经营体系的演变 (叶兴庆, 2018), 在这一过程中, 农业生产经营主体则由改革初期的小农经营转变为现阶段的多类型经营主体并存的局面 (钟真, 2018)。农场经营规模从小农经营逐步向多种形式的适度规模经营发展 (何秀荣, 2016), 专业化规模经营使得生产效率大幅度提升, 从而有效促进了粮食产量的提升 (方鸿, 2010; 王建英等, 2015)。《中国粮食系统可持续发展路径报告》中曾提到, 2020 年, 我国粮食总产量近 6.7 亿吨, 人均粮食产量达 474 公斤, 超过世界平均水平。由此可见, 农业生产体制的完善和生产效率的提升是保障食物系统供给充足的先决条件。

第二, 从加工子系统来看, 随着改革开放政策的实施与市场经济的建立和发展, 我国农产品加工业取得了较大的进步和成就 (佟玲和李成华, 2005; 高艳蕾, 2020)。具体而言, 我国农产品加工业的发展可分为三个阶段, 一是改革开放之前, 我国农产品加工体系不完善, 以传统的小作坊式加

工为主, 处于缓慢发展的阶段。二是改革开放至二十世纪末, 我国农产品加工业进入持续快速发展的阶段, 规模不断扩大, 产值逐步提高, 总量持续增加, 但受限于技术水平较低和设备落后的问题, 在国际竞争中仍不占优势 (辛翔飞等, 2012)。三是二十一世纪以来, 农产品产量稳定, 各领域加工体系和设备不断完善, 为满足多样化的消费需求, 我国农产品加工业进入数量与质量并重发展的阶段。综合而言, 农产品加工业的快速发展为我国食物供应体系的不断完善奠定了基础。

第三, 从流通子系统来看, 改革开放以来, 我国农产品流通体系建设不断完善, 流通主体和流通渠道日趋多样化 (原瑞玲和翟雪玲, 2022)。随着经济体制改革的深化, 我国逐渐形成了包含田间市场、批发市场、零售市场、农产品电商、期货市场等多个层次的市场体系。在现代物流快速发展的背景下, 农产品批发市场不断突破地域限制, 集团化发展趋势明显。据全国城市农贸中心联合会统计, 我国现有农产品批发市场 4.4 万家, 其中农贸市场、菜市场 and 集贸市场近 4 万家。此外, 据国家统计局数据显示, 2015–2020 年, 全国亿元以上农产品批发市场交易总额从 2.4 亿元增长到 2.9 亿元。由此可见, 农产品市场基本实现全覆盖, 逐步建立起了以批发市场为中心、集贸市场为基础、大中型商超和电子商务为补充, 仓储设备完善、衔接产销、运行快捷的农产品市场流通网络和流通体系。流通作为连接生产和消费的关键环节, 对推动食物系统的可持续性发挥着重要作用。

第四, 从消费子系统来看, 随着我国经济和人们生活水平的提升, 居民食物消费结构不断升级, 食物消费种类趋于多元化 (高晶和唐增, 2018; 王灵恩等, 2018)。我国居民食物消费结构的演变大致经历了以下三个阶段: 第一阶段是改革开放之前, 食物消费结构较为单一, 进而导致营养不良问题普遍存在。居民食物消费以谷物为主, 蔬菜、水果、肉蛋奶等其他食物的消费严重不足, 合计消费量仍低于 100kg。第二阶段是改革开放至二十世纪末, 食物消费结构日益丰富, 居民营养状况逐步改善。伴随食物生产能力的提升, 食物消费种类逐渐增多, 谷物消费量略有增加的同时, 蔬菜、水果、鱼虾水产品 and 肉蛋奶的消费量也不断增加。第三阶段是二十一世纪以来, 居民食物消费结构进一步优化升级, 营养不良、营养过剩及微量营养素缺乏三重负担并存。随着畜禽产品消费的增加, 居民谷物消费出现下降。与此同时, 蔬菜、水果、坚果、肉蛋奶和水产品的消费大幅增加, 营养供给能力显著增强 (马云倩等, 2016)。总体而言, 我国居民食物消费结构的优化升级充分体现了食物系统的发展和进步。

第五，就废弃物处理子系统而言，伴随我国食物生产、加工、消费等环节食物废弃物的增多，食物废弃物处理方式逐渐向减量化和资源化利用的方向转变（周应恒，2022；崔潇和王永生，2022）。新中国成立初期，我国的废弃物处理体系不够完善，废弃物处理效率低，污染较为严重。从2000年开始，为了解决废弃物带来的环境污染问题，我国政府出台了一系列政策和法规，加强了对农业生产废弃物、加工类废弃物和厨余等生活垃圾的治理。我国废弃物资源化利用政策大致可划分为利用方式探索、关键技术研制和绿色循环发展三个阶段。在利用方式探索阶段，废弃物资源化利用方式不断深化，经历了从单一的无害化处理向多元化利用，再到因地制宜的差异化利用的转变。在关键技术研制阶段，逐步推广秸秆肥料化利用，推进畜禽生态养殖技术，提倡对废弃物的就地处理和多元化利用。在绿色循环发展阶段，不断深化农业循环经济发展，推进种植、养殖、加工、消费等循环链接，鼓励一二三产业融合发展，推动实现减污降碳协同效应。因此，废弃物处理系统的演变和完善为推动食物系统的可持续发展做出了重要贡献。

综合而言，各子系统与食物系统的可持续发展息息相关，都经历了不同程度的发展和变化，并取得了长足进步，为保障粮食安全和营养充足夯实了坚实的基础。然而，随着社会经济的持续发展以及国内外环境的不断变化，食物系统仍然面临着许多新的问题和挑战，迫使食物系统加快向可持续方向转型。

三、中国食物系统面临的挑战

1. 农业生产增速放缓，食物生产消费结构不均衡。受资源环境的约束，农业缺水严重，化肥农药投入过高使得土壤肥力下降，人均耕地较少且耕地质量不高，粮食持续增产面临巨大压力（Gong, 2018；Sheng et al., 2020）。随着人口的持续增加，我国粮食消费总量呈刚性增长的态势，蔬菜、水果、蛋奶和水产品的消费仍未达到《中国食物与营养发展纲要（2014-2020年）》的目标水平。优质蛋白和多种优质农产品供不应求，食物生产和加工的标准不能全面满足居民的食物营养需求。

2. 膳食结构不合理，导致营养相关慢性疾病高发。近年来，尽管我国居民的营养健康状况有所改善，但仍面临因膳食结构不合理所导致的营养不良、超重肥胖及微量营养素缺乏等三重负担。Yang et al. (2010) 发现城乡居民对维生素A、铁、锌和钙等微量营养素的摄入不足。此外，《中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）》显示，我国6岁以下和

6-17岁的儿童超重肥胖率分别超过10%和20%，而18岁以上居民的超重肥胖率已经超过50%。与此同时，由饮食相关疾病所产生的医疗经济成本不断增加，如不采取有效措施，将带来更大的经济负担。

3. 食物损、耗浪费现象严重，为食物数量安全带来巨大威胁。食物浪费不仅加剧了资源和环境问题，还与国家粮食安全息息相关（张宗利和徐志刚，2022）。随着经济的发展，我国食物浪费现象越来越普遍，尤其是消费端的食物浪费占整个食物损失和浪费的比重最大。中国城市餐饮食物浪费报告显示，我国居民每年的餐饮食物浪费量约为1700-1800万吨，基本能够满足3000-5000万人一年的口粮消费（成升魁等，2018）。因此，在人口增长和资源短缺的背景下，为促进食物系统的可持续发展，应加大对减少食物损耗及浪费的关注。

4. 资源环境压力加剧，极端天气等气候变化导致的灾害不断增加。食物生产和消费结构的变化对我国耕地资源、水资源消耗和生态环境保护带来了极大的挑战，进一步加剧了水土资源短缺和质量恶化的问题（Song et al., 2015；张翠玲等，2021）。化肥农药不合理施用和工业污染等导致全国耕地面临酸化、板结养分失衡等退化风险。此外，近年来我国频繁遭受干旱和暴雨等极端天气，给农业生产带来巨大损失，且随着气候变化的加剧，未来我国遭受极端天气和自然灾害的风险也将不断增加。因此，为有效应对这些现实问题，应加快我国食物系统的转型。

四、中国食物系统转型的对策建议

1. 建立营养导向型农业生产体系，保障居民膳食营养需求。加强科学指导以营养引导居民食物消费，进而引导食物生产结构调整，促进食物生产与消费的协调发展。将生产模式逐渐由“种什么、吃什么”向“吃什么、种什么”的方向转变，把营养需求和消费需求同农业生产紧密结合。加大对营养强化型农产品的研发和推广，鼓励和引导居民增加对全谷物、杂粮、蔬菜和水果等健康食物消费的消费，减少对高脂、高糖和高盐类食物的消费。同时探索促进食物生产与消费协同发展的有效途径，减少生产、加工和消费环节的损耗浪费和环境污染问题，促进“营养—食物—环境”的耦合。

2. 推进农业绿色可持续发展，构建资源节约型和环境友好型的生产消费模式。以农业绿色发展指数为考核依据，加大农业生态环境监督力度。建立和完善绿色农业的科技创新和推广体系，形成农业绿色发展道路，加强农业面污染防治，缓解资源和环境压力。提高对绿色农业的资金支持政策，鼓

励绿色农产品品牌的建设,对绿色农产品给予适当的政府补贴。培养消费者绿色低碳的消费理念,加大绿色环保理念的宣传和推广,加深消费者的绿色意识,从而提高消费者对绿色农产品的认知和溢价能力。

3. 倡导适度加工,减少营养素流失。为减少食物损失和营养成分流失,要避免食品过度加工,加快完善食品加工标准体系,规定加工精度范围,引导加工企业严格把控食品加工精度,提高产品附加值,保障资源高效利用。加大对加工副产品综合利用技术、高效节能关键技术设备、健康食品和营养食品的研发和应用示范力度,提高加工效率,优化产能结构,最大化保留食物营养成分。加强科普宣传,让消费者认识到食物过度加工的危害,引导人们树立正确的膳食习惯和消费观念,鼓励人们增加全谷物营养健康食品的消费。

4. 制定配套支持性政策,加大对产业发展的支持力度。在农业支持政策改革方面,提高政府和利益相关方对食物系统科学转型的重视,制定国家层面的战略目标。加快对农机合作社等农业服务组织的培育,并不断健全合作社的规范化运行管理机制。提高新时代青年人群参与农业及食物生产的积极性,加强对从业人员的素质培养。在农业科研投入方面,启动多学科交叉促进“食物系统科学转型”的重大研究计划。加大对食物生产、加工、储运及减损等方面的新技术的投资和研发。鼓励全民参与农业研发推广活动,不断提升农业科技创新能力,从而促进食物系统生产力提升。

5. 构建可持续食物系统的评价指标体系,科学化评估食物系统转型程度。为更好地评估可持续食物系统的有效性,未来应从保障粮食安全、促进营养健康、强调绿色低碳、提高韧性、扩大包容性五个层面考虑,构建中国可持续食物系统的评价指标体系。提出具体的量化指标,制定每个指标权重的确定方法和测量标准,全面科学地量化食物系统的转型效果。为进一步完善和优化食物系统,推动中国食物系统向高产高效、营养健康、环境可持续、更具韧性、更具包容性的目标转型,提供可靠的衡量标准。

参考文献:

[1] Food and Agriculture Organization. The State of Food Security and Nutrition in the World 2020.

[2] Food and Agriculture Organization. Sustainable Food Systems: Concept and Framework, 2018.

[3] Gong, B. Agricultural Reforms and Production in China: Changes in Provincial Production Function and Productivity in 1978–2015. *Journal of Development Economics*,

2018, 132: 18–31.

[4] Marion, B. W. The organization and performance of the US food system [M]. DC Heath and Company, 1986.

[5] Sheng, Y., Tian, X., Qiao, W., Peng, C. Measuring Agricultural Total Factor Productivity in China: Pattern and Drivers over the Period of 1978–2016. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2020, 64 (1): 82–103.

[6] Song G, Li M, Semakula H M, et al. Food consumption and waste and the embedded carbon, water and ecological footprints of households in China [J]. *Science of the Total Environment*, 2015, 529: 191–197.

[7] Tagtow, A. M., Roberts, S. Cultivating Resilience: A Food System Blueprint that Advances the Health of Iowans, Farms and Communities. *Symposium*, 2011, 12 (1): 194–253.

[8] Traill B. Prospects for the European Food System [M]. London: Elsevier Applied Science, 1989.

[9] Trelogan H C, Davis J H, Goldberg R A. A concept of agribusiness [J]. *Journal of Marketing*, 1957, 22 (2): 221.

[10] Yang, W., Lu, J., Weng, J., Jia, W., Ji, L., Xiao, J., ... & He, J. Prevalence of diabetes among men and women in China. *New England journal of medicine*, 2010, 362 (12), 1090–1101.

[11] 成升魁, 金忠浩, 刘刚. 中国城市餐饮食物浪费报告. 世界自然基金会联合中国科学院地理科学与资源研究所, 2018.

[12] 崔潇, 王永生. 乡村产业发展中的废弃物类型及资源化利用模式 [J/OL]. *农业资源与环境学报*: 1–10 [2022–09–29].

[13] 樊胜根. 从国际视野看中国农业经济研究. *农业经济问题*, 2020 (10): 4–8.

[14] 方鸿. 中国农业生产技术效率研究: 基于省级层面的测度、发现与解释 [J]. *农业技术经济*, 2010, No. 177 (01): 34–41.

[15] 高晶, 唐增. 基于食物当量的中国居民食物消费变化 [J]. *中国食物与营养*, 2018, 24 (02): 63–67.

[16] 高艳蕾. 中美农产品加工技术比较分析 [D]. 中国农业科学院, 2020.

[17] 郭华, 王灵恩. 国外食物系统研究综述及借鉴

[J]. 自然资源学报, 2018, 33 (06): 992-1002.

[18] 何秀荣. 关于我国农业经营规模的思考 [J]. 农业经济问题, 2016, 37 (09): 4-15.

[19] 马云倩, 徐海泉, 郭燕枝. 中国居民食物消费结构变化及未来发展政策建议 [J]. 中国食物与营养, 2016, 22 (11): 46-50.

[20] 佟玲, 李成华. 我国农产品加工业的现状与发展趋势 [J]. 农机化研究, 2005 (05): 17-21.

[21] 王建英, 陈志钢, 黄祖辉, Thomas Reardon. 转型时期土地生产率与农户经营规模关系再考察 [J]. 管理世界, 2015 (09): 65-81.

[22] 王灵恩, 侯鹏, 刘晓洁, 成升魁. 中国食物可持续消费内涵及其实现路径 [J]. 资源科学, 2018, 40 (08): 1550-1559.

[23] 辛翔飞, 李宇飞, 王济民. 新形势下推进农产品加工科技成果转化的对策思考 [J]. 农业科技管理, 2012, 31 (02): 53-55.

[24] 叶兴庆. 我国农业经营体制的 40 年演变与未来走向 [J]. 农业经济问题, 2018 (06): 8-17.

[25] 原瑞玲, 翟雪玲. 农产品现代流通体系的现状、问题和政策建议 [J]. 农村工作通讯, 2022 (15): 19-21.

[26] 张翠玲, 强文丽, 牛叔文, 等. 基于多目标的中国食物消费结构优化 [J]. 资源科学, 2021, 43 (6): 1140-1152.

[27] 张红宇. 中国农村改革的未来方向 [J]. 农业经济问题, 2020, No. 482 (02): 107-114.

[28] 张宗利, 徐志刚. 中国居民家庭食物浪费的收入弹性、效应解析及模拟分析 [J]. 农业经济问题, 2022 (05): 110-123.

[29] 钟真. 改革开放以来中国新型农业经营主体: 成长、演化与走向. 中国人民大学学报, 2018 (4): 43-55.

[30] 周应恒, 王善高, 严斌剑. 中国食物系统的结构、演化与展望 [J]. 农业经济问题, 2022 (01): 100-113.

营养导向型农业国内外政策规划与启示

Research and Revelation on International Policy and Planning of Nutrition-Sensitive Agriculture

孙君茂¹ 卢士军¹ 江晓波² 吴 鸣³ 黄家章¹

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 中国科学院上海生命科学信息中心, 上海 200031; 3. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190

摘要: 以《“健康中国 2030”规划纲要》、《国民营养计划 (2017—2030 年)》等国内重要政策规划提出为背景, 分析我国开展营养导向型农业研究和实践的重要性。以国际组织、相关国家两个维度, 梳理和分析其在营养导向型农业政策规划与计划方面的内容与特点, 与中国已有的政策与实践结合, 提出发展中国营养导向型农业的政策建议。分析表明, 以联合国粮农组织、国际农业研究与磋商组织为代表的国际组织在营养导向型农业政策与规划中充分体现全球性与系统性; 以欧盟为代表的相关国家也已将地区协同、全球协同作为营养导向型农业发展的主要方向。中国营养导向型农业的发展起步较晚, 在全球一体化背景下, 营养导向型农业中国政策和规划的制定需遵从国际准则并充分考虑地区乃至全球

影响力的发挥; 中国营养导向型农业的发展需在国家和社会、理论和实践等不同层面上形成高度统一认识; 中国营养导向型农业的发展需统筹全局力量, 以系统思维开展设计、实施和评估工作。

关键词: 营养; 营养导向型农业; 国际政策规划; 启示

Abstract: Taking the Outline of the Healthy China 2030 Plan, the National Nutrition Plan (2017-2030) and other important domestic policy plans as the background, the importance of carrying out Nutrition-Sensitive Agriculture (NSA) research and practice in China was analyzed. From the two dimensions of international organizations and relevant countries, the content and charac-

teristics of NSA policy planning and programs were sorted out and analyzed, combining with the existing NSA policies and practices in China, the policy suggestions for the development of NSA in China were proposed. The analysis showed that the international organizations represented by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) have fully reflected the globality and systematicness in NSA policy and planning. Relevant countries represented by the European Union (EU) have also taken regional and global coordination as the main direction of NSA development. The development of NSA in China started late, and in the context of globalization, the formulation of China's NSA policies and plans should comply with international standards and fully consider the exertion of regional and even global influence. A highly unified understanding from different levels, from country to society and theory to practice, needs to be formed, and a holistic approach to design, implementation and evaluation is required to develop NSA in China.

Keywords: Nutrition; Nutrition-Sensitive Agriculture; International policy planning; Revelation

当前,全球农业系统正面临着应对不断加剧的营养和膳食困境的巨大挑战。《2017全球营养报告》显示^[1],许多国家面临多形式的营养不良。《2018全球营养报告》进一步表明:在减少营养不良方面已取得了一些进展,但过于缓慢^[2]。在过去几十年中随着中国营养生活方式的快速转型以及老龄化、工业化和城市化的进程,慢性非传染性疾病的患病率和过早死亡率迅速攀升,在我国中西部和边远地区以及部分城市居民中却仍存在着较为严重的营养缺乏问题。作为世界人口第一大国,如何应对营养过剩和缺乏的双重挑战,发展建立适合中国国情和满足国民营养需求的新型农业系统是中国亟需应对的重大挑战。近几年,国家提出的《“健康中国2030”规划纲要》、《国民营养计划(2017—2030年)》等重要战略规划已将营养与健康问题摆到了国家发展高度,提上了国家发展日程,但以满足国民营养需求为重要目标的新型农业系统发展还未真正成为国家战略。在事关14亿人口的食物保障与营养健康问题上,当前亟需开展深入前沿的理论研究,组织实施精准有效的实践探索,为发展营养导向型农业做好充分准备。与此同时,对营养导向型农业的国外发展进行充分调研并加以学习、借鉴和吸收,对中国因地制宜地开展营养导向型农业具有十分重要的意义。为解决全球面临

的营养问题,营养导向型农业的概念于2014年开始逐渐兴起^[3-4],并已成为探究农业、营养与健康之间关系的新兴学科。该学科的发展表明农业与健康、环境、社会和经济因素之间的复杂联系日益明显^[5-6]。营养导向型农业为努力改善营养提供了一个重要的切入点,FAO在《营养导向型农业指标汇编》报告^[7]中描述了营养导向型农业对营养的影响路径,揭示了农业、营养与健康三者之间的关系。营养导向型农业的政策规划在宏观上倡导问题导向的新型农业范式,将营养和健康问题作为最终目标和衡量标准。营养导向型农业政策规划的“系统思考”可以帮助确定整个食物链系统的各重要切入点,以帮助改善营养不良,并更好地理解与食品、营养和环境有关的战略目标间相互协同作用及权衡关系^[8]。诸多国际组织已在营养导向型农业领域开展了大量的理论研究或实践推广,形成了一系列政策规划和指南报告,为营养导向型农业的全球推广提供了理论依据和技术指导,研究和分析这些政策规划及指南报告将有助于国内开展营养导向型农业时更好地遵循国际规范和准则。本文通过梳理国际组织、部分国家营养导向型农业政策规划与发展特点,回顾比较国内营养导向型农业的相关政策,为营养导向型农业成为国家战略提供背景和依据,也为我国营养导向型农业的发展提供政策借鉴和参考。

1 国际组织营养导向型农业政策规划及特点

随着近年来营养导向型农业的逐渐兴起,联合国粮农组织(FAO)、国际农业研究磋商组织(CGIAR)^[9]、营养促增长(Nutrition for Growth, N4G)^[10]峰会等农业相关国际组织相继出台了一系列营养导向型农业相关规划,并在亚非等发展中国家开展广泛实践,旨在提高居民膳食质量解决营养和健康问题。

1.1 FAO的营养导向型农业规划指南及特点

1.1.1 规划指南内容

2017年,FAO发布了一系列关于如何设计、实施、监测和评估营养导向型农业政策规划的综合指南及工具。《营养导向型农业与食物系统实践》^[11]提供了改善营养的干预措施指南,具体介绍了营养导向型农业食物系统5个功能方面共20项干预措施(表1);《关于通过农业和粮食系统改善营养的关键建议》^[12]给出了10项原则及相关的政策建议;《营养导向型农业投资规划》^[13]围绕营养导向型农业项目和投资的10项原则提供具体的项目计划与设计指导;《营养导向型农业指标汇编》^[11]列举了营养导向型农业的各种评价指标,涉及①

农场可用性、食物多样性和安全性；②市场中的食物环境；③收入；④赋予妇女权力；⑤营养知识和规范；⑥自然资源管理实践等多个不同领域。

1.1.2 规划指南特点

FAO 的规划指南主要针对如何最大限度地发挥食物和农业政策、计划和投资对营养的影响，围绕具体措施，从多个角度

指导开展营养导向型农业食物系统的投资、构建和实践操作，帮助专业人员从多个领域全面了解改善营养的系统性方法。FAO 发布的指南报告由多个国家相关合作机构及学术界专业人士协作产生，主要针对从事政策和方案制定的专业人员、政府、捐助机构、非政府组织、民间社团和学术或培训机构，是具有全球普适、普惠性质的营养导向型农业规划指南。

表 1 营养导向型农业和食物系统的主要功能和干预措施

Table 1 Main functions and interventions of Nutrition-Sensitive Agriculture and food system

主要功能 Main Function	干预措施 Intervention
食物生产 Food production	农业生产多样化和可持续集约化 Diversification and sustainable intensification of agricultural production
	营养导向型家畜和渔业 Nutrition-sensitive livestock and fisheries
	粮食和营养生物多样性 Biodiversity for food and nutrition
	生物强化 ¹⁾ Biofortification
食物处理、储存和加工 Food handling, storage, and processing	城市和城郊农业 Urban and peri-urban agriculture
	营养导向型收获后处理, 储存和加工 Nutrition-sensitive post-harvest handling, storage and processing
食物贸易和营销 Food trade and marketing	食物强化 ²⁾ Food fortification
	营养贸易 Trade for nutrition
	食物营销和广告业务 Food marketing and advertising practices
	促进健康膳食的食物价格政策 Food price policies for promoting healthy diets
消费者需求、食物准备和喜好 Consumer demand, food preparation and preferences	食品标签 Food labelling
	营养教育与行为改变沟通 Nutrition education and behaviour change communication
	营养创收 Income generation for nutrition
	营养导向型社会保护 Nutrition-sensitive social protection
	学校食物和营养 School food and nutrition
交叉问题 Cross-cutting issue	营养导向型人道主义粮食援助 Nutrition-sensitive humanitarian food assistance
	营养导向型价值链 Nutrition-sensitive value chains
	赋予妇女权力和两性平等 Women's empowerment and gender equality
	食物损失和浪费; 预防、减少和管理 Food loss and waste; prevention, reduction and management
	食品质量, 安全卫生 Food quality, safety and hygiene

1) 生物强化: 通过选择性育种或基因工程培育农作物从而增加其营养价值; 2) 食物强化: 在食品的工业化加工工程中添加营养成分

1) Bioaugmentation; Increasing the nutritional value of crops through selective breeding or genetic engineering. 2) Food fortification; Adding nutritional components to industrial food processing engineering

1.2 CGIAR 农业促进营养与健康规划 (A4NH)

1.2.1 A4NH 规划内容

由国际农业研究磋商组织 (CGIAR) 主导的农业促进营养与健康规划 (Agriculture for Nutrition and Health, A4NH)^[14] (2017—2022 年) 主要由 5 个重点项目和 3 个交

叉议题组成 (图 1)。重点 1 基于食物系统动力学创新价值链, 动态分析膳食改变情况, 研究特定类型的政策干预措施和商业创新对不同目标人群与食物系统关系的影响以及对环境和经济的效益; 重点 2 研究如何扩大和维持粮食供应, 评估生物强化品种的生存能力、成本效益和影响力, 以及如何

将生物强化纳入公共政策和常规作物育种；重点 3 通过对技术和制度方案的研究，结合国家政策和监管，使公共卫生目标成为国家优先事项，确保贫困群体的食品安全和公平，有效应对食源性疾病；重点 4 关注强化农业生态以及人畜共患

病，应对诸如抗菌素耐药性等全球性挑战；重点 5 通过分析、评估和改善营养导向型农业政策规划，在南亚、东南亚和非洲等地区培育有利于项目开展的政治经济环境，为营养弱势群体提供更好的改善支持。



图 1 A4NH 项目框架

Fig.1 A4NH program structure

1.2.2 A4NH 规划特点

A4NH 规划重点面向非洲、亚洲的广大发展中国家，以农业、营养与健康紧密关联的全新视角，协助发展中国家实现健康、普惠、安全的食物消费。重点关注在特定的国家和环境下，扩大和维持通过农业改善营养和健康的方法。除了对特定国家的政策指导外，A4NH 也重视农业和人类健康方面的科学研究，以应对农业活动和公共卫生中可能发生的新威胁，在高度关注营养不足问题的同时也重视中低收入国家肥胖、超重和食源性疾病问题，以及与动物农业有关的抗菌素耐药性等具体的研究主题。

1.3 营养促增长峰会营养导向型农业规划及特点

1.3.1 规划内容

2013 年 6 月，英国、日本、巴西政府合作牵头的营养促增长峰会首次在伦敦举行，声明合作加强全球营养改善工作。100 个利益相关者承诺对营养特定项目 (Nutrition-Specific Projects) 支持超过 40 亿美元，营养导向项目 (Nutrition-

Sensitive Projects) 支持 190 亿美元。会上成立了营养农业和粮食系统全球小组 (Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition)^[15]，主要致力于解决食品和营养安全方面的全球性挑战。营养农业和粮食系统全球小组于 2016 年 9 月发布《食物系统和膳食：面对 21 世纪的挑战》报告^[16]，旨在帮助决策者使其食物系统更加支持高品质的膳食，明确了决策者在未来 10 年中需要采取的政策措施，特别关注帮助妇女和儿童、减少各种形式的营养不良、重新定位食物系统等。2017 年 11 月在米兰召开的第二次 N4G 会议上提出了“营养增长计划”^[17]，并指出营养投资是任何政府可以采取的最具成本效益的发展行动之一，对于推动全球卫生和经济发展的进展至关重要。

1.3.2 规划特点

营养促增长峰会聚焦全球性的食物和营养问题，通过增加在营养相关方面的投资，抓住营养这个食物系统的核心问题，确保农业和食物系统能够更好地帮助人们减少各种形式

的营养不良。

2 相关国家营养导向型农业主要政策规划及特点

2.1 欧盟营养导向型农业政策内容及特点

2.1.1 欧盟的政策内容

(1) 粮食安全政策框架 2010年，欧盟提出的粮食安全政策框架^[18]确立了粮食安全、营养和可持续农业，将其作为欧盟发展对外合作的关键重点，优先支持在满足国际粮食安全和营养目标方面遇到最大困难的国家。2014年11月，欧盟发布了《欧盟健康膳食与营养学行动计划（2015—2020）》^[19]，要求欧盟成员国和地区积极采取措施，提高健康食品的可获得性，努力提高欧洲人口膳食营养质量，预防疾病同时提升生活质量和健康水平。

(2) 未来健康社会食物规划 2014年，欧洲联合研究中心（JRC）发布了题为《实现未来健康社会的食物研究重点》^[20]的前瞻研究报告。报告根据两个主要驱动力因子，即农产品价格和社会价值观，构建了未来的居民膳食情景。通过分析各情景所面临的挑战和机遇，识别出重点研究需求，分别将其归属于4个专题方向：实现健康膳食的综合政策；食品、营养和健康的交叉影响和新兴风险；实现个性化膳食；建设2050年的食物系统。

(3) 营养行动计划 2014年，欧盟发布“营养行动计划”^[21]，该计划强调有必要与发展伙伴国进行更密切的合作，实现在2025年之前减少全球5岁以下儿童发育迟缓至少10%（700万儿童）的目标。报告中提出了营养导向型干预措施，要求营养目标应明确纳入其他政府部门（如卫生、教育、农业、渔业/水产养殖、水和卫生、社会保护）的工作中，以指导实现改善营养结果。

2.1.2 欧盟的政策特点

欧盟强调应采取营养导向型干预措施，帮助发展中国家解决粮食安全和营养问题；同时，注重研究食物、营养和健康之间的复杂关系，提高欧盟的膳食营养质量，预防疾病并提升生活质量和健康水平。

2.2 部分发达国家营养导向型农业政策及特点

2.2.1 部分发达国家的政策内容

德国联邦粮食和农业部（Federal Ministry of Food and Agriculture, BMEL）正在全面推进落实营养导向型农业和食品系统相关政策规划。基于全球营养和农业基本情况^[22]，BMEL明确提出其《农业食物政策》^[23]的政策目标是消除饥

饿，减少和预防所有形式的营养不良，要以营养和食品安全引导农产品生产供应。此外，BMEL在非洲及亚洲多个国家地区开展合作支持计划^[24]，推广应用先进的理念和技术，从而改善全球的食物安全和营养，目前项目涉及肯尼亚、埃塞俄比亚、马达加斯加、乌干达、坦桑尼亚等多个发展中国家^[25]。据法国农业部指出^[26]，法国人的膳食习惯正在变得越来越关心健康、环境及社会问题，因此农业政策需要根据社会发展和人民需求的改变进行相应调整。法国于2018年11月颁布了新的《农业和食物法》^[27]，旨在保障农民收入；加强农产品的卫生、环境和营养质量；为所有人提供健康、安全和可持续的膳食。同时，法国启动了重大专项“明天的农业和食物”^[28]，旨在鼓励农产品、食物的发展，渔业和水产养殖以及加速有关部门的转型。英国早在2011年就发布了《扩大营养：英国关于营养不良的立场文件》^[29-30]，指出慢性营养不良是由许多因素造成的，任何解决方案都需要考虑所有这些复杂性，为了解决营养不良问题，需要有效的政策和方案，并指出针对营养不良的干预措施只能解决小部分营养不良导致的发育迟缓，其余问题需要通过营养导向型农业的发展来解决。日本于2014年制定“健康与医疗战略”^[31]，指出将通过公私合作方式推进国际业务发展，此后在内阁健康—医疗战略推进本部设立营养改善项目国际开发小组，以改善包括新兴国家和发展中国家在内的各国营养。2016年日本设立“营养改善事业推进平台”（NJPPP）^[32]，整合农林水产省^[33]等各机构和企业，通过合作人才培养、促进全球食物价值链战略、提高农业生产力、农业示范推广项目等措施，改善当地营养状况，推进日本营养改善事业发展。

2.2.2 部分发达国家的政策特点

这些发达国家重点关注贫困国家的粮食安全和营养问题，通过与发展中国家合作开展营养导向型农业项目来提高其农业生产力，改善其营养状况；在其国内则以营养为核心，注重构建食物系统、营养和健康之间的新型关系，促进农业模式的转型升级，提高膳食营养和健康水平。

3 中国营养导向型农业政策规划

中国为保障居民的食物供应和营养摄入，在不同历史时期出台了一系列具有针对性的政策措施，虽然还没有出现明确的营养导向型农业概念，但是这些政策措施确实起到了强化营养健康与农业的关系的作用，在一定程度上可以视为营养导向型农业的萌芽和雏形。

3.1 中国营养导向型农业政策发展基础

进入21世纪，为解决食物生产、消费、营养不协调，生

产结构不能满足营养结构改善需要等问题，国务院发布了《中国食物与营养发展纲要（2001—2010）》^[34]，提出了“紧紧围绕食物发展的重点领域、重点地区、重点人群，分类指导，全面推进，建设现代食物生产、加工和市场体系，调整引导我国食物结构向营养、卫生、科学、合理方向发展”的指导思想，指出继续和规范实施国家营养改善行动计划、国家大豆行动计划、国家学生饮用奶计划等。2014年1月，国务院发布《中国食物与营养发展纲要（2014—2020）》^[35]，提出了“以营养引导消费、以消费指导生产”的发展理念，将“保障食物有效供给、促进营养均衡发展、统筹协调生产与消费”作为主要任务，以“重点产品、重点区域、重点人群”为突破口，着力推动食物与营养发展方式转变。

3.2 中国营养导向型农业政策发展现状

2014年11月第二届国际营养大会通过的《营养问题罗马宣言》和《行动框架》，呼吁各国政府将营养目标纳入农业规划的制定和实施过程，确保粮食安全，实现健康膳食^[36]，使世界各国政府和学者对营养问题的关注提升到了前所未有的高度。中国共产党十九大报告指出，要实施健康中国战略，2016年中共中央、国务院颁布《“健康中国2030”规划纲要》，2017年国务院办公厅发布《国民营养计划（2017—2030年）》提出：“以改革创新驱动营养型农业、食品加工业和餐饮业转型升级，丰富营养健康产品供给，促进营养健康与产业发展融合”^[37]，为中国营养导向型农业发展指明了方向，提出了目标和任务。2018年1月，农业农村部成立农产品营养标准专家委员会，以加强农产品营养标准的研究和制定工作，为营养导向型农业发展提供技术支撑。我国学界对营养导向型农业表现出了很高的研究热情。农业农村部食物与营养发展研究所作为国家食物与营养咨询委员会的科研载体，启动了营养导向型农业专项研究课题，系统研究营养导向型农业在中国的概念、内涵、推进措施和评价体系。

4 启示

我国营养导向型农业的发展还处于起步阶段，以农业农村部成立农产品营养标准专家委员会为标志，中国营养导向型农业的发展步入了正轨，营养导向型农业的发展将立足于解决人民群众日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾。营养导向型农业发展的背景也告诉我们无论是解决食物生产、消费、营养不协调问题，还是以改革创新驱动营养型农业、食品加工业和餐饮业转型升级，丰富营养健

康产品供给，促进营养健康与产业发展融合，因地制宜、因地制宜的原则都在具体实践中起到了重要指导作用，该原则也将继续指导中国营养导向型农业未来的发展。通过剖析国际组织及相关国家营养导向型农业政策规划，以下几点可以作为我国制定营养导向型农业发展政策的有益借鉴。

(1) 中国营养导向型农业的发展起步虽晚，但在全球一体化背景下，营养导向型农业中国政策和规划的制定要顺应国际准则并充分考虑地区乃至全球影响力的发挥。在充分调研了国际组织及相关国家的营养导向型农业政策后，可以看出，营养导向型农业的发展在全球背景下已有一定的发展框架及指南可循，在实现人类命运共同体，创造中国乃至全人类福祉的过程中，中国营养导向型农业的发展应具备高起点、可持续的特点。

(2) 中国营养导向型农业的发展需在国家和社会、理论和实践等不同层面上形成高度统一认识。为形成共识，需要加强对农业、营养与健康三者关系的深入理解，确立以提升人类健康为目标引导合理的营养结构，以合理的营养结构引导农业发展方向的基本联动。

(3) 中国营养导向型农业的发展需统筹全局力量，以系统思维开展设计、实施和评估工作。营养导向型农业的发展是个系统工程，与环境、社会和经济相互作用并互为影响。比如减少农业生产的环境污染才能确保农业的可持续发展；增强妇女对农业和营养的影响作用，可以发挥农业的社会功能，促进社会公平，保障妇女的权利；充分发挥市场在供应、价格等方面的调节作用，能保证食品的可及性和经济性等。由此看来，只有充分理解农业在增进营养和健康方面的重要性，协调各利益相关方的参与，才能构建有利于农业和谐发展的政策环境，进而确保中国营养导向型农业的健康发展。

参考文献：

- [1] Development Initiatives. Global nutrition report 2017: Nourishing the SDGs. Bristol, UK: Development Initiatives, 2017.
- [2] Development Initiatives. Global Nutrition Report 2018: Shining a light to spur action on nutrition. Bristol, UK: Development Initiatives, 2018.
- [3] RUEL M T, ALDERMAN H. Nutrition-sensitive interventions and programmes: how can they help to accelerate progress in improving maternal and child nutrition? *Lancet*, 2013, 382 (9891): 536–551.
- [4] BALZ A G, HEIL E A, JORDAN I. Nutrition-sensi-

tive agriculture; new term or new concept? *Agriculture & Food Security*, 2015, 4 (1): 6.

[5] RUSSELL C, HEDBERG I. The ecology of alternative food landscapes; A framework for assessing the ecology of alternative food networks and its implications for sustainability. *Landscape Research*, 2016, 41 (7): 795–807.

[6] FAGIOLI F F, ROCCHI L, PAOLOTTI L, SŁOWIŃSKI R, BOGGIA A. From the farm to the agri-food system; A multiple criteria framework to evaluate extended multi-functional value. *Ecological Indicators*, 2017, 79: 91–102.

[7] Food and Agriculture Organization. Compendium of indicators for nutrition-sensitive agriculture. [2017–10–20]. <https://www.fao.org/3/a-i6275e.pdf>.

[8] GUSTAFSON D, GUTMAN A, LEET W, DREW-ŃOWSKI A, FANZO J, INGRAM J. Seven food system metrics of sustainable nutrition security. *Sustainability*, 2016, 8 (3): 196.

[9] CGIAR. How we work. [2017–10–16]. <https://www.cgiar.org/how-we-work/>.

[10] N4G. Nutrition for Growth. [2017–10–11]. <https://nutritionforgrowth.org/nutrition-growth/>.

[11] Food and Agriculture Organization. Nutrition-sensitive agriculture and food systems in practice. [2017–11–08]. <https://www.fao.org/3/a-i6983e.pdf>.

[12] Food and Agriculture Organization. Key Recommendations for Improving Nutrition through Agriculture and Food Systems. [2017–11–08]. <https://www.fao.org/3/a-i4922e.pdf>.

[13] Food and Agriculture Organization. Designing nutrition-sensitive agriculture investments. [2017–11–08]. <https://www.fao.org/3/a-i5107e.pdf>.

[14] Agriculture for Nutrition and Health. Key Documents. [2017–10–09]. <https://a4nh.cgiar.org/program-documents/>.

[15] Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. About the global panel. [2017–10–25]. <https://glopan.org/AboutUs>.

[16] Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition. Foresight report. [2017–10–25]. <https://www.glopan.org/foresight>.

[17] N4G. The plans for Nutrition for Growth in 2017.

[2017–10–25]. <https://nutritionforgrowth.org/wp-content/uploads/2016/06/N4G-insert-4-19-17-final1.pdf>.

[18] European Commission. An EU policy framework to assist developing countries in addressing food security challenges. [2017–11–08]. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0127:FIN:EN:PDF>.

[19] European Commission. Action document for “Programme for Improved Nutrition in Sindh (PINS)”. [2017–11–02]. https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/aap-financing-pakistan-annex4-c_2016_8487_en.pdf.

[20] European Commission. Tomorrow’s healthy society; Research priorities for foods and diets. [2017–11–08]. <https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc-study-tomorrow-healthy-society.pdf>.

[21] European Commission. Action plan on nutrition. [2017–10–13]. https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/action-plan-nutrition-2015_en.pdf.

[22] Federal Ministry of Food and Agriculture. Understanding global food security and nutrition. [2017–10–17]. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/UnderstandingGlobalFood.pdf?__blob=publication-File.

[23] Federal Ministry of Food and Agriculture. BMEL-concept for global food security and nutrition. [2017–10–25]. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/BMELConceptGlobalFood.html>.

[24] Federal Ministry of Food and Agriculture. Empowering Agriculture for global food and nutrition security. [2017–10–17]. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/15Jahre_BTF_EN.pdf?__blob=publication-File.

[25] Federal Ministry of Food and Agriculture. Diversified agriculture for a balanced nutrition in Sub-Saharan Africa. [2017–10–27]. https://www.bmel.de/EN/Agriculture/Global-Food-Situation-FAO/_Texte/Diversified_agriculture_for_balanced_nutrition_Sub-Saharan_Africa.html.

[26] Ministère de l’agriculture et de l’alimentation. Les Français toujours plus concernés par leur alimentation. [2018–12–19]. <https://agriculture.gouv.fr/les-francais-toujours-plus-concernes-par-leur-alimentation>.

[27] Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. #EGalim; ceque contient la loi Agriculture et Alimentation. [2018-11-26]. <https://agriculture.gouv.fr/egalim-ce-que-contient-la-loi-agriculture-et-alimentation>.

[28] Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Volet agricole du Grand plan d'investissement-Lancement d'un appel à projets « Agriculture et alimentation de demain ». [2018-12-19]. <https://agriculture.gouv.fr/volet-agricole-du-gpi-lancement-dun-appel-projets-agriculture-et-alimentation-de-demain>.

[29] Department for International Development. DFID Research; New investment in nutrition-related research. [2017-12-19]. <https://www.gov.uk/government/case-studies/dfid-research-new-investment-in-nutrition-related-research>.

[30] Department for International Development. Scaling Up Nutrition; The UK's position paper on undernutrition. [2017-12-19]. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/67466/scal-up-nutr-uk-pos-undernutr.pdf.

[31] 内閣官房健康・医療戦略室. 栄養改善事業の国際展開検討チームの設置について. [2017-10-25]. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kenkouiryuu/kokusaitenkai/eiyo_dai1/siryuu02.pdf.

[32] 栄養改善事業推進プラットフォーム. 栄養改善事業推進プラットフォームとは. [2017-10-23]. <https://njp-pp.jp/profile>.

[33] 農林水産省. 栄養改善事業に資する農林水産省の主な施策. [2017-10-23]. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kenkouiryuu/kokusaitenkai/eiyo_dai1/siryuu07.pdf.

[34] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发中国食物与营养发展纲要(2001-2010年)的通知. [2017-11-08]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/11/content_5117329.htm.

[35] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发中国食物与营养发展纲要(2014-2020年)的通知. [2017-11-08]. https://www.gov.cn/xxgk/pub/govpublic/mrlm/201402/t20140208_66624.html.

[36] 中国常驻联合国粮农机构代表处. 第二届国际营养大会在罗马召开. 世界农业, 2015(1): 190.

[37] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发国民营养计划(2017-2030年)的通知. [2017-11-08]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/13/content_5210134.htm.

生物营养强化发展现状与未来前景

The Development of Biofortification in China and Foreign Countries

徐海泉 周晓雨 缙孟瑶 孙君茂

农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081

摘要: 微量营养素缺乏依然是许多发展中国家普遍存在的主要营养问题, 生物营养强化作为解决这一问题经济且有效的手段之一, 正逐渐受到各国的重视。生物营养强化生物

营养强化是通过传统育种手段来增加农作物中微量营养素的含量或提高生物利用率。谷类、豆类、薯类等均可通过生物营养强化增加其维生素 A、铁及锌的含量。本文通过科技文

项目基金: 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP-2020-IFND)。

作者简介: 徐海泉(1983-), 男, 研究员, 博士, 研究方向: 营养经济与政策。

通讯作者: 孙君茂(1968-), 男, 研究员, 博士, 研究方向: 食物与营养管理。

献检索、国际卫生和营养组织及政府组织的网站和数据库搜集国内外生物营养强化信息，总结国内外生物营养强化现状及引入生物营养强化项目的国家所实施的相应政策和法规标准。目前，拉丁美洲、非洲和亚洲共有 60 多个国家已经引入或正在测试营养强化作物，一些国家目前已将生物营养强化项目纳入其国家农业和营养发展计划。但是，目前还没有国家对其建立相应的规范标准以供监管。尽管生物营养强化使用传统育种手段，利用作物的固有特性来提高目标营养素含量，不需要有太多的安全顾虑，但仍需要对其建立相应的法规标准以监管其生产和市场消费。

关键词：生物营养强化；微量营养素缺乏；政策；法规标准

Abstract: At present, micronutrient deficiencies are still prevalent and serious in some developing countries. As an economic and effective measure to address this problem, biofortification has been implemented in some countries. By traditional breeding methods, biofortification can increase the content of vitamin A, iron, zinc and other micronutrients in crops such as cereals, beans and potatoes. This paper identifies the information about biofortification using scientific databases, international health and nutrition organizations' websites, and governments' websites, and summarizes the current status of biofortification in China and other countries, as well as the policies and regulations related to biofortification. At least 60 countries in Latin America, Africa and Asia have released or are testing biofortified crops. Meanwhile, some countries have incorporated biofortified food crops into their food and nutrition policies or national nutrition plans, however, no country has established regulations or standards related to biofortification. Biofortification uses traditional breeding methods to improve micronutrient content, but it is still necessary to establish regulations and standards to regulate its production and market consumption.

Keywords: Biofortification; Micronutrient deficiency; Policy; Regulations and standards

引言

全球有超过 20 亿人仍遭受微量营养素缺乏的困扰^[1]，许多发展中国家更是普遍存在。作为解决这一问题的重要手段之一——生物营养强化，正逐渐受到各国的重视。经过多年发展，较多富含铁、锌、维生素 A 等微量营养素的作物新品

种已被选育出来，许多国家也开始种植^[2]。随着生物营养强化产业的不断发展，制定与之相对应的管理制度，显得尤为必要。目前，国际上尚缺乏适用于营养强化作物管理的政策或法规。国际食品法典委员会（Codex Alimentarius Commission, CAC）仅对食品加工过程中必需营养素添加制定了相应操作准则，尽管某些准则也可能适用于营养强化作物，但其中并未提及^[3]。目前 CAC 正在明确生物营养强化的定义^[4]。本文现就生物营养强化目前发展现状进行综述，以便为我国生物营养强化产业发展提供借鉴。

1 生物营养强化研究现状

生物营养强化，是指通过不同育种手段，增强植物性食物在生长过程中对某些微量营养素（铁、锌、维生素 A 等）的富集或合成能力，提高食物中能为人体吸收利用的微量营养元素的含量或是生物利用率，从而减少和预防全球性的、尤其是发展中国家（贫困人口）普遍存在的营养不良和微量营养缺乏问题。生物营养强化直接从作物育种角度解决人群微量营养素缺乏的问题，是防治和改善人群微量营养素缺乏及其相关疾病发生的较为简便、经济、有效的重要途径。国际生物营养强化研究，最早始于 1994 年。国际食物政策研究所于 2004 年在全球范围内启动实施了“国际生物营养强化项目（HarvestPlus, HP）”。该项目的主要目的是通过增强日常粮食作物中维生素、矿物质等的含量，以解决全球范围内的微量营养素缺乏问题。该项目聚焦于铁、锌和维生素 A，主要发展的强化作物包括维生素 A 强化木薯、玉米和甘薯，铁强化黄豆和珍珠粟，锌强化大米和小麦等。

与传统作物相比，营养强化作物中的营养素含量和营养素生物利用率均有增加，例如，锌强化小麦中锌元素的含量增幅达到 50% 左右，食用该种小麦可以满足人体每日所需锌元素的 50%，此外，该种作物的低植酸含量还提高了锌元素在人体内的生物利用率。HP 项目对营养强化目标营养素的提升目标为，对于 4-6 岁的学龄前儿童、非孕期及非哺乳期育龄妇女，利用铁强化黄豆和珍珠粟的摄入，可为上述人群提供铁平均需求量的 60%；利用锌强化小麦和玉米可提供锌平均需求量的 60-80%；利用维生素 A 强化木薯和玉米可达到其平均需求量的 50%；维生素 A 强化甘薯将提供平均需求量的 100%。同时，营养强化作物还具有高产量、低病害、环境适应能力强等优点。除此之外，生物营养强化还具有较高的成本效益，即每投入 1 美元，就有可获益 17 美元^[5]。

与营养补充剂和食物营养强化相比，生物营养强化具有两个关键优势：长期的成本效益和可覆盖偏远农村居民的能

力^[6]。与前两种干预措施所需的持续的财政支出不同,生物营养强化只需要在育种开发阶段进行前期投资,一旦进入种植阶段,农民就可以以几乎为零的边际成本种植,从而成倍地增加前期投资的收益。生物营养强化可以充分的惠及到农村居民,偏远农村居民可能无法保持饮食多样性或享受其他微量营养素干预措施,而生物营养强化可将目标营养素与农村居民的生产和消费特性相结合,改善农村居民微量营养素缺乏的问题。

2 国外种植及管理现状

目前,全球有 60 多个国家已经引入或正在测试营养强化作物,品种涵盖 12 类作物的 300 余个品种,约 3.3 亿人群可从中受益^[7]。从全球来看,与发展中国家相比,发达国家的微量营养素缺乏问题并不普遍。这也导致引入和种植营养强化作物的国家以发展中国家为主,而美国、加拿大和欧盟等发达国家和地区目前尚未引入该类作物种植。近年来,发展中国家的营养强化作物种类和种植面积都在迅速增加,主要包括铁锌强化谷物和豆类,维生素 A 强化玉米、香蕉和薯类等。目前所有的生物营养强化产品,均以传统作物品种开发获得。植物在营养素含量方面通常会表现出遗传变异,如通过对高含量营养素品种的选育,可提高这类作物的营养价值^[8]。与转基因技术相比,生物营养强化技术利用作物的固有特性,相对更加安全。但当品种内部的营养物质并没有显著遗传变异时,传统育种手段可能并不能提高其营养素含量。此时转基因技术就会成为高效的替代方案,尽管使用这种方法需要考虑到环境、健康及政治等因素^[8]。例如由转基因技术开发的黄金大米(维生素 A 强化大米),其引入就引起了较多国家的政治争议^[9]。

全球已有超过 20 个国家将营养强化作物纳入其国家农业和营养计划,如包括哥伦比亚、巴拿马、卢旺达和赞比亚在内^[6]。然而,很多已经开展生物营养强化项目的国家目前尚缺乏引进、生产和销售营养强化作物的具体规定。这也意味着所有由传统育种手段开发的营养强化作物都是在没有监管或规范标准的情况下引入并种植的^[10,11]。

拉丁美洲 拉丁美洲国家引进的营养强化作物主要包括水稻、小麦、玉米、黄豆、甘薯和木薯等。铁强化黄豆在拉丁美洲国家是最普遍的营养强化作物,除墨西哥外每一个种植营养强化作物的国家都已经引入或正在测试该种作物。巴西一直非常积极地发展营养强化作物^[12],目前引进或测试的强化作物共 7 种,如维生素 A 强化木薯、甘薯、玉米,铁强化豇豆等。同时,拉丁美洲地区还在考虑发展锌强化玉米、

大米和小麦等。尼加拉瓜、瓜地马拉、巴拿马和哥伦比亚都在其食物和营养政策中提及了生物营养强化^[13]。然而,所有拉丁美洲国家对营养强化作物的引入均未做任何规定,除供应商或地方非政府组织提供一定的技术指导外,政府尚未开展相关管理标准的制定及监管工作。

非洲 非洲目前有 36 个国家引入或正在测试营养强化作物。维生素 A 强化作物是多数非洲国家较为关注的一类营养强化作物,如已经投入种植的维生素 A 强化木薯、玉米和甘薯,以及其他一些尚处于测试阶段的维生素 A 强化香蕉、锌强化玉米、铁强化黄豆和高粱等。一些非洲国家也将生物营养强化项目作为其一项重要的营养战略,埃塞俄比亚、马拉维、莫桑比克等国已将生物营养强化项目作为其食品和营养政策的一部分^[13]。与拉丁美洲一样,这些作物都没有受到相关法规的管理或监督。

亚洲 亚洲有 15 个国家引入或正在测试包括大米、小麦、玉米、甘薯、白马铃薯、小扁豆等在内的营养强化作物。维生素 A 强化甘薯是目前亚洲国家主要引进的营养强化作物,同时锌强化大米、小麦作为亚洲国家的主食作物也是目前引入和测试的主要作物。孟加拉、印度和巴基斯坦已将生物营养强化作为国家营养政策的一部分。此外,特别是菲律宾和印度,为了在未来取得政府对转基因强化维生素 A 大米的引进审批,仍在对生物营养强化项目进行研究和安全评估^[13]。与拉丁美洲和非洲的情况一样,除转基因强化作物之外,所有的营养强化作物的引入均不受监管。

其他地区 与上述几个地区的情况一样,世卫组织的全球营养行动实施数据库表明俄罗斯联邦、阿塞拜疆、阿曼和东地中海地区的几个国家也有与生物营养强化有关的政策^[13]。例如,阿曼的《国家营养战略—战略研究 2014—2050》就指出要开发和推广生物营养强化食品,为 2 岁以下儿童和孕妇提供充足的微量营养素以减少贫血及微量营养素缺乏问题^[14]。然而,这些国家也没有针对营养强化作物的引入进行明确规定。

3 国内种植及管理现状

中国生物营养强化项目(HarvestPlus-China, HPC)始于 2004 年,是国际生物营养强化项目(HarvestPlus, HP)的姊妹组织。在 HP 和国家有关部门的推动下,我国已开展了大量强化作物的筛选、培育、评价和推广工作,以改善中国贫困人群中普遍存在的微量营养素缺乏问题。项目启动至今,由中国农业科学院等 40 余家科研机构协同合作,以水稻、小麦、玉米、甘薯为目标作物,以铁、锌、维生素 A、

叶酸等为目标营养素，培育了多个高维生素 A 的甘薯新品系、高铁锌的小麦新品系、富铁及维生素 A 的玉米新品系、低植酸以及富锌的水稻品系。

与其他开展生物营养强化项目的发展中国家类似，中国目前也尚无任何针对营养强化作物所设立的标准或法规，仅有适用于转基因作物或是食品营养强化的标准规定，政府也未对营养强化作物提供任何监督管理。目前，我国在国家层面虽然尚未建立营养强化作物生产、管理制度，但在某些地方或行业标准中已相关的产品标准，如《安康市地方标准富硒食品硒含量分类标准》(DB6124.01-2010)、《富硒稻谷》(GB/T22499-2008)、《富硒马铃薯》(NY/T 3116-2017)等 10 余项标准。

2018 年 1 月，农业部农产品营养标准专家委员会经原农业部批准成立。该专委会将根据农业转型发展和居民膳食结构优化的需要，致力于加强我国农产品营养标准的研究和制定工作。标委会已初步研究确定包括产品基础营养标准、农产品特质性营养标准、农产品营养强化标准等三方面内容的农产品营养标准体系发展思路。营养强化作物标准的制定将作为目前亟待解决的重要问题，为其重点开展的营养标准工作之一。为此，农业部食物与营养发展研究所联合其他相关研究单位积极开展该方面的研究工作，目前重点针对我国叶酸强化玉米，铁、锌强化小麦等营养强化作物开展相关标准制定的研究工作。

4 未来发展前景

在过去近 30 年中，生物营养强化为世界各国消除和解决营养不良问题，发挥了重要作用。伴随营养导向型农业的发展，生物营养强化作为防治和改善微量营养素（如铁、锌、维生素等）缺乏及其相关疾病发生的简便、经济和覆盖面广的有效途径之一，必将成为营养导向型农业发展的重要途径。在全球范围启动的国际生物营养强化项目的支持下，预计将有来自 2 千万家庭的 1 亿人从中受益。到 2020 年，该项目将融入主流农作物研发中，以支持营养强化作物品种的扩展。未来发展主要包括 3 个方面：推进将生物营养强化作物品种纳入主流作物研发体系，同时也关注与其相关的市场流通、农民行为和饮食习惯；开展经验交流，促进目标国家的粮食生产和消费；建立跨部门政策和体制环境，以便更好地在农业和营养发展政策和项目中纳入生物营养强化作物^[15,16]。关于生物营养强化作物标准制定方面，2018 年 11 月国际食品法典委员会营养与特殊膳食委员会第 40 次会议在德国讨论了“生物营养强化定义草案”，拟针对各类生物营养强化技术和

产品，制定全球通用的国际标准。

参考文献：

- [1] McGuire, S. FAO, IFAD, and WFP. The State of Food Insecurity in the World 2015: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. Rome: FAO, 2015 [J]. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 2015, 6 (5): 623-624. DOI: 10.3945/an.115.009936.
- [2] 林黎, 曾果, 兰真, 等. 生物强化及其营养改善研究进展 [J]. *现代预防医学*, 2011, 38 (12): 2240-2242.
- [3] Codex Alimentarius. General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods (CAC/GL09-1987) [DB/OL]. (2015) [2019-01-17]. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/en/>.
- [4] Bouis H E, Hotz C, McClafferty B, et al. Biofortification: a new tool to reduce micronutrient malnutrition [J]. *Food & Nutrition Bulletin*, 2011, 32 (1 Suppl): S31. DOI: 10.1177/15648265110321S105.
- [5] Hoddinott J, Rosegrant M, Torero M. Investments to reduce hunger and undernutrition [J]. *International Food Policy Research Institute*, 2013.
- [6] Bouis H E, Saltzman A. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016 [J]. *Global Food Security*, 2017, 12: 49-58. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.01.009.
- [7] HarvestPlus. Partnering to Scale Innovation Annual Report 2017. [DB/OL] (2018-07-26) [2019-1-17]. https://www.harvestplus.org/sites/default/files/publications/2017_AnnualReport_vF_July26.pdf.
- [8] Hirschi KD. Nutrient biofortification of food crops [J]. *Annual Reviews of Nutrition*, 2009 (29): 401-421. DOI: 10.1146/annurev-nutr-080508-141143.
- [9] Dubock, Adrian. The politics of Golden Rice [J]. *GM Crops & Food*, 2014, 5 (3): 210-222. DOI: 10.4161/21645698.2014.967570.
- [10] Bouis H, Low J, Mcewan M, et al. Biofortification: Evidence and lessons learned linking agriculture and nutrition [J]. *AGRIS*, 2013.
- [11] HarvestPlus. Going global. 2014 Annual report. [DB/OL] (2018-08-22) [2019-1-17]. <https://www.harvest->

plus.org/sites/default/files/publications/2014%20HarvestPlus%20Annual%20Report_Web_0.pdf.

[12] Birner R, Kone S A, Linacre N, et al. Biofortified Foods and Crops in West Africa: Mali and Burkina Faso [J]. *AgBioForum*, 2007, 10 (3).

[13] Mejia LA, Dary O, Boukerdenna H. Global regulatory framework for production and marketing of crops biofortified with Vitamins and minerals [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2017, 1390 (1): 47–58. DOI: 10.1111/nyas.13275. Epub 2016 Nov 1.

[14] Global database on the Implementation of Nutrition

Action (GINA). National Nutrition Strategy-Strategic Study 2014–2050. [DB/OL] (2014–4) [2019–01–22]. <https://extranet.who.int/nutrition/gina/en/node/23559>.

[15] 文琴, 张春义. 满足健康需求的营养型农业与营养分子育种 [J]. *科学通报*, 2015, 60 (36): 3543–3548.

WEN Q, ZHANG C Y. Nutritional Agriculture and Molecular Breeding to Meet Health Needs [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2015, 60 (36): 3543–3548.

[16] 贾敬敦. 为营养健康而行动 [J]. *中国农村科技*, 2016 (01): 4.

我国农产品营养标准体系现状与发展建议

Review and Suggestion for Nutrition Standard of Agricultural Products in China

朱宏^{1,2} 梁克红¹ 徐海泉¹ 仇菊¹ 郭燕枝¹ 黄家章^{1,2} 朱大洲^{1,2} 孙君茂^{1,2}

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 农业农村部农产品营养标准专家委员会, 北京 100081

摘要: 随着我国经济社会持续稳定发展和居民生活水平的不断提高, 消费者日益关注农产品营养品质和膳食健康, 发展营养导向型农业已是势在必行。农产品营养标准是营养导向型农业的技术支撑, 是指导育种、种养殖管理等农业生产工作的总纲。如何运用标准化手段规范营养导向型农业的各个环节, 研究和构建具有我国特色的农产品营养标准体系, 对于我国农业向高质量发展阶段迈进有积极推动作用。梳理和分析我国农产品营养标准现状的目的是构建我国农产品营养标准体系的基本框架。本文重点分析了我国农产品质量标准中与营养品质相关的标准发展现状, 包括农产品等级规格标准、绿色食品标准、中国好粮油标准、富硒农产品标准、农产品地理标志标准和有机食品标准。其次梳理了食品营养标准中涉及农产品的部分内容, 重点分析了保健食品、预包

装食品营养标签和食药物质相关标准。最后跟踪了国际上农产品营养标准制定的最新进展, 包括生物强化定义草案、生鲜农产品营养标签与功能声称。通过梳理发现, 我国农产品营养标准仍处在起步阶段, 仅有部分农产品标准包含营养成分指标, 未形成层次清晰、标准化对象明确的农产品营养标准体系。因此, 本文提出了构建我国农产品营养标准体系的思路和发展建议。农产品营养标准分为基础标准、营养成分检测方法标准、营养品质评价标准、营养标签标识标准、产品标准、生产技术规程等 6 个方面。从营养角度将农产品划分为 3 类, 即大宗农产品、特色农产品、营养强化农产品, 并对此开展分类评价。构建农产品营养标准体系时应整合专业力量, 完善组织保障; 遵循科学合理、配套融合、动态开放原则; 以科学研究为基础, 合理制定标准。

基金项目: 农业农村部财政项目 (20190425)、中国农业科学院科技创新工程 (CAAS-ASTIP-2019-IFND)、北京市科技计划 (Z181100009318008)

作者简介: 朱宏, Tel: 010-82106433; E-mail: zhuhong@caas.cn.

通信作者: 朱大洲, Tel: 010-82105482; E-mail: zhudazhou@caas.cn; 孙君茂, Tel: 010-82109887; E-mail: sunjunmao@caas.cn.

关键词：农产品；营养品质；标准；标签标识

Abstract: With the steady and sustainable development of Chinese economy, society, and the continuous improvement of residents' living standards, consumers are increasingly concerned about the nutritional quality of agricultural products and their dietary health. It is imperative to develop nutrition-sensitive agriculture, which is supported by nutrition standard of agricultural products. The objective of this paper was to develop the basic framework of nutrition standard of agricultural product in China by analyzing agricultural products standard system, including grading and specifications, green food, the grain & oil products, selenium-enriched agricultural products, geographical indication agricultural products, and organic foods. More specifically, this paper investigated the relationship of nutrition standards between food and agricultural product, mainly based on health food, pre-packaged food nutrition label. In addition, this paper deliberated the latest international developments in agricultural product nutrition standards, hoping to find more reference and suggestions for developing China's nutrition standard system. We found that the nutrition standard of agricultural products in China was still on the early stage side, as few standards contain nutrition indicators. On this basis, we concluded that it was inevitable to put forward the proposition for the nutrition standard system of agricultural product in China. The standard system was divided into six aspects: basic standards, analytic methods of nutritional components, evaluation standards of nutritional quality, labeling, product standards and production technical regulations. From the point of view of evaluation standards of nutritional quality, agricultural products were divided into three categories: the bulk agricultural products, distinctive agricultural products and bio-fortified agricultural products.

Keywords: Agricultural products; Nutrition quality; Standard; Label

引言

营养和安全是农产品质量的重要内涵，缺一不可。2018年全国主要农产品例行监测总体合格率达到97.1%，农产品安全多年来稳定保持在较高水平。随着我国经济社会持续稳定发展和居民生活水平的不断提高，消费者日益关注农产品营养品质和饮食健康，居民膳食结构转型升级的需求十分迫

切，发展营养导向型农业、建立农产品营养标准体系已是势在必行。标准体系是农产品质量管理的重要技术支撑。在国内，农产品质量标准经历了从无到有，从单项标准向标准体系过渡的发展历程。目前，形成标准体系的有农产品等级规格标准、绿色食品标准、中国好粮油标准、富硒农产品标准、农产品地理标志标准和有机食品标准。除此之外，我国食品营养标准中也有涉及农产品的部分内容，例如保健食品、预包装食品营养标签和食药物质相关标准。国际上，农产品营养标准的最新进展有生物强化定义草案、生鲜农产品营养标签与功能声称。本文从我国现行农产品相关标准中梳理以营养成分作为指标的标准，以分析我国农产品营养标准的发展现状。在此基础上提出构建我国农产品营养标准体系的基本框架和发展建议。

1 我国农产品营养标准发展现状

1.1 农产品质量标准

1.1.1 农产品等级规格标准

从20世纪末期开始，在逐步实现农产品丰年有余的基础上，伴随着调整农业产业结构和区域布局，粮油、果蔬、畜禽、水产等主要大宗农产品行业逐步开展农产品质量分级工作，建立了等级规格标准体系，在发展高产、优质、高效农业方面起到了积极的作用。在现行的国家标准和行业标准中，涉及质量分级的谷物标准有85项，果蔬标准约270项，畜产品标准共107项，水产品标准共有118项^[1]。国家标准中，虽然专门的分级标准较少，但大部分农产品质量标准都包含质量分级内容。例如，GB/T 10651—2008《鲜苹果》规定了优等品、一等品和二等品的等级规格指标（包括品质基本要求、果形、色泽、果梗、果径、果锈和果面缺陷）^[2]。

用来区分农产品等级的指标参数是分级的关键。NY/T 2113—2012《农产品等级规格标准编写通则》指出一般采用外在感官特性或内在品质特征对农产品质量优劣进行划分^[2]。感官特性主要指农产品的外观、风味、口感等，内在品质特征以理化指标和卫生指标为主。值得一提的是，营养成分作为指标逐步出现在农产品等级规格标准中（表1）。例如GB/T 23234—2009《中国沙棘果实质量等级》，就包含了维生素C、可溶性固形物含量以及总黄酮等营养成分指标。GB/T 6192—2008《黑木耳》含有总糖、粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪等指标。但是以上标准并未以营养指标作为分级依据，而是统一规定各等级农产品均高于同一数值。另有少数标准，以营养成分作为农产品分级依据，如GB 1352—2009《大

豆》中以粗脂肪和粗蛋白分别作为高油大豆和高蛋白大豆的分级依据。此标准规定，一等、二等、三等高油大豆的粗脂肪含量需要分别大于22%、21%和20%；一等、二等、三等高蛋白大豆的粗蛋白含量需要分别大于44%、42%和40%。GB/T 21488—2008《脐橙》以可溶性固形物作为分级指标之一，特等脐橙可溶性固形物 $\geq 11\%$ ，一等脐橙 $\geq 10\%$ ，二等 $\geq 9\%$ 。

1.1.2 绿色食品标准

我国于1990年决定发展安全、优质、营养的食品，定名为“绿色食品”。围绕绿色食品的产前、产中和产后各环节有一套相对全面的标准体系^[3]。绿色食品标准是绿色食品质量控制技术路线的基本技术支撑，具体包括：产地环境标准、生产技术标准、产品标准、包装及贮运标准和其他标准^[4]。完整的标准体系保证了“全程质量控制”^[5]。截至2016年年底，现行有效的绿色食品标准有141项，包括基础通用技术标准15项、产品标准126项。

营养也是绿色食品的定位之一，所以绿色食品标准体系中也有很多营养指标（表1）。NY/T 1043—2016《绿色食品人参和西洋参》规定保鲜参、活性参、生晒参、红参的总皂苷含量需要 $\geq 2.5\%$ ，西洋参的总皂苷含量需要 $\geq 6\%$ 。NY/T 1051—2014《绿色食品枸杞与枸杞制品》中指出，枸杞鲜果和枸杞原汁中的枸杞多糖需 $\geq 0.7\%$ ，枸杞干果和枸杞原粉中的枸杞多糖需 $\geq 3.0\%$ 。葡甘露聚糖是魔芋及其制品中的功能性成分，因此NY/T 2981—2016《绿色食品魔芋及其制品》中对葡甘露聚糖的含量（干基）有非常详细的规定，例如在纯化魔芋粉中需 $\geq 80\%$ ，在特纯魔芋膳食纤维中需要 $\geq 85\%$ ，在魔芋丝中需要 $\geq 30\%$ 。

1.1.3 中国好粮油标准

为优化粮食供求结构，实现粮食供给从解决“吃得饱”到满足“吃得好”的转变，国家粮食局实施了优质粮食工程“中国好粮油行动”，并制定了“中国好粮油”系列标准。“中国好粮油”标准一方面为了提升粮油产品的品质特性、安全特性和营养特性要求，另一方面对生产过程提出明确要求，包括原料品种、产地环境，对有机肥料占比、烘干储存作业记录、加工过程质量控制等都提出了相应要求。中国好粮油系列标准中采用了更多的营养成分（蛋白含、脂肪、淀粉以及功能性成分）作为农产品品质指标（表1）。例如LS/T 3112—2017《中国好粮油 杂粮》在杂粮基本的质量指标上增加了针对不同用途的营养指标。本标准规定食用大麦的直链淀粉含量需 $\leq 15\%$ ， β -葡聚糖含量需 $\geq 5.0\%$ ；燕麦和燕麦米蛋白含量和 β -葡聚糖含量需分别 $\geq 15.6\%$ 和 $\geq 4.0\%$ ；苦荞中

抗性淀粉含量需 $\geq 25\%$ ，黄酮含量需 $\geq 2.0\%$ ；藜麦米蛋白含量需要 $\geq 15\%$ ；薏仁米脂肪含量需 $\geq 5.0\%$ 。LS/T 3113—2017《中国好粮油 杂豆》对豆类的蛋白和淀粉含量做了详细的规定，蚕豆中蛋白质和淀粉需分别 $\geq 28\%$ 和 $\geq 48\%$ ，豌豆需分别 $\geq 24\%$ 和 $\geq 55\%$ ，鹰嘴豆需分别 $\geq 26\%$ 和 $\geq 57\%$ 。

1.1.4 富硒农产品标准

近年来，随着营养导向型农业的兴起，很多围绕提高农产品营养品质的产业快速发展，例如富硒产业。富硒农产品相关标准也备受关注，2011年国家发布食品安全国家标准《预包装食品营养标签通则》对食品营养标签中硒含量的要求分为硒来源（含有硒）和硒含量高（富含硒）2个级别。关于富硒大米，原国家粮食局制定了国家标准《GB/T 22499—2008 富硒稻谷》，地方政府则颁布了浙江省地方标准DB33/T345.3—2002《富硒稻米产品质量标准》、黑龙江省地方标准DB23/T790—2004《富硒大米》、安徽省地方标准DB34/T847—2008《富硒大米》^[6]。富硒茶方面，主要有供销行业标准《GH/T 1090—2014 富硒茶》、农业行业标准《NY/T 600—2002 富硒茶》、安徽省地方标准《DB34/T1752—2012 地理标志产品石台富硒茶》、陕西省地方标准《DB61/T 307.1—2013 紫阳富硒茶》、湖北省地方标准《DB42/342—2006 恩施富硒茶》、《DB52/489—2005 凤冈天然富锌富硒绿茶》等^[7]。此外，还有湖北省地方标准DB42/211—2002《富硒食品标签》、江西省地方标准DB36/T566—2009《富硒食品硒含量分类标准》、陕西省地方标准DB61/T556—2012《富硒食品与其相关产品硒含量标准》等通用地方标准。

1.1.5 农产品地理标志标准

20世纪90年代，我国借鉴法国的地理标志保护制度的成功经验，将地理标志保护引入到特色农产品、食品、工艺品等领域。地理标志农产品是指标示农产品来源于特定地域，产品品质与特征主要取决于自然生态环境和历史人文因素，并以地域名称冠名的特有农产品标志^[8]。虽然地理标志农产品着重于地缘保护，但其相关标准中也已经引入了营养成分作为指标。比较典型的有GB/T 19503—2008《地理标志产品 沁州黄小米》明确提出了沁州黄小米的营养品质指标，包括蛋白质、粗脂肪以及维生素B₁，并采用这些指标来区分优级和一级沁州黄小米。GB/T 19742—2008《地理标志产品 宁夏枸杞》中规定宁夏枸杞中的枸杞果糖需 $\geq 3.1\%$ ，与NY/T 1051—2014《绿色食品 枸杞与枸杞制品》的3.0%相比，宁夏枸杞中对枸杞多糖的要求更高。

1.1.6 有机食品标准

随着中国有机产业的发展，2004年，认监委发布实施了

试行标准——《有机食品认证规范》，在全国范围内试点实施。经过一年的摸索和实践，在《有机食品认证规范》的基础上，2005年国家标准化管理委员会正式发布实施有机产品的国家标准 GB/T19630《有机产品》。至此，该标准成为中国有机产品生产、经营、认证实施的重要依据。

关于有机食品是否更有营养的争论是国内外消费者一直关注的问题，至今仍未有明确的研究证据说明有机食品更有

营养^[9]。2009年，英国的食品标准局（FSA）发表了伦敦卫生及热带医学学院的一项研究报告，报告系统回顾了1958—2008年间，针对3558种食品营养价值比较的162项公开发表的相关研究成果，评估了有机生产的水果、蔬菜、肉类、鸡蛋和奶制品等与非有机生产的同类食品营养水平的差异，结果表明，有机食品更有营养的说法在目前还没有得到更充分的证据支持^[10-11]。

表1 部分农产品营养标准及其营养指标

Table 1 Nutrition standard of agricultural products and nutrition indicators

标准体系 Standard system	标准编号 No. of standard	标准名称 Name of standard	营养指标 Nutrition indicator
等级规格 Grade and specification	GB/T 10651-2008	鲜苹果 Fresh apple	-
	GB/T 23234-2009	中国沙棘果实质量等级 Fruit grades of <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>Sinensis</i> Rousi	维生素C、可溶性固形物、总黄酮 V _C , Soluble solids, Total flavonoids
	GB/T 6192-2008	黑木耳 <i>Auricularia auricular</i>	总糖、粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪 Sugar, Protein, Fiber, Fat
	GB 1352-2009	大豆 Soybean	粗蛋白、粗脂肪 Protein, Fat
	GB/T 21488-2008	脐橙 Navel orange	可溶性固形物 Soluble solids
绿色食品 Green food	NY/T 1043-2016	绿色食品 人参和西洋参 Green food-Ginseng and american ginseng	总皂苷 Total saponins
	NY/T 1051-2014	绿色食品 枸杞与枸杞制品 Green food-Wolfberry and its products	枸杞多糖 Lycium barbarum polysaccharides
	NY/T 2981-2016	绿色食品 魔芋及其制品 Green food-Konjak and its product	葡甘露聚糖、膳食纤维 Glucomannan, Dietary Fiber
中国好粮油 The grain & oil Products in China	LS/T 3112-2017	中国好粮油 杂粮 The grain & oil Products in China-Coarse cereals	支链淀粉、抗性淀粉、β-葡聚糖 Amylopectin, Resistant starch, Beta-glucan
	LS/T 3113-2017	中国好粮油 杂豆 The grain & oil Products in China-Minor bean	蛋白、淀粉 Protein, Starch
富硒农产品 Selenium-enriched agricultural products	GB/T 22499-2008	富硒稻谷 Rich selenium paddy	硒含量 Selenium content
	GH/T 1090-2014	富硒茶 Rich selenium tea	硒含量 Selenium content
	NY/T600-2002	富硒茶 Rich selenium tea	硒含量 Selenium content
地理标志 Geographical indication	GB/T 19742-2008	地理标志产品 沁州黄小米 Product of geographical indication-Qinzhouhuang foxtail millet	蛋白质、粗脂肪、维生素B ₁ Protein, Fat, V _{B1}
	GB/T 19742-2008	地理标志产品 宁夏枸杞 Product of geographical indication-Ningxia lycium	枸杞多糖 Lycium barbarum polysaccharides

1.2 食品营养相关标准

1.2.1 保健食品标准

我国的保健食品管理工作已经形成了原料与功能声称管理、产品注册、生产经营许可、良好生产规范审查制度在内的一套监督管理制度体系^[12]。我国保健食品的功能声称按照 GB16740—2014《食品安全国家标准 保健食品》中的定义,保健食品是指声称并具有特定保健功能或者以补充维生素矿物质为目的的食品^[13]。我国食品安全法规定保健食品声称保健功能,应当具有科学依据,不得对人体产生急性、亚急性或者慢性危害。我国保健食品分为两大类,即营养素补充剂和功能型保健食品,营养素补充剂是指以补充维生素矿物质而不以提供能量为目的的产品,其作用是补充膳食供给的不足,预防营养缺乏和降低发生某些慢性退行性疾病的危险性。而功能性保健食品是指具有某种或几种功能声称的保健食品,目前有增强免疫力、辅助降血脂、辅助降血糖等 27 项功能。保健食品的标签、说明书不得涉及疾病预防、治疗功能,内容应当真实,与注册或者备案的内容相一致,载明适宜人群、不适宜人群、功效成分或者标志性成分及其含量等,并声明“本品不能代替药物”。2018 年,国家卫生健康委员会宣布《保健食品检验与评价技术规范》(2003 年版)失效,新版相关文件还在制定中。

部分保健食品的原料涉及特色农产品,在研究制定与保健食品原料有关的农产品营养标准时,可参考借鉴保健食品的成熟经验,也必须符合《食品安全法》等相关的法律法规要求,与现有标准相衔接。

1.2.2 预包装食品营养标签通则

食品营养标签在公平交易、保护消费者权益等方面占有重要地位^[14]。营养标签也可以引导消费者建立健康的饮食习惯^[15-16]。我国自 2013 年正式实施了 GB 28050—2011《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》。此标准对预包装食品的营养成分表、营养声称和营养成分功能声称均作了规范^[17]。标准要求所有预包装食品营养标签强制标示的内容包括能量、核心营养素的含量值及其占营养素参考值(NRV)的百分比。根据国际上实施营养标签制度的经验,营养标签标准中规定了可以豁免标示营养标签的部分食品范围,主要是包装小、食用量小、生鲜或现制现售的产品等。生鲜食品包括包装的生肉、生鱼、生蔬菜和水果、禽蛋等。

生鲜农产品加贴营养标签可以引导消费者购买更优质的食材。美国佛罗里达大学食品和农业科学研究中心的学者研究发现,如果在生鲜鱼类包装上贴上营养标签,消费者可能会乐意购买更多的生鲜水产品^[18]。GB 28050—2011 对生鲜

农产品豁免主要是考虑到食品形态、既往营养素监测的稳定情况、企业执行能力等方面。但标准同时提到:豁免强制标示营养标签的预包装食品,如果在其包装上出现任何营养信息时,应按照本标准执行^[19]。然而,生鲜农产品由于不同品种、不同产地、不同年份的营养成分差异很大,难以按本标准的要求进行定量标注,但不标示营养信息又无法有效引导消费者选购农产品,这是目前亟需解决的矛盾。因此,需要探索适合生鲜农产品自身特点的营养信息标示方法。2017 年起,国家卫健委开始对 GB 28050 进行修订。

1.2.3 食药物质标准与营养指标

为规范保健食品原料的使用和安全评价,2002 年,原卫生部《关于进一步规范保健食品原料管理的通知》规定了既是食品又是药品的物品名单(87 个)、可用于保健食品的物品名单(114 个)和保健食品禁用物品名单(59 个)。2015 年《食品安全法》规定,保健食品原料目录,由国务院食品药品监管部门会同国务院卫生行政部门、国家中医药管理部门制定、调整并公布;既是传统食品又是中药材物质(简称食药物质)管理工作由国家卫生健康委员会食品司主要负责。

目前食药物质尚没有单独的标准体系,一般包含在该物质的产品标准中,地理标志产品标准、等级规格标准中都涉及部分食药物质。本文梳理了食药物质名单中已经制定国家或行业、地方标准的农产品,并检索了标准中是否含有营养指标(表 2)。研究发现食药物质名单中仅有 1/4 的农产品制定了标准,在这些标准中约有半数含有营养成分指标。如 DBS45/015—2015《食品安全地方标准 火麻仁》中规定火麻仁中的 α -亚麻酸需 $\geq 6.0\text{g}/100\text{g}$ 。GB/T 21142—2007《地理标志产品 泰兴白果》对白果中的蛋白质、淀粉、可溶性糖、总黄酮、银杏萜内酯的含量都做了限定。GB/T 20442—2006《地理标志产品 宝清红小豆》对红小豆中的粗蛋白和淀粉含量做了要求。含有营养指标的标准还有 GB/T 7901—2018《黑胡椒》、GB 14963—2011《食品安全国家标准 蜂蜜》等。

2 国际生鲜食品营养标准发展趋势

2.1 生物强化定义草案

营养强化农产品作为一种创新型农产品,富含人体所需的微量营养素,对于消除“隐性饥饿”,提高消费者营养健康水平具有重要作用。在种植业方面,国际作物营养强化项目(HarvestPlus)已经培育了富含维生素 A、叶酸、锌的小麦、玉米、水稻品种,在“营养不良”人口最多的非洲和南亚地

区进行推广, 目前已有 50 万农户开始种植和食用富含微量营养素的营养强化作物, 改善了地区人口营养不良的问题^[34-36]。2004 年我国启动实施了作物营养强化项目, 培育富含微量营养素的作物新品种^[34,37-38]。养殖业方面, 加拿大率先以亚麻籽为原料生产富含 ω -3 不饱和脂肪酸的鸡蛋, 一枚鸡蛋约可提供 200—300mg 不饱和脂肪酸^[39]。随后澳大利亚、日本、新西兰、德国等均有富含 ω -3 鸡蛋进入市场^[40-41]。此类农产品不断进入市场, 得到消费者的青睐, 但目前尚没有科学的

定义。因此, 在 2014 年国际食品法典委员会营养与特殊膳食分委员会第 36 次会议上, 提出了关于生物强化的定义草案《Proposed Draft Definition for Biofortification》。截至 2018 年, 此项国际标准仍在讨论中。在我国, 学者们相继提出了功能农业、功能性农产品、保健农业、保健农产品、中医农业、营养型农业、营养型农产品、营养导向型农业、营养强化农产品、作物营养强化等多个名词术语, 也迫切需要进行规范统一, 以引导消费者的科学认知和产业的健康发展。

表 2 食药物质标准中含有的营养指标

Table 2 Nutrition indicators in medicine and food homology standards

标准编号 No. of standard	标准名称 Name of standard	营养指标 Nutrition indicator
GB/T 22300-2008	丁香 ^[20] Clove	-
GB/T 7652-2016	八角 ^[21] Star anise	-
GB/T 20351-2006	地理标志产品 怀山药 ^[22] Product of geographical indication-Huai rhizome dioscoreae	-
NY/T 1065-2006	山药等级规格 ^[23] Grades and specifications of yams	-
DBS45/015-2015	食品安全地方标准 火麻仁 Hemp seed	α -亚麻酸 α -linolenic acid
GB/T 19618-2004	甘草 ^[13] Licorice	甘草酸 Glycyrrhizic acid
GB/T 21142-2007	地理标志产品 泰兴白果 ^[24] Product of geographical indication Taixing ginkgo nut	蛋白质、淀粉、可溶性糖、总黄酮、银杏萜内酯 Protein, starch, Soluble sugar, total flavonoids, ginkgolides
GB/T 31735-2015	龙眼 ^[25] longan	-
GB 12049-1989	鲜龙眼 ^[26] Fresh longan	-
GB/T 32727-2016	肉豆蔻 ^[27] Nutmeg	-
GB/T 21824-2008	地理标志产品 永春佛手 ^[28] Product of geographical indication-Yongchun Foshou tea	-
GB/T 20452-2006	仁用杏杏仁质量等级 ^[29] Standard for the quality of apricot kernel	-
GB/T 23234-2009	中国沙棘果实质量等级 ^[30] Fruit grades of <i>Hippophae rhamnoides</i> L. subsp. <i>Sinensis</i> Rousi	总黄酮、维生素 C Total flavonoids, Vc
GB/T 30391-2013	花椒 ^[31] Prickly ash	-
NY/T 599-2002	红小豆 Small red bean	-
GB/T 20442-2006	地理标志产品 宝清红小豆 ^[32] Product of geographical indication-Baoqinghong adzuki bean	粗蛋白、淀粉 Protein, starch
GB/T 22345-2008	鲜枣质量等级 ^[33] Grades of fresh Chinese jujube fruit	-
NY/T 694-2003	罗汉果 Luo hanguo	-
NY/T 2303-2013	农产品等级规格 金银花 Grades and specifications of agricultural products- <i>Lonicera japonica</i> flos	-

续表 2

标准编号 No. of standard	标准名称 Name of standard	营养指标 Nutrition indicator
GB/T 30383-2013	生姜 Ginger	钙(以氧化物计) Calcium
DB52/T 543-2016	地理标志产品 连环砂仁 Product of geographical indication the Lianhuan Alpina zerumbet (pers) Burtter smith	-
NY/T 1504-2007	莲子 Lotus seed	-
GB/T 20353-2006	地理标志产品 怀菊花 Product of geographical indication Huai flos chrysanthemum	-
GB/T 30637-2014	食用葛根粉 Edible kudzu powder	葛根素 Puerarin
GB/T 7901-2018	黑胡椒 Black pepper	粗纤维、胡椒碱 Crude fibre, piperine
GB 14963-2011	食品安全国家标准 蜂蜜 Honey	葡萄糖、蔗糖、锌 Glucose, sucrose, zinc
GB/T 32736-2016	干薄荷 Dried peppermint	-

2.2 生鲜食品营养标签与功能声称

发达国家在生鲜农产品营养标签方面已进行了诸多探索。2015年,日本开始实施新《食品标识法》。该法把食品分为“加工食品”“生鲜食品”“添加剂”。明确区分了生鲜食品与加工食品的标签内容。由于生鲜食品与加工食品的差异,其标签标识应当有所差别,不能笼统的执行相同标准。日本新《食品标识法》的先进之处就在于首先将“生鲜食品”与“加工食品”进行明确的区分,然后根据各自差异规定标识内容^[42]。从2012年开始,美国农业部食品安全检验署要求袋装家禽绞肉或碎肉产品(如火鸡肉和碎牛肉等)、整肉或切割肉产品(如鸡胸肉或牛排等)在产品标签上需注明其营养成分。营养成分需要列出的项目包括能量、脂肪总量以及饱和脂肪含量。其中,绞肉或碎肉产品还需列出其中所含瘦肉和脂肪的比例。加拿大关于 ω -3鸡蛋的相关规定指出 ω -3加强型鸡蛋可以在包装上声称“ ω -3多元不饱和脂肪酸来源”,但鸡蛋必须在标准服用量或参考量(即50g)含有0.3g以上 ω -3多元不饱和脂肪酸。

国际上关于食品功能声称有较成熟的管理办法和惯例^[43-44]。在日本,农产品的功能声称也有相关标准可寻。日本自2015年4月起执行《功能性标示制度》,在医药品、特定保健用食品、营养功能食品的基础上,新加入了可对功能性做出标示的食品——“功能性标示食品”^[45]。“功能性标示食品”是指企业根据科学依据在产品包装上标示功能性内容,并向消费者厅申报的食品。功能性农产品是指所有农林水产品或经科学认证的含有对人体健康有益的功能性成分的农林

水产品^[46]。

3 建立我国农产品营养标准体系的思考

3.1 我国农产品营养标准现状分析

通过梳理发现,我国农产品营养标准体系建设仍处在起步阶段,仅有部分农产品标准包含营养成分指标,未形成层次清晰、标准化对象明确的农产品营养标准体系。目前几大较成熟的农产品相关的标准体系侧重各有不同,虽然其标准实用性、时效性良好,但标准化对象都不是农产品营养品质本身。例如,农产品等级规格标准体系主要用来对农产品等分级,为农产品贸易流通提供依据,以外观、组织形态、杂质率等可以直观判断的感官指标为主;绿色食品标准体系则是绿色食品认证时必须依据的技术性文件;农产品地理标志标准主要关注该地区的自然因素或者人文因素。农产品营养标准体系是营养导向型农业的技术支撑,其构建的意义是整体上指导育种、种养殖管理等农业生产工作。因此,还需要在现行标准基础上,构建我国农产品营养标准体系。

3.2 我国农产品营养标准体系基本框架

2018年1月,农业农村部批准成立农业农村部农产品营养标准专家委员会(农质发〔2018〕2号),负责开展农产品营养标准的研究、拟定、审定、宣贯、咨询、国际合作交流等工作^[47]。制定农产品营养标准的目的是为了适应小康社会和人民群众美好生活的需要,适应农业供给侧结构性改革和转型升级的要求,加快推进农业由增产导向转向提质导向。专家委员会组织行业专家、龙头企业多次研讨,形成了构建

我国农产品营养标准体系的初步构想。

农产品营养标准分为基础标准、营养成分检测方法标准、营养品质评价标准、营养标签标识标准、产品标准、生产技术规程等6个方面。从营养角度将农产品划分为3类,开展分类评价。大宗农产品:大米、小麦、猪肉等,强调在膳食中的基础地位,重点分析主要提供的营养素种类,评价营养素的全面性和均衡性。特色农产品:枸杞、蓝莓、燕麦等具有一定功效作用的农产品、食药物质,强调在膳食中的补充促进地位,重点评价其特征性营养成分和健康功效。营养强化农产品:富硒稻谷、铁锌强化小麦等,强调特殊人群的营养素缺乏,重点评价强化的那种营养素的含量水平。

3.3 我国农产品营养标准体系发展建议

3.3.1 整合专业力量,完善组织保障

农产品营养标准体系的研究与建立,涉及范围广、部门多,既是一项开创性的工作,又是一项系统工程,需要在农业农村部指导下,列入今后农业标准研究与制定的重要任务,统筹安排、协同推进。需要农业相关科研单位,联合国家卫生健康委、中国疾病预防控制中心、中国营养学会、中国保健协会、中国食品工业协会等技术力量,协同攻关,借助已有的农业、食品、营养学研究基础,加快农产品营养标准体系的研究与建设。

3.3.2 遵循科学合理、配套融合、动态开放原则

科学合理原则是指,农产品营养标准体系的建立要符合《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国食品安全法》《中华人民共和国农产品质量安全法》《中国食物与营养发展纲要》、《国民营养计划(2017—2030年)》等法律和指导性文件。配套融合原则是指农产品营养标准体系是现代农业标准体系的重要组成部分,与农业技术标准体系密切相关,与食品营养标准体系相互关联。农产品营养标准体系纵向要与国家现代农业标准体系紧密衔接,横向要与农业技术标准体系相互配套、与食品营养标准体系相融合,实现结构清晰、层次分明、上下契合、左右衔接、内外连通。动态开放原则即农产品营养标准体系要综合考虑农产品生产主体,力求反映和突出当前我国农产品供给的特点和发展水平。同时需要借鉴国际与发达国家经验,并充分考虑未来我国农产品供给的新趋势、新模式、新问题和新需求。

3.3.3 以科学研究为基础,合理制定标准

建立农产品营养标准体系的目的是形成农产品营养品质的评价体系。采用科学的指标和数据描述和评价营养品质。因此,标准体系的建立应以营养品质评价研究为基础。研究需要根据中国居民的膳食模式、不同农产品的特点,针对不

同类别农产品建立其营养评价的标尺。

参考文献:

- [1] 钱永忠, 汤晓艳. 农产品质量分级标准与实施. 北京: 中国标准出版社, 2013: 340-346.
- [2] NY/T 2113-2012. 农产品等级规格标准编写通则.
- [3] 中国绿色食品发展中心. 最新中国绿色食品标准. 北京: 中国农业出版社, 2017.
- [4] 郭春民, 张劲松. 浅谈绿色食品标准问题. 中国标准化, 2001, 1 (7): 51-52.
- [5] 陈倩. 我国绿色食品标准体系建设及发展探讨. 农产品质量与安全, 2010, (2): 23-26.
- [6] 朱新鹏. 陕西省富硒大米地方标准制订的思考. 陕西农业科学, 2014, 60 (9): 85-87.
- [7] 翁昆, 刘铁兵, 胡国桥, 张亚丽. 富硒茶的质量与标准. 中国茶叶加工, 2014, (1): 5-7.
- [8] 王寒, 陈通. 我国农产品地理标志发展现状分析. 西安电子科技大学学报(社会科学版), 2008, 18 (4): 101-105.
- [9] SUCIU N A, FERRARI F, TREVISAN M. Organic and conventional food: comparison and future research. *Trends in Food Science & Technology*, 2019, 84: 49-51.
- [10] HIGASA S, NEGISHI Y, OKUZAKI M, NARITA K, TSUJIMURA M. Comparison of nutrient compositions and organoleptic characteristics of organically vs. conventionally grown komatsuna and spinach. *Journal for the Integrated Study of Dietary Habits*, 2012, 23 (1): 26-32.
- [11] DANGOUR A D, KAREN L, ARABELLA H, ANDREA A, ELIZABETH A, RICARDO U. Nutrition-related health effects of organic foods: a systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2010, 92 (1): 203-210.
- [12] 韩军花, 李晓瑜. 特殊食品国内外法规标准对比研究. 北京: 中国医药科技出版社, 2017.
- [13] GB/T 19618-2004. 甘草.
- [14] MHURCHU C N, EYLES H, JIANG Y, BLAKE-LY T. Do nutrition labels influence healthier food choices? A analysis of label viewing behaviour and subsequent food purchases in a labelling intervention trial. *Appetite*, 2018, 121: 360-365.
- [15] WILSON M D, RAM REZ A S, ARSENAULT J E, MILLER L M S. Nutrition label use and its association with

dietary quality among latinos: the roles of poverty and acculturation. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 2018, 50 (9): 876–887.

[16] ACTON R B, LANA V, DAVID H. Influence of front-of-package nutrition labels on beverage healthiness perceptions: Results from a randomized experiment. *Preventive Medicine*, 2018, 115: 83–89.

[17] 杨月欣, 韩军花. GB 28050–2011《食品安全国家标准预包装食品营养标签通则》实施指南及示例解析. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[18] 李明爽. 美国学者发现: 加挂营养标签能够促进生鲜海产品销售. 中国水产, 2016, (6): 77.

[19] GB 28050–2011. 食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则.

[20] GB/T 22300–2008. 丁香.

[21] GB/T 7652–2016. 八角.

[22] GB/T 20351–2006. 地理标志产品 怀山药.

[23] NY/T 1065–2006. 山药等级规格.

[24] GB/T 21142–2007. 地理标志产品 泰兴白果.

[25] GB/T 31735–2015. 龙眼.

[26] GB 12049–1989. 鲜龙眼.

[27] GB/T 32727–2016. 肉豆蔻.

[28] GB/T 21824–2008. 地理标志产品 永春佛手.

[29] GB/T 20452–2006. 仁用杏杏仁质量等级.

[30] GB/T 23234–2009. 中国沙棘果实质量等级.

[31] GB/T 30391–2013. 花椒.

[32] GB/T 20442–2006. 地理标志产品 宝清红小豆.

[33] GB/T 22345–2008. 鲜枣质量等级.

[34] 文琴, 张春义. 满足健康需求的营养型农业与营养分子育种. 科学通报, 2015, 60 (36): 3543–3548.

[35] PFEIFFER W H, MCCLAFFERTY B. Harvestplus: breeding crops for better nutrition. *Crop Science*, 2007, 47 (Suppl. 3): S–88.

[36] CAKMAK I. Harvestplus zinc fertilizer project: Harvestzinc. *Better Crops with Plant Food*, 2012, 96: 17–19.

[37] 贾敬敦, 王东阳, 张辉. 食物与营养健康科技创新研究报告. 北京: 中国科学技术出版社, 2016: 188–203.

[38] FAN Y L, WAN J M, LEI X G. Progress of harvestplus China program. *Journal of Agricultural Science & Technology*, 2009, 11 (1): 1–6.

[39] MARSHALL A C, KUBENA K S, HINTON K R, HARGIS P S, ELSWYK M E V. n–3 Fatty acid enriched table eggs: a survey of consumer acceptability. *Poultry Science*, 1994, 73 (8): 1334–1340.

[40] 孙小琴, 龚月生. 高 n–3 多不饱和脂肪酸鸡蛋的开发研究进展. 饲料博览, 2005, (2): 27–29.

[41] LEWIS N M, SEBURG S, FLANAGAN N L. Enriched eggs as a source of n–3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Acta Veterinaria*, 2017, 79 (7): 971.

[42] MAEDA Y M, OHTANI T. Development of functional agricultural products utilizing the new health claim labeling system in Japan. *Bioscience Biotechnology & Biochemistry*, 2018, 10: 1–10.

[43] MART N S V, SIANI A. Health claims made on food in the EU: The edge between scientific knowledge and regulatory requirements. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, 69: 315–323.

[44] MATHIOS A D. The importance of nutrition labeling and health claim regulation on product choice: an analysis of the cooking oils market. *Agricultural & Resource Economics Review*, 1998, 27 (2): 159–168.

[45] 张卫. 日本: 实施功能标示食品制度食品产业受惠. 中国食品, 2016, 699 (11): 35.

[46] 万晓文, 李丛, 武媛, 岳秋颖, 陈晓凡, 朱卫丰. 中医药食疗产品功用声称标签管理问题刍议—借鉴美国功能食品标签管理的制度创新. 江西中医药大学学报, 2017, 29 (6): 7–11.

[47] 朱大洲. 农业部农产品营养标准专家委员会在京成立. 中国农业科学, 2018, 51 (5): 990.

我国膳食模式为什么还要以谷类为主？

Why Is Dietary Pattern Still Cereal-based in China?

徐海泉¹ 杜松明² 孙君茂¹ 马冠生³

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 中国营养学会, 北京 100053;
3. 北京大学公共卫生学院, 北京 100191

摘要: 膳食模式是指膳食中各类食物的数量及其在膳食中所占的比重, 我国传统膳食模式是以谷薯类食物为主。近35年来, 随着我国居民生活水平的不断提升, 谷类食物的消费量出现下降趋势, 下降幅度达204g/标准人日, 与此同时, 动物性食物的消费量却增加了100.8g/标准人日。谷类食物的供能比例也由1992年的66.8%下降至2017年的51.5%, 谷类食物在人体所需的营养供给来源中发挥着其他食物所不能替代的重要作用。除此以外, 谷类食物为主, 尤其是全谷物食物还可以降低糖尿病、直肠癌和心血管疾病的发病风险。因此, 为了促进身体健康, 我国居民还应继续坚持谷类为主的膳食模式。

关键词: 谷类; 主食; 膳食模式; 营养

Abstract: Dietary pattern refers to the quantity and proportion of different food in the diet, and cereal-based is a very important characteristic of traditional dietary pattern in China. With the improving of the residents' living standards, the cereal consumption is decreasing in recent 35 years [$-204\text{g}/(\text{person} \cdot \text{d})$], while the animal food consumption has increased by $100.8\text{g}/(\text{person} \cdot \text{d})$. The energy ratio provided by cereal has dropped from 66.8% in 1992 to 51.5% in 2017, and cereal play an important role as supply sources for the nutrients needed in body. In addition, cereal-based dietary pattern, especially the whole grain food, can also reduce the risk of diabetes, colorectal cancer and cardiovascular disease. Therefore, Chinese residents should still continue to adhere to the cereal-based dietary pattern for health.

Keywords: Cereal; Staple food; Dietary pattern; Nutrition

谷类食物主要包括米、面、杂粮及其制品, 是我国传统膳食的主体。谷类食物不仅可提供丰富的碳水化合物, 而且还是B族维生素、矿物质、膳食纤维和蛋白质的重要食物来源。谷类食物是人体最主要、也是最经济的能源食物。谷类为主是指谷薯类食物所提供的能量占膳食总能量的一半以上, 是我国居民平衡膳食模式的重要特征。谷类为主的膳食模式不仅保障了儿童青少年的正常生长发育, 而且在维持人体健康方面发挥着重要作用。

1 膳食指南倡导谷类为主的膳食模式

膳食指南是营养专家根据营养学原则, 结合本国国情, 教育居民采用平衡膳食, 以达到合理营养促进健康目的的指导性意见和公共政策基础。1989年, 中国营养学会首次发布《我国的膳食指南》。之后于1997年, 中国营养学会对其完成了第二版修订, 并更名为《中国居民膳食指南》。2007年, 中国营养学会又根据2002年中国居民营养与健康状况调查的结果及营养学的最新进展进行了再次修订, 并形成了第三版《中国居民膳食指南(2007)》。2016年, 中国营养学会又在2007版膳食指南基础上, 参考最新营养研究进展及2010—2012年中国居民营养监测结果对膳食指南进行了重新修订, 形成第四版《中国居民膳食指南2016》^[1-3]。目前现行的第五版膳食指南, 则是在国家卫生健康委员会组织和领导下, 经修订专家委员会多次研讨和论证后完成修订, 并于2022年发布的《中国居民膳食指南(2022)》。

尽管在首版膳食指南中, 除油脂和酒类外, 未对包括谷类食物在内的其他类别食物摄入给出明确建议, 但受我国传统饮食习惯的影响, 谷类食物自古以来一直承担着居民主食的角色。在后来修订的三版膳食指南中, “谷类为主”均被列

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(项目编号: 201503001-1); 2016农业部部门预算项目。

作者简介: 徐海泉(1983-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 营养经济政策。

通信作者: 马冠生(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 营养与健康、食物营养政策。

入到膳食指南的第一条目中。尽管在第五版中调整为“食物多样，合理搭配”，但在对该准则的详细阐述中，仍提出“谷类为主是平衡膳食模式的重要特征”（表1）。不同修订版本，

总条目数虽稍有增减，但是“食物多样、谷类为主”始终列于膳食指南第一条目，且对其阐释也基本保持一致，无不说明谷类为主对我国居民膳食的重要营养意义。

表1 《中国居民膳食指南》对谷类食物膳食建议比较

年代	总条目数	具体建议	推荐量
1989	8	食物多样	无
1997	8	食物多样、谷类为主	300~500g
2007	10	食物多样、谷类为主、粗细搭配	250~400g, 其中粗粮、杂粮和全谷类食物 50~100g
2016	6	食物多样、谷类为主	250~400g, 其中全谷物和杂豆类 50~150g、薯类 50~100g
2022	8	食物多样, 合理搭配 (内容中提及“谷类为主是平衡膳食模式的重要特征”)	200~300g, 其中全谷物和杂豆 50~150g; (薯类 50~100g, 单独提出)

2 我国居民谷类食物消费量正逐渐减少

谷类食物是中国传统膳食的主体，随着经济的发展和人们生活水平的提高，以往较为匮乏的动物性食物，其消费量正不断上升，从而导致谷类食物摄入量正逐渐减少，其膳食主体地位也正逐渐下降。中国居民营养与健康状况调查及中国居民营养与慢性病状况报告结果表明，自1982—2017年的35年间，谷类食物消费量平均下降204g/标准人日，与此同时，动物性食物消费量却增加了100.8g/标准人日。从食物的能量供给来看，2017年谷类食物所提供能量占51.5%，其中城市和农村地区分别为47.0%和54.6%，城市地区明显低于55%~65%的合理范围。与1992年相比，谷类食物所供能量减少15.3个百分点。2017年动物性食物所提供能量占17.2%，其中城市和农村地区分别为20.3%和15.0%，与1992年相比，增加了7.9个百分点，其中城市和农村分别增加了5.1和8.8个百分点（表2，表3）^[4-5]。

3 谷类为主有利于促进身体健康

近30年来，我国居民的膳食结构正在悄然发生着变化，

谷类食物消费量呈逐年下降，与此同时，动物和油脂类食物消费量则逐年增多，从而导致总能量摄入过多。而对谷类食物的过度精加工所导致的B族维生素、矿物质和膳食纤维的大量丢失，却又引起了对这些营养素的摄入不足。所有这些因素促使了慢性非传染性疾病发生风险的增加。

3.1 谷类营养价值对膳食的贡献

谷类食物中，碳水化合物可占到总重量的75%~80%、蛋白质约为8%~10%，而脂肪仅占1%左右，另外还含有一定量矿物质、B族维生素和膳食纤维等营养素。谷类为主是平衡膳食的基本保证。中国居民营养与健康状况调查显示，我国居民每日由谷类食物所提供的营养素占每日摄入量的比例为，碳水化合物、蛋白质和脂肪分别占到87.8%、53.6%和10.1%，而维生素和矿物质分别占到4.9%~59.4%和24.5%~57.4%，膳食纤维占到47.4%^[4]。

谷类食物80%~90%的能量是由碳水化合物所提供。因此，膳食中只有将谷类食物供能比例达到总能量的50%~60%，再加上其他食物中的碳水化合物，才能达到世界卫生组织推荐的适宜比例。所以要坚持谷类为主，并保持每天有适量的谷类食物摄入^[2]。

表2 1982—2012年谷类食物平均摄入量 单位：g/标准人日

	全国					城市					农村				
	1982	1992	2002	2012	2017	1982	1992	2002	2012	2017	1982	1992	2002	2012	2017
合计	510	440	402	337	306	459	405	366	281	264	531	486	416	391	334
米及其制品	217	227	238	178	169	217	223	218	131	132	217	256	246	223	194
面及其制品	189	179	140	143	121	218	165	132	135	117	177	189	144	150	124
其他谷类	104	35	24	17	16	24	17	16	16	15	137	41	26	18	17

数据来源：中国居民营养与健康状况调查（2002）、中国居民营养与慢性病状况报告（2015年）、中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）

表 3 1992—2017 年全国城乡居民的膳食结构 (%)

	全国				城市				农村			
	1992	2002	2012	2017	1992	2002	2012	2017	1992	2002	2012	2017
能量的食物来源												
谷类	66.8	57.9	53.1	51.5	57.4	48.5	47.1	53.1	71.7	61.5	58.8	54.6
豆类	1.8	2.6	1.8	1.9	2.1	2.7	2.1	2.2	1.7	2.6	1.4	1.7
薯类	3.1	2.0	2.0	2.4	1.7	1.4	1.8	2.2	3.9	2.2	2.1	2.5
动物性食物	9.3	12.6	15.0	17.2	15.2	17.6	17.6	20.3	6.2	10.7	12.5	15.0
纯热能食物	11.6	17.3	18.3	19.5	14.3	19.3	19.6	19.4	10.2	16.5	16.8	19.7
其他	7.4	7.6	9.8	7.5	9.4	10.5	11.8	8.9	6.4	6.5	8.4	6.5
能量的营养素来源												
蛋白质	11.8	11.8	12.1	12.0	12.7	13.1	12.9	13.0	11.3	11.3	11.2	11.5
脂肪	22.0	29.6	32.9	34.6	28.4	35.0	36.1	36.4	18.6	27.5	29.7	33.2
碳水化合物	66.2	58.6	55.0	53.4	58.9	51.9	51.0	50.6	70.1	61.2	59.1	55.3

数据来源：中国居民营养与健康状况调查（2002年）、中国居民营养与慢性病状况报告（2015年）、中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）

3.2 全谷物与糖尿病、直肠癌和心血管疾病的发病风险

全谷物是指包含谷麸皮、胚芽和胚乳三部分的完整谷粒；全谷物食品是指具有完整颖果或经碾磨、挤碎、压片、水煮等加工但仍含有完整颖果所具备的胚乳、胚芽、麸皮三部分组分及天然营养成分的谷物。全谷物食物可以降低 2 型糖尿病发病风险，研究发现，全谷物摄入与 2 型糖尿病存在非线性相关。每天全谷物食品摄入量达到 2 份（相当于 60g）以上，就可以获得较大的健康效益，每天摄入 48~80g，2 型糖尿病发病风险可降至 0.74（95%CI：0.69~0.80）^[6-8]。每天摄入 85g 以上全谷物，可以不同程度的降低空腹血糖或餐后血糖^[9-11]。全谷物与结肠癌的发病也存在一定相关性。全谷物摄入量较高的人群结肠癌发病相对风险可降 21% [0.79（95%CI：0.72~0.86）]。全谷物食品摄入量增加 25g 或 50g，结肠癌发病率比降低 6% 以上。每天增加 90g 全谷物食品摄入量，结肠癌发生风险可降至 0.83（95%CI：0.78~0.89）^[12-13]。增加全谷物摄入量还可降低心血管疾病发病风险。每天摄入 1 份全谷类食物可显著降低心血管疾病的相对危险，每天摄入 3 份以上全谷类食物或 48~80g 全谷类食物会显著降低心血管疾病的发病风险，相对风险降为 0.79（95%CI：0.74~0.85）^[6,14]。心血管疾病高风险人群全谷物摄入量达到 3 份/d（相当于 90g/d）后，血脂、血压明显下降，冠心病、脑卒中等危险因素可有所缓解^[15-16]。

坚持谷类为主，增加全谷物摄入，不仅可以减少体重增

加的风险，而且还将有利于降低 2 型糖尿病、结直肠癌、心血管疾病等与膳食相关的慢性病的发病风险。

4 实施建议

4.1 坚持谷类为主的传统膳食

谷类为主是中国人平衡膳食的基础，坚持谷类为主，保持我国膳食的良好传统，避免高能量、高脂肪和低碳水化合物膳食的弊端。每天保持适量的谷类食物摄入，一日三餐都要摄入充足的谷类食物，一般成年人每天摄入谷类食物 250~400g 为宜。

4.2 健康合理消费谷类食物

在坚持谷类为主的前提下，注意粗细搭配，并经常摄入一些粗粮、杂粮和全谷类食物，每天摄入 50~100g。对谷类食物的加工要适度，避免因过度加工导致谷类表层所含维生素、矿物质等营养素和膳食纤维大量流失到糠麸之中。另外，由于居民对谷类食物的营养价值认识尚不全面，存在一定误区，如“认为过多食用谷类食物可导致肥胖”、“控制饮食就指控制谷类主食”等。所以，应加强对谷类食物营养价值的宣传，消除居民的错误认识，健康合理消费。

4.3 主食多样化

随着我国马铃薯主食化战略的不断推动，马铃薯作为薯类食物的典型代表，逐渐从副食消费转向主食消费。这无疑为我国居民主食多样化，提供了更多的营养主食选择。马铃

薯与其他谷类主食互为补充的消费, 不仅可充分利用马铃薯营养特性, 通过蛋白质互补作用提升二者的营养价值, 并且还可以补充马铃薯所富含的其他营养素。

4.4 市场供应多样化

在加强对居民营养宣传、健康消费引导的同时, 还应注意引导食品企业加大对谷类食物市场供给产品的生产研发, 丰富居民的购买选择。如果仅仅有需求而不能提供居民所需要的购买选择, 同样不能有效促进大家对谷类食物的消费。

参考文献:

[1] 中国营养学会. 中国居民膳食指南起源. [EB/OL]. [2016-09-15]. <https://dg.cnsoc.org/article/lsqy.html>.

[2] 中国营养学会. 中国居民膳食指南2016 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.

[3] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2007) [M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 2008.

[4] 王陇德. 中国居民营养与健康状况调查报告之一—2002综合报告 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.

[5] 国家卫生计生委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告(2020年) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020.

[6] Ye EQ, Chacko SA, Chou EL, et al. Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain [J]. *J Nutr*, 2012, 142 (7): 1304-1313.

[7] Aune D, Norat T, Romundstad P, et al. Dairy products and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 98 (4): 1066-1083.

[8] Nettleton JA, McKeown NM, Kanoni S, et al. Interactions of dietary whole-grain intake with fasting glucose and insulin-related genetic loci in individuals of European descent: a meta-analysis of 14 cohort studies [J]. *Diabetes*

Care, 2010, 33 (12): 2684-2691.

[9] Harris Jackson K, West SG, Vanden Heuvel JP, et al. Effects of whole and refined grains in a weight-loss diet on markers of metabolic syndrome in individuals with increased waist circumference: a randomized controlled-feeding trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2014, 100 (2): 577-586.

[10] 韩淑芬, 张红, 迟静, 等. 复合全谷豆粗杂粮对空腹血糖受损人群胰岛素抵抗及脂肪细胞因子的影响 [J]. *中华预防医学杂志*. 2014, 48 (1): 23-27.

[11] Lankinen M, Schwab U, Kolehmainen M, et al. Whole grain products, fish and bilberries alter glucose and lipid metabolism in a randomized, controlled trial: the Sysdi-met study [J]. *PLoS One*, 2011, 6 (8): e22646.

[12] Aune D1, Chan DS, Lau R, et al. Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies [J]. *BMJ*, 2011 (343): d6617.

[13] Kyrø C, Skeie G, Loft S, et al. Intake of whole grains from different cereal and food sources and incidence of colorectal cancer in the Scandinavian HELGA cohort [J]. *Cancer Causes Control*, 2013, 24 (7): 1363-1374.

[14] De Moura F. whole grain intake and cardiovascular disease and whole grain intake and diabetes review [M]. Bethesda MA: Life sciences research office, 2008.

[15] Kelly SA, Summerbell CD, Brynes A, et al. Wholegrain cereals for coronary heart disease [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007 (2): CD005051.

[16] Tighe P, Duthie G, Vaughan N, et al. Effect of increased consumption of whole-grain foods on blood pressure and other cardiovascular risk markers in healthy middle-aged persons: a randomized controlled trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2010, 92 (4): 733-740.

[17] 中国营养学会. 食物与健康: 科学证据共识 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.

植物基食品产业发展现状与趋势

Development Status and Trend of Plant-based Food Industry

刘锐^{1,3} 卢曼^{1,3} 李健^{2,3} 王沛^{1,3} 黄家章^{1,3}

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100081; 2. 北京工商大学, 北京 100048;

3. 中国绿色食品协会绿色农业与食物营养专委会, 北京 100081

摘要: 随着居民食物消费升级和对环境和可持续发展的关注, 植物性饮食逐步成为消费新时尚和饮食新理念, 带动植物基食品快速发展。本文选择植物肉和植物奶两类产品作为植物基食品的典型代表, 梳理介绍了植物肉和植物奶的概念界定、内涵演变、主要加工技术, 总结分析了市场消费现状和产业发展趋势。

关键词: 植物基食品; 产业发展; 现状; 趋势

Abstract: With the upgrading of residents' food consumption and the concern for the environment and sustainable development, plant-based diet has gradually become a new consumption fashion and a new diet concept, driving the rapid development of plant-based food. In this paper, two types of plant meat and plant milk products are selected as typical representatives of plant-based foods, and the concept definition, connotation evolution and main processing technology of plant meat and plant milk are introduced, and the current situation of market consumption and industrial development trend are summarized.

Keywords: Plant-based food; Industry development; Status; Trend

近年来, 随着消费者消费理念的升级、素食文化的兴起和对环境问题与动物福祉的责任感, 让植物基食品自带光环, 以植物为基础的营养将成为饮食界的主要趋势。“植物基食品”是一个相对较新的术语, 它代表了一种积极的绿色饮食运动, 即使用植物性食材。它的定义是直接以植物原料或其加工品为主要原料, 添加或不添加其他配料、食品添加剂

(含营养强化剂), 经加工制成的, 产品形态、质构等感官特性与相应的动物来源食品具有相似特征的制品。最初, 植物基食品只是为了帮助乳糖不耐人群解决其健康问题, 后来逐步演变为满足素食人群的需求, 还成为保护动物福利的解决方案, 得到越来越多消费者的青睐。从营养角度来看, 植物基食品具有优良的营养健康效能, 其中植物蛋白能够满足人的氨基酸、蛋白质的营养需求, 尤其大豆蛋白是优质蛋白, 完全可以满足人体对蛋白质营养的需求。此外, 植物蛋白还有低饱和脂肪酸、零胆固醇、无抗生素等特点。目前, “植物肉”“植物奶”“植物基全谷物食品”“植物基食用油”等新产品海量进驻市场, 几乎在所有渠道中都看到了植物基食品的增长。在后疫情时代, 人们对健康更加关注, 植物基食品在国内也开始热闹起来, 显示出非常大的发展潜力, 特别是头部食品企业也纷纷开始关注和进行植物基食品的市场布局, 2021年可以说是植物基食品发展的爆发年。

1 植物肉产业发展现状与趋势

1.1 植物肉概念和兴起

传统的植物蛋白肉产品在几个世纪以前就出现了, 它们以小麦面筋、大豆蛋白、蘑菇、大米等成分为主要原料, 经过凝胶或发酵等过程处理, 添加一定的调味料制作而成。豆腐被认为是最古老的植物蛋白肉产品, 其起源最早可以追溯到宋代。豆腐制作要经过制浆和成型两道工艺, 豆腐成品具有凝胶状的高吸收结构, 但是与肉类的差距还很大。在豆腐之后, 丹贝 (Tempeh) 是另一个以植物蛋白为原料制成的植物蛋白肉产品, 起源于印度尼西亚, 它是一种将霉菌

基金项目: 中国农业科学院农业科技创新工程“植物性食物消费趋势与多元化供给保障路径研究”(110242150001023)

作者简介: 刘锐, 主要从事粮食产业经济研究, liurui@caas.cn。

通讯作者: 黄家章, 主要从事营养导向型农业研究, huangjiazhang@caas.cn。

接种到煮熟的大豆和谷物中经过发酵制成的豆饼。与豆腐相比，它具有更加致密的结构。在此之后，人们又以大豆蛋白为原料生产出了腐竹，它是在煮沸豆浆的基础上形成的薄皮层。然而，这些传统的植物蛋白肉产品由于缺少肉类的关键特征，使人们很难将其与肉联系起来，也很难作为肉类替代品被消费者接受 (Hoek 等, 2013)。

现在我们所谈及的植物蛋白肉与豆腐、丹贝、腐竹等传统豆制品有着很大的区别，植物蛋白肉是以植物蛋白粉为原料，通过挤压组织化工艺制造出组织化蛋白或拉丝蛋白 (Manski 等, 2007)，再经过复水、斩拌、调味、成型等工艺，添加天然香辛料、植物油脂、植物提取色素等，得到的产品具有与动物肉类似的外观、风味和质地。质地和风味被认为是肉制品最重要的质量要素，也是目前植物蛋白肉生产过程中面临的最大挑战 (Egbert 和 Borders, 2006)。

2019 年迎来了植物蛋白肉发展的里程碑，全球连锁快餐品牌“汉堡王”在当年推出了一款牛肉零添加的新产品“不可能皇堡 (Impossible Whopper)”，这款汉堡是以植物蛋白肉为原料制成的，肉饼所含营养成分与牛里脊肉的对比如表 1 所示。Impossible Whopper 外观看上去与普通汉堡并无二样，味道也与真牛肉汉堡十分相似，但肉饼的脂肪含量低且不含胆固醇，所以受到消费者尤其是素食主义者的欢迎。

表 1 100g 牛里脊肉和植物蛋白肉中营养物质对比

	牛里脊肉 ^a	植物蛋白肉 ^b
蛋白质 (g)	19.6	17
热量 (kcal)	247	212
总脂肪 (g)	18.2	12.4
饱和脂肪酸 (g)	8.4	7
碳水化合物 (g)	0	8
胆固醇 (mg)	85	0
膳食纤维 (g)	0	2.7
抗生素 (mg)	—	0
维生素 B ₁₂ (mcg)	1.0	2.7
铁 (mg)	1.4	3.7
锌 (mg)	2.9	4.9
磷 (mg)	180	159.3

注：^a数据来自 <https://www.fatsecret.cn/>

^b数据来自 <https://impossiblefoods.com/burger/>

1.2 植物肉生产技术

肉类具有良好的嫩度、弹性、咀嚼性和多汁性，这些都得益于肉类的纤维结构。通过加工来改变蛋白质的空间结构，形成与动物肉类似的纤维结构和质地，是植物蛋白肉组织化过程中的一个重要目标。

植物蛋白中含有较高比例的球蛋白，以大豆蛋白为例，其球蛋白和 β -伴球蛋白含量分别为 40% 和 30% (陈云和王念贵, 2014; Liu 等, 2016)，组织化的目的是在温度、剪切、压力等物理场作用下，使球状蛋白质分子发生变性、分子链取向、重新交联，形成类似肌肉的组织结构，具有很多肉的特点，如可见纤维、咀嚼性、弹性、嫩度和多汁性等 (王翀等, 2008; 刘锐, 2020)。

目前植物蛋白组织化的技术主要是挤压组织化等。挤压是一种将温度、压力和剪切力相结合的热机械处理过程，蛋白质或淀粉在挤压螺杆的作用下糊化、熔融和断裂，并在低温模具中冷却成型 (Maurya 等, 2014)。在这个过程中，维持蛋白质三级结构的弱相互作用 (氢键、离子键、二硫键、范德华力等) 被破坏，球状蛋白分子伸展、解离，形成相对线性的结构，这些线性分子链在一定的温度和水分条件下发生分子间重组，形成类似于肉的组织结构 (郑雅丹, 2009)。

对于植物蛋白肉生产，组织化植物蛋白可以在低水分条件下 (<35%) 由单螺杆挤压机或在高水分条件下 (>50%) 由双螺杆挤压机挤出 (Lin 等, 2002)。低水分挤压得到的产品通常是膨化的，具有海绵状的结构，吸水速度较快，通常被填充到加工肉制品中用于提升保水性及防止产品收缩 (Lin 等, 2002)。高水分挤压过程中会减少能量耗散，防止产品膨化，促进蛋白质凝胶化、重组以及脂肪的乳化，可以赋予植物蛋白肉高度纤维化的质地 (Dekkers 等, 2018)。因此，高水分挤压更适合于植物肉的生产。

用于高水分挤压的双螺杆挤压机构造如图 1 所示，主要由固体输送区、熔体输送区和冷却成型区三个部分组成。在挤压过程中，物料通过进料口处的螺杆到达固体输送区，该区域的螺杆具有较大的螺纹深度和螺距，主要作用为输送和混匀原料；物料从给料区被输送到熔体输送区，该区域螺杆的螺纹深度和螺距减小，转速、温度、压力升高，物料在此区域黏度降低，开始发生从固体到熔融状态的转变；随后在高压作用下经过冷却成型区后通过喷嘴排出，与外界接触，形成纤维状 (康立宁, 2007)。挤出过程受温度、螺杆转速、物料含水率及成分组成等因素的影响 (Basediya 等, 2013)。

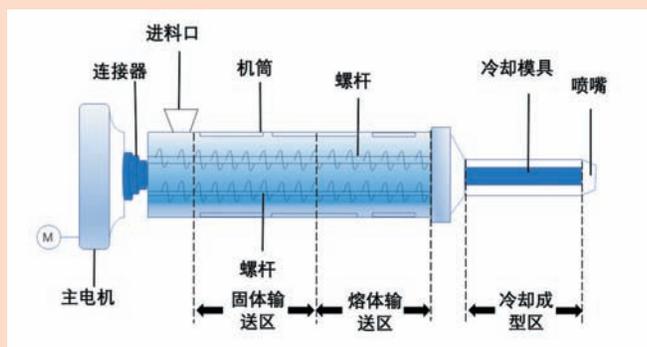


图1 双螺杆挤压机

1.3 植物肉市场和消费现状

(1) 全球市场 Kellogg's 独占鳌头，Beyond Meat 和 Impossible Foods 引领行业

食品行业巨头接连布局，Kellogg's 占据近一半市场，Conagra's Gargain、Beyond Meat 和 Kraft Heinz's Boca 在市场也有不错表现，分别占全球植物肉市场份额的 9.8%、6.8%、4.2%（陈娇和毛一凡，2019）。

创立于 2009 年的 Beyond Meat 使用豌豆蛋白生产植物肉产品，2014 年 Beyond Beef 和 Beyond Chicken 两种主要产品面市，2016 年推出了占公司主要营收的 Beyond Burger。Beyond Meat 于 2019 年 5 月上市，为人造肉第一股，随后在麦当劳、肯德基等门店进行产品测试。由于 Beyond Meat 在 2019 年的鲜肉产品销售的零售点、餐饮和餐饮平台的服务点增多，并扩展了用户需求，使其 2019 年第三季度首次实现季度盈利。由于 Beyond Meat 的产品口感好，受到素食主义者青睐也被很多非素食主义者接受。Beyond Meat 主要在美国生产销售，在很多大型连锁店包括亚马逊、全食、克罗格公司和艾伯森公司均有销售，同时在全球五万多零售商和餐馆均有销售 [商业周刊（中文版）和星期零，2021]。

2011 年，斯坦福大学生物化学教授帕特里克·布朗为减少畜牧业对环境的危害在加州创立了 Impossible Foods。2016 年，Impossible Foods 推出标志性产品 Impossible Burger，并在 2018 年获得了犹太洁食认证。该公司植物肉的特色在于肉饼带有血汁，烤制时还会滋滋作响。这种植物牛肉饼的原料为大豆蛋白、椰子油和血红素。虽然血红素可以直接从大豆根部提取，但采用转基因酵母能更有效率地生产植物血红素。因为涉及转基因技术，因此目前此类产品还未进入中国内地。Impossible Foods 主要销售渠道是餐饮，2018 年已与美国 5000 多家餐厅合作，2019 年与知名汉堡连锁店“汉堡王”合作推出不可能皇堡（Impossible Whopper）。Im-

possible Foods 未来的重点将放在零售板块，寻求与美国部分杂货店合作，售卖汉堡肉饼，实现餐饮和零售的同步发展。

(2) 国内传统企业与初创企业齐头并进

随着全球素食的兴起，国内包括深圳齐善食品、江苏鸿昶食品、宁波素莲食品在内的素食食品厂在电商平台上架了素鸡腿、素猪排、素贡丸等产品，目前这三家的销售渠道主要是寺庙和素食餐厅。

自 2019 年植物肉热点以来，国内出现了大量诸如星期零、珍肉、Hey Maet、新素食等人造肉初创公司。

星期零（STARFIELD）是一家专注于植物肉的企业，主要产品有植物肉饼、黑椒芝士植物肉丸、植物汉堡肉酱等。星期零于 2019 年 11 月与“奈雪的茶”合作，共同开发了“未来汉堡”“绿星汉堡”和“墨西哥肉沫卷”三款植物肉产品。2019 年底，星期零推出了利用分子感官技术模拟出肉风味更自然的植物肉 2.0，并与多个热门 IP 联动，在“未来停泊站 SC-42”的品牌嘉年华活动现场展示了多款以植物肉 2.0 为原料的小吃：“奈雪酒屋”的 STARFIELD 黑椒肉丸子、“拉面说”的 STARFIELD 重庆小面、“青苔行星”的 STARFIELD 西贡生菜杯等。2021 年星期零已合作了喜茶、奈雪、德克士、正大集团、Tim Hortons 等 100 多个品牌，覆盖了全国超 5500 家门店。

珍肉成立于 2019 年 8 月，是国内首家植物肉初创公司，同期，珍肉与北京工商大学合作，推出植物肉苏式月饼。除了线上零售，珍肉与不少餐饮企业联合推出了植物肉类菜单；2020 年，珍肉先后与许小树、QMex 库迈、Side Street 街旁推出汤煮植物肉人造汉堡肉饼等产品；2021 年，珍肉与本土精酿啤酒品牌北平机器合作上新了“老北京含炸丸子”“植物肉排煎饼”和“红烩汉堡排”三款植物肉料理，与 FOOD-BOWL 健康轻食发布了“咖喱植物肉丸”，联合 Wobbit 窝边草推出“植物肉寿司碗”“瑞典植物肉小丸子”等产品。

Hey Maet 采用大米蛋白配比这一独家技术，利用豌豆、大豆、大米等植物蛋白加工组织化蛋白和拉丝蛋白，已经研发出的产品有汉堡、小酥肉以及符合国人饮食习惯的饺子、肉粽、下饭酱、月饼等。

新素食是一家主打“整块植物五花肉”的植物肉全产业链公司，其产品肥瘦相间，有皮、有层次，可以广泛运用在火锅、烤肉和各种小吃等方面。根据新素食董事长高松的介绍，新素食的整块五花肉是自主设计的重组蛋白，和市场上的拉丝蛋白不一样，这也带来了更好的品质，且更有成本上比动物肉更低的优势。2021 年，新素食与豌豆全产业链龙头企业双塔食品签署了包括但不限于原料、生产研发、渠道、

品牌及资本等方面的合作协议。同年8月，新素食联手中国国潮寿桃品牌寿盈门推出中秋植物肉月饼，备受市场关注。

(3) 全球植物肉市场增速快，市场空间大

2019年，全球人造肉的市场规模约为121亿美元，预计每年将以15%的速度增长，预测2025年将达到279亿美元（陈娇和毛一凡，2019）。2019年美国植物肉市场规模约9.4亿美元，相较2017年增长了38%，全球占比约为20%，是目前全球植物肉最大的消费市场（刘畅，2020）。

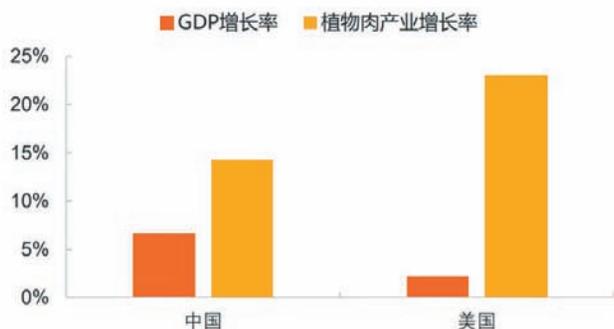


图2 中美植物肉产业与GDP增长对比
(资料来源：天风证券，2020)

2018年，中国植物肉产业的市场规模约为9.1亿美元，同比增长14.2%（刘畅，2020），这一数据表明中国市场的前景可期。根据Euromonitor的预测，到2023年，中国人造肉市场规模将达到130亿美元，预计中国和泰国对人造肉的需求在未来五年内将增加200% [商业周刊（中文版）和星期零，2021]。

中国的植物肉市场并没有直接和主食肉类形成竞争，其地位还仅是消费者丰富饮食的选择或者少数素食者和宗教人士的需求。根据中国人的传统消费习惯，素食仿荤非常常见，如素鸡、素烧肥肠、素炒腰花等，但这些并不属于植物肉，且大部分消费者对植物肉还停留在“含有有害添加剂”“口感比不上肉”等诸多不良印象里。

在已经购买植物肉的消费人群中，健康是消费者再次购买的主要原因，占购买植物肉动机的50%，其次是环保、口味和新潮（图3） [商业周刊（中文版）和星期零，2021]。调查发现植物肉在年轻消费者中更受欢迎，90后是植物肉的主要消费人群，且消费占比随着年龄的增大而下降。且与美国不同，中国植物肉消费者63%为女性，仅有37%为男性 [商业周刊（中文版）和星期零，2021]。这一数据也表明了更偏爱肉类的男性对于植物肉的接受程度更低。

复购植物肉消费动机

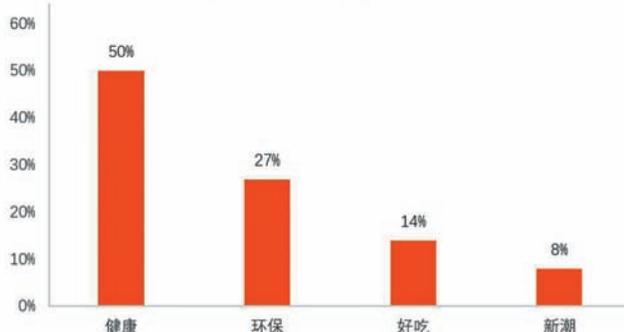


图3 复购植物肉消费动机

(资料来源：《2021中国植物肉行业洞察白皮书》)

1.4 植物肉产业发展趋势

目前来看，由于植物肉市场份额相比传统肉类少之又少，各植物肉企业均在寻求合作拓展销售渠道。零售起家的Beyond Meat积极寻求与餐饮业的合作，主打餐饮的Impossible Foods也开始涉猎零售市场；国内植物肉公司不约而同纷纷与各大知名连锁餐饮企业、热门IP、网红合作推出新产品，以提高知名度打开市场，在获得更多关注度后进行产品销售。除此之外，由于植物肉本身的“健康”属性，部分公司将其作为原料推出营养价值高、卡路里含量低且单价较高的素食沙拉等产品，其目标消费人群为消费能力较强且希望保持身材的女性或健身人士。

拓展植物肉市场，离不开技术的支持，植物肉企业需与高校合作共同攻克技术难题。星期零和珍肉都与北京工商大学进行过合作，不断研究推出适合国人口味、符合国人饮食习惯的植物肉产品。因此如何研制出营养、外观、口感都更近似传统肉类的产品是当下植物肉企业和相关科研人员的研究重点。

价格是使植物肉在市场上具备竞争力、继而走向百姓餐桌的关键，由于目前植物肉仍然在上升期，市场需求量小、无法实现规模化生产导致售价较高。供应链的稳定与广泛需求是降低植物肉单价的重中之重。Right Treat公司数据显示2016年植物肉单位成本为5.65美元/磅，2017年为5.48美元/磅，而2019年则为4.3美元/磅。随着产业的发展和技术的革新，植物肉的价格在未来会与肉类持平，甚至更低。

2 植物奶产业发展现状与趋势

2.1 植物奶定义与分类

1963年，瑞典隆德大学教授Arne Dahlqvist发现人体存

在“乳糖不耐受现象”，由此展开植物奶产品的相关研究。植物奶是以豆类（如大豆、豌豆）、坚果类（如杏仁、核桃、榛子、巴达木等）、谷物类（大米、燕麦等）或者其他种子类（如芝麻、椰子、火麻仁、亚麻籽等）为原料制成的，具有与牛奶制品相类似的外观和口感的植物乳饮品。国际上对植物奶的理解基本相同，但对植物奶的命名问题存在一定争议。例如欧盟议会于2017年制定第171号修正案，提议禁止植物性产品使用“奶”“黄油”“奶油”“酸奶”等术语，禁止使用类似动物乳制品的包装形式与图片等。由于共有45.6万名消费者签署反对请愿书，该修正案于2021年5月正式撤回（Kim, 2021），但同样引发行业对植物奶命名的持续讨论。“植物奶”翻译自英文单词 Plant-based milk，目前国内对植物奶的叫法大多沿用英文直译。国内植物奶的定义同样存在行业讨论，目前未有统一定义，行业较普遍叫法是“植物奶”或“植物蛋白奶”，并以原料区分，如杏仁奶、豆奶、核桃奶等。

植物奶可以直接饮用，也可以搭配咖啡、茶饮等，近年来受到越来越多消费者喜爱。2018—2021年，在欧洲和中亚的谷物、坚果、种子类的植物基饮品消费年均复合增长率达到20%，全球消费者对植物奶饮品的需求不断上升（利乐公司，2021）。

植物奶主要以谷物、坚果、豆类等为原料，位于食物链上游，一定程度上可缓解传统奶制品生产过程中存在的环境保护和动物福利问题，符合低碳绿色可持续发展理念。其中杏仁奶是植物奶中需要水资源投入最多的品类，但生产同量的杏仁奶仍然只需要牛奶生产所需水资源投入的一半。由表2可见，在生产同等升数饮品条件下，植物奶在产生二氧化碳和消耗土地资源以及水资源方面都远低于牛奶（Poore 和 Nemecek, 2018）。

表2 生产1升饮品对环境的影响

品类	二氧化碳 (千克)	土地资源 (平方米)	水资源 (升)
牛奶	3	9	628
杏仁奶	0.7	0.5	371
糙米乳	1.2	0.3	270
豆奶	1	0.7	28
燕麦乳	0.9	0.8	48

资料来源：Poore 和 Nemecek, 2018

植物奶按照原料不同，主要分为豆类、坚果类、谷物类

和其他种子类（表3）。除了此前消费者熟悉的大豆、核桃、花生外，燕麦、藜麦等谷物以及豌豆、鹰嘴豆等豆类也被制成植物奶产品。以欧洲和亚洲市场为例，米类、坚果类和谷物种子类的植物奶在2017—2020年间增速超过31%。大豆和杏仁等传统植物奶仍占有较大市场，其中亚洲是豆奶最大的消费市场，约占全球豆奶消费的93%（利乐公司，2021）。

表3 植物基饮品种类

植物基饮品种类	原料组成
豆类	大豆、豌豆、鹰嘴豆
坚果类	杏仁、核桃、榛子、腰果、松子
谷物类	大米、燕麦、青稞、藜麦
其他种子类	芝麻、椰子、火麻仁、亚麻籽

2.2 欧美植物奶市场与消费概况

Research and markets (2020) 市场研究数据显示，全球植物奶市场到2024年预计达到215.2亿美元，近4年的市场复合年增长率达10.18%，其中美国和欧洲的植物奶市场发展较为充分。

全球范围内植物奶市场快速发展，美国出现了一批具有代表性且发展快速的植物奶企业，如豌豆乳品牌 Ripple Foods，植物奶品牌 Califia Farms、WhiteWave、Blue Diamond、Elmhurst 等。近年来，美国市场的植物基底乳饮品市场，杏仁奶以64%的市场份额位居植物奶细分品类第一，豆奶以13%的市场份额位居第二，椰奶的市场份额为12%位居第三，同时燕麦奶以206%的年增长率成为美国市场增速最快的植物奶细分品类。

欧洲植物奶市场发展快速，销售额从2018年的12亿欧元增长到2020年的16亿欧元，增长率36%（Bechtold 和 Will, 2021）。德国、西班牙、意大利、英国和法国的植物奶销售额较高，2020年国内销售额分别达到3.96亿欧元、3.18亿欧元、2.31亿欧元、2.26亿欧元和1.87亿欧元。从销售量上看，德国、西班牙的植物奶销售量最高，在2020年分别达到25000万升和24600万升（Bechtold 和 Will, 2021）。

2.3 中国植物奶市场与消费概况

植物蛋白饮品在我国饮用历史悠久，早在十四世纪早期，人们开始用大豆磨制豆浆。当前，我国植物奶市场不局限于露露、椰树、银鹭等传统植物奶品牌。2017年，达利集团推出“豆本豆”豆奶，上市当年产品销售额达到10个亿。2018年瑞典燕麦奶品牌 Oatly 进入中国市场，与咖啡馆合作，

快速打开中国燕麦奶市场。2019年5月,农夫山泉推出三款植物基酸奶,为国内首创植物基酸奶系列产品。同时,伊利、蒙牛、飞鹤、维维、洽洽等企业布局植物奶市场。传统乳品和饮品企业的加入,使我国植物奶市场竞争激烈,各细分品类不断创新(表4)。

近年来,随着健康膳食理念的兴起、对乳糖不耐受症的关注以及新生活方式的影响,植物奶在我国越来越受消费者喜爱。据天猫新品创新中心数据,2020年我国植物蛋白饮料市场增速高达800%,购买人数上升900%,在饮料市场中增长贡献率达到15.5%,排名第三,仅次于饮用水和茶饮品类。欧睿国际数据显示,2019年我国植物蛋白饮品市场规模达536.9亿元,且以每年20%的增速快速增长(中粮我买网,2020)。

表4 我国部分植物奶企业及其产品类别

产品类别	品牌
豆奶饮品	达利豆本豆、伊利植选、维维、维他奶、唯怡
杏仁露饮品	承德露露
核桃乳饮品	养元六个核桃、绿岭、网易严选
燕麦乳(奶)	欧扎克、oat oat、宜多麦、小麦欧耶、每日盒子
椰汁饮品	椰树、菲诺、欢乐家、特种兵
混合坚果饮品	荷乐士、洽洽
植物性酸奶	达利豆本豆、伊利植选、农夫山泉、维维、臻养酸奶

2.4 植物奶产业发展展望

(1) 产品营养强化

植物奶一定程度上存在营养不充分的问题,在营养价值上和牛奶有一定差异性。例如,除大豆豆奶以外,其他植物奶的蛋白质含量一般低于牛奶。普通牛奶的蛋白质含量为3.3-3.5g/100mL,豆奶产品的蛋白质含量在3.0g/100mL的水平,接近牛奶含量,其他植物奶的蛋白质含量基本在1%左右。植物奶产品可以适当进行营养强化,如碳酸钙和磷酸三钙盐是常用的钙强化剂。

(2) 产品多样性延伸

随着植物奶产品日益受到消费者喜爱,植物奶产品从液态奶逐渐延伸到其他品类,如酸奶、奶油、冰淇淋和奶酪等。自2016年开始,植物基酸奶、植物基冰淇淋、冷冻酸奶、植物基奶油等细分品类快速发展,国内不少乳品和饮料企业也积极布局,推出植物基酸奶等产品。

(3) 技术升级推动产品质量提升

植物奶在营养健康方面发展前景巨大,但是营养和口感均衡产品的开发,仍需要先进的加工技术。例如通过酶解、均质等工艺,饮品沉淀和乳化情况可以被控制在适当范围内,在避免沉淀过多情况下,呈现较好的口感和风味。同时也需要避免过分加工调配,避免材料成本上的浪费,并尽可能完整保存植物奶本身营养元素和口感风味。

参考文献:

[1] Ahluwalia N, Herrick K A, Terry A L, et al. Contribution of whole grains to total grains intake among adults aged 20 and over: United States, 2013-2016 [J]. NCHS Data Brief, 2019, (7): 341.

[2] Albarracín M, Talens P, Martínez-Navarrete N, et al. Physicochemical properties and structural characteristics of whole grain *Oryza sativa* L. with different treatments [J]. Food Science and Technology International, 2016, 22 (4): 333-342.

[3] Basediya A L, Sheela P, Shrivastava S P, et al. Effect of process and machine parameters on physical properties of extrudate during extrusion cooking of sorghum, horse gram and defatted soy flour blends. [J]. Journal of Food Science and Technology, 2013, 50 (1): 44-52.

[4] Bechtold Kai-Brit, Will Donovan. Plant-based foods in Europe: How big is the market? [R]. Smart Protein Project, 2021.

[5] Dekkers B L, Boom R M, van der Goot A J. Structuring processes for meat analogues [J]. Trends in Food Science & Technology, 2018, 81: 25-36.

[6] Egbert R, Borders C. Achieving success with meat analogs [J]. Food Technology, 2006, 60 (1): 28.

[7] Ertl K, Goessler W. Grains, whole flour, white flour, and some final goods: an elemental comparison [J]. European Food Research and Technology, 2018, 244 (11): 2065-2075.

[8] Fernández V, Eichert T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization [J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2009, 28 (1/2): 36-68.

[9] Hoek A C, Elzerman J E, Hageman R, et al. Are meat substitutes liked better over time? A repeated in-home use test with meat substitutes or meat in meals [J]. Food

Quality & Preference, 2013, 28: 253–263.

[10] Kim H. The rise of plant-based milk [EB/OL]. Sentient Media, 2021–07–23. <https://sentientmedia.org/plant-based-milk/>.

[11] Lin S, Huff H E, Hsieh F. Extrusion process parameters, sensory characteristics, and structural properties of a high moisture soy protein meat analog [J]. Journal of Food Science, 2002, 67 (3): 1066–1072.

[12] Liu C, Cheng F, Sun Y, et al. Structure-function relationship of a novel PR-5 protein with antimicrobial activity from soy hulls [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64 (4): 948–959.

[13] Liu J, Rehm C D, Micha R, et al. Quality of meals consumed by US adults at full-service and fast-food restaurants, 2003–2016: persistent low quality and widening disparities [J]. The Journal of Nutrition, 2020, 150 (4): 873–883.

[14] Magalis R M, Giovanni M, Silliman K. Whole grain foods: is sensory liking related to knowledge, attitude, or intake? [J]. Nutrition and Food Science, 2016, 46 (4): 488–503.

[15] Manski J M, van Riemsdijk L E, van der Goot A J, et al. Importance of intrinsic properties of dense caseinate dispersions for structure formation [J]. Biomacromolecules, 2007, 8 (11): 3540–3547.

[16] Maurya A K, Said P P. Extrusion processing on physical and chemical properties of protein rich products-An overview [J]. Cancer Causes & Control, 2014, 12 (5): 461–475.

[17] Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers [J]. Science, 2018, 360 (6392): 987–992.

[18] Research and Markets. Global Plant Based Milk Market (Soy Milk, Almond Milk and Rice Milk): Insights, Trends and Forecast (2020–2024) [R]. Research and Markets, 2020.

[19] Riccardi G, Costabile G. Carbohydrate quality is key for a healthy and sustainable diet [J]. Nature Reviews Endocrinology, 2019, 15 (5): 257–258.

[20] Statistics MRC. Whole grain and high fiber-global market outlook (2015–2022) [EB/OL]. [https://www.](https://www.strategymrc.com/report/whole-grain-and-high-fiber-market)

[strategymrc.com/report/whole-grain-and-high-fiber-market](https://www.strategymrc.com/report/whole-grain-and-high-fiber-market).

[21] Whole Grains Council. 2018 consumer survey results [EB/OL]. <https://wholegrainscouncil.org/blog/2018/09/our-2018-consumer-survey-results-are-here-and-momentum-toward-whole-grains-stronger>.

[22] Whole Grains Council. Whole grain statistics [EB/OL]. <https://wholegrainscouncil.org/newsroom/whole-grain-statistics>.

[23] 安红周, 杨波涛, 李扬盛, 等. 糙米全谷物食品研究现状与发展 [J]. 粮食与油脂, 2013, 26 (2): 40–43.

[24] 陈娇, 毛一凡. 人造肉产业深度研究 [R]. 兴业证券, 2019.

[25] 陈云, 王念贵. 大豆蛋白质科学与材料 [M]. 化学工业出版社, 2014.

[26] 董吉林, 李林, 张文杰, 等. 谷物脱皮加工技术的研究现状 [J]. 粮食与饲料工业, 2014, (11): 1–4.

[27] 康立宁. 大豆蛋白高水分挤压组织化技术和机理研究 [D]. 西北农林科技大学, 2007.

[28] 利乐公司. 植物基饮品白皮书 [R]. 利乐公司, 2021.

[29] 刘畅. 蛋白新能源, 深度探索人造肉行业革命之路 [R]. 天风证券, 2020.

[30] 刘锐. 植物肉 (人造肉) 产业发展与生产技术 [N]. 中国食品报, 2020–05–05.

[31] 刘阳, 赵佳, 邢青斌, 等. 我国谷类及其制品主要成分分析 [J]. 中国食物与营养, 2019, 25 (10): 53–57.

[32] 卢黄华, 丁玉琴, 曾端辉, 等. 糙米全谷物食品加工新技术及产品的开发 [J]. 食品工业, 2015, 36 (6): 246–250.

[33] 孟宁, 刘明, 张培茵, 等. 低温等离子体技术在全谷物加工中的应用进展 [J]. 食品工业科技, 2019, 40 (24): 332–337.

[34] 孟岳成, 俞小良. 谷物杂粮复配技术与营养互补 [J]. 食品工业科技, 2009, 30 (2): 339–342.

[35] 屈凌波. 我国全谷物食品加工的发展现状与前景 [J]. 粮食加工, 2014, 39 (5): 8–10.

[36] 商业周刊 (中文版) 和星期零. 2021 中国植物肉行业洞察白皮书 [N]. Bloomberg Businessweek 商业周刊 (中文版), 2021–4–29.

[37] 谭斌, 刘明, 吴娜娜, 等. 发展糙米全谷物食品改善国民健康状况 [J]. 食品与机械, 2012, 28 (5): 2–5.

- [38] 谭斌, 乔聪聪. 中国全谷物食品产业的困境、机遇与发展思考 [J]. 生物产业技术, 2019, (6): 64-74.
- [39] 谭斌. 我国全谷物定义、标签标识及标准体系构建的思考 [J]. 食品工业科技, 2013, (4): 14-16, 18.
- [40] 王翀, 刘欣, 张春红, 等. 湿法纺丝组织化大豆分离蛋白影响因素的研究 [J]. 农业科技与装备, 2008 (3): 69-70.
- [41] 许阳, 胡新中, 张恒, 等. 燕麦米-大米混配米饭的营养及食用品质评价 [J]. 中国粮油学报, 2012, 27 (11): 14-18.
- [42] 姚惠源. 大力发展杂粮产业和全谷物食品推进粮食供给侧结构性改革 [J]. 粮油食品科技, 2017, 25 (3): 1-3.
- [43] 姚铁俊, 姚惠源. 全谷物食品及其健康因子的现代营养学研究现状与展望 [J]. 粮油与食品工业, 2015, 22 (2): 3-8.
- [44] 尤颖. 发芽糙米的研究现状及发展前景 [J]. 粮食与油脂, 2020, 33 (3): 14-15.
- [45] 张康逸, 何梦影, 杨帆, 等. 真空冷冻干燥条件对多谷物全粉品质影响的研究 [J]. 现代食品科技, 2017, 33 (7): 163-171.
- [46] 张美, 杨登想, 张丛兰, 等. 不同品种大米营养成分测定及主成分分析 [J]. 食品科技, 2014, 39 (8): 147-152.
- [47] 张欣, 户少武, 章燕柳, 等. 叶面施锌对不同水稻品种稻米锌营养的影响及其机理 [J]. 农业环境科学学报, 2019, 38 (7): 1450-1458.
- [48] 张勇, 郝元峰, 张艳, 等. 小麦营养和健康品质研究进展 [J]. 中国农业科学, 2016, 49 (22): 4284-4298.
- [49] 赵芑, 郭斐, 董笑晨, 等. 全谷物食品行业概况和发展趋势 [J]. 现代食品, 2018, (15): 8-12.
- [50] 郑雅丹. 植物蛋白的纤维组织化技术研究 [D]. 浙江工业大学, 2009.
- [51] 中粮我买网. 2020 年中国植物蛋白饮品行业研究报告 [R]. 中粮我买网, 2020.

营造健康食物环境 促进儿童健康成长

Developing the Health Supported Social Environment for Childhood Obesity Prevention and Control

徐海泉¹ 孙君茂² 马冠生³

1. 农业农村部食物与营养发展研究所, 北京 100089; 2. 国家食物与营养咨询委员会;
3. 北京大学公共卫生学院营养与食品卫生学系

摘要: 肥胖已成为影响人类健康的全球性公共卫生问题, 且已对我国儿童的健康成长构成了巨大威胁。食物环境是指食物获取的可及性、可负担性以及便利性等因素。越来越多的研究表明, 作为食物环境的重要组成方面, 社会文化、食物税收政策、食品广告、社区食物环境和社区建成环境等因

素, 对儿童肥胖的发生均产生不同程度的影响。在全力推进健康中国建设和全面建成小康社会并向“2035 年基本实现社会主义现代化”目标迈进的同时, 更需要加强食物环境的综合优化, 营造可持续的健康食物环境, 预防和控制儿童肥胖, 促进儿童健康成长。这也是落实习近平总书记所提出四个面

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目 (71804079)、国家卫生健康委员会疾病预防控制局委托项目、国家自然科学基金国际 (地区) 合作交流项目 (71861147003)、中国农业科学院科技创新工程 (ASTIP2021)、中央级公益性科研院所基本科研业务费项目 (161042202002、161042202007)

作者简介: 徐海泉 (1983-), 男, 山东高密人, 研究员, 主要研究方向为营养经济与政策。

通讯作者: 孙君茂, sunjunmao@caas.cn; 马冠生, mags@bjmu.edu.cn。

向中——“面向人民生命健康”要求的具体体现。

关键词：社会环境；税收；建成环境；食物环境；社会文化；食品广告；儿童肥胖

Abstract: Obesity has become a global public health problem that affects human health and poses a huge threat to the health of children in China. More and more studies have shown that social environment factors such as social culture, food tax, food advertising and marketing, community food environment and community-built environment could have impact on childhood obesity. While fully developing the healthy China and building a moderately prosperous society in all respects and moving towards the goal of “Achieving socialist modernization by 2035”. It’s also necessary to strengthen the comprehensive social environment, develop a sustainable and health-supported environment for childhood obesity control and children growing up healthily. This is also a reflection of the four aspects proposed by General Secretary Jinping Xi- “For the lives and health of Chinese people”.

Keywords: Social environment; Taxation; Built environment; Food environment; Social culture; Food advertising; Childhood obesity

肥胖已成为影响人类健康的全球性公共卫生问题，并被世界卫生组织列为 21 世纪威胁人类健康的最严重疾病之一^[1]。近年来，我国儿童肥胖问题日益凸显。《中国儿童肥胖报告》指出，我国 7 岁以上儿童青少年超重、肥胖率分别由 1985 年的 2.1% 和 0.5% 增至 2014 年的 12.2% 和 7.3%，超重、肥胖人数也由 615 万增至 3496 万^[2]。至 2030 年，如果不采取相应干预措施，儿童超重肥胖患病率将达到 28%，患病人数也将增至 4948 万人^[3]。儿童肥胖更是成人高血压、糖尿病等多种慢性病的重要危险因素，可引发各种心理和社会问题。食物环境是指食物获取的可达性、可负担性以及便利性等因素。伴随社会经济的不断发展，食物环境对儿童肥胖的影响越来越受到相关学者及政府管理部门的重视。本文现就社会文化环境、食物税收政策、食品广告营销、社区食物环境和社区建成环境等方面阐述食物环境对儿童肥胖发生的影响，呼吁全社会共同参与推进食物环境优化，促进对儿童肥胖的预防和控制，保障儿童健康成长。

1 社会文化环境

不同文化背景人员对体重和健康的认识亦有不同。对肥

胖人群的社会心理学特征分析发现，受教育水平与体重指数呈显著负相关。受教育程度越低，对自身健康体重和体型的关注程度越低，并且只有在体重增加导致健康问题出现后才会注意控制体重。因此，不同社会文化背景可导致其健康意识不同，进而影响其肥胖的发生风险。

社会文化对体重的影响还体现在人们的审美倾向上。中国传统文化认为“胖”象征着富足与健康，儿童发胖更显其可爱与健康。过去物质相对匮乏，民间观念认为胖是家境殷实的象征和身体健康的表现。“胖娃娃”“胖小子”则是中国传统文化对儿童的一种喜称，寄托着普通百姓对儿童健康的向往。在民间文学作品和民间工艺品中的胖娃娃形象，更是加深了大众关于肥胖对健康有益无害的错误认识。而受传统“多吃身体才能健康”的观念影响，较多家长尤其是祖父母认为“能吃”“吃得多”便是健康，鼓励儿童多吃而非适量吃。吃得多少也就成为衡量儿童是否健康的外在尺度。大众传媒也会影响人们的健康信念、认知和行为，从而对肥胖的发展起到一定助推作用。受时尚读物所传播的“纤瘦为美”的影响，较多青少年对自己体形的满意度欠佳。

科学看待并正面引导社会文化的发展，对传统文化中的错误认知及时纠正，使公众养成科学的社会文化价值观。充分发挥专家的公信力，借助各种宣传渠道，大力宣传正确的营养健康知识，引导儿童从小养成“以健康为美”的科学审美观。

2 食物税收政策

作为一项重要的政策杠杆工具，食物税收除能增加政府财政收入外，也是调节居民食物消费的重要手段。为减少对高脂、高糖类食物消费，预防和控制儿童肥胖的发生，部分国家已开始对其进行征税。世界卫生组织也发出倡议，希望通过实施含糖饮料税收来减少大众对含糖饮料的过量摄入。

从全球范围来看，墨西哥、英国、澳大利亚、爱尔兰、丹麦等和美国的多个州等均已实施对含糖饮料征收“糖税”或类似税收^[3]。墨西哥是含糖饮料消费最高的国家之一，并由此导致居民肥胖及相关慢性病患者率也在逐年上升。为控制超重肥胖等慢性病的高发，墨西哥政府于 2014 年开始对含糖饮料征收消费税（1 比索/L），有效降低了含糖饮料的消费，并使人均体重指数下降 0.15kg/m²，肥胖率下降 2.54%，低收入群体和 20~35 岁青年群体健康受益将会更加明显。至 2030 年，通过含糖饮料征税，可使墨西哥糖尿病患者减少 8.6~13.4 万人^[4-6]。为控制肥胖发生，澳大利亚医疗协会和爱尔兰政府于 2010 年提出对蛋糕和肉制品等高脂食品征收特

别税。同年，英国政府也开始对汉堡、薯条、黄油征收17.5%的增值税^[7]。2011年丹麦政府开始对饱和脂肪含量超过2.3%的食品征收16克朗/kg的销售税，该政策的实施使丹麦居民饱和脂肪摄入量减少了4.0%，儿童肥胖率60年来首次出现下降^[8]。

通过征收高糖、高脂税，既可降低居民对不健康食品的消费，同时还可将该部分税收用于补贴居民购买蔬菜、水果等健康食品，这在一定程度上改善了居民的消费行为，控制了肥胖的发生^[9]。我国应借鉴其成功经验，探索建立适合我国国情的高糖、高脂食物税收政策，以减少对高能量食物的消费，控制我国儿童肥胖患病率不断攀升的势头。

3 食品广告营销

近年来，长期食用不健康食品造成的健康危害逐步凸现，各国政府开始加大对不健康食品广告的管理力度，甚至将其提升为维护国家健康安全的战略高度，而电视食品广告在各项治理措施中首当其冲。2005年，爱尔兰开始禁止快餐和糖果的电视广告^[10]。2006年，欧洲53国卫生部长通过的一项抵制肥胖的共同章程就包含限制商家向儿童进行高脂、高能食品广告宣传^[11]。面对各国对儿童食品广告的强大压力，食品企业开始将资金从电视媒体向学校和互联网倾斜，并将不健康食品宣传与各类学习、体育设备捐助相关联，或在自动贩卖机上出售^[12]。

与欧洲国家相比，亚洲各国在该问题上采取的行动仍略显滞后。也有亚洲国家开始采取应对措施，如日本法律规定电视台不得播出儿童食品广告，韩国法律也禁止食品公司在电视、广播和网络广告中使用免费玩具和附加商品促销，并且规定上午7点至9点、下午5点至晚上8点时间段禁止播放“高能量、低营养”的食品和饮料广告^[13]。2007年，马来西亚开始禁止快餐公司赞助儿童电视节目以及在儿童电视节目中播放快餐广告^[14]。

目前，国内面向儿童的不健康食品广告播放依然屡见不鲜，在电视广告中各类儿童膨化食品、汉堡、炸鸡翅、炸薯条以及含糖饮料等均经常可见。不健康食品在我国的发展势头迅猛。因此，政府管理部门应当加强对食品广告播放的监管，限制儿童节目或儿童观看高峰时食品广告播出，以减少儿童对高能量食物的消费，控制儿童肥胖的发生。

4 社区食物环境

随着社会经济的发展，越来越多快餐店、餐厅、便利店、

超市和外卖食品的出现，使得人们选择外出就餐或外卖食品的机率越来越高，导致能量摄入过高、肥胖风险增加。社区食物环境对儿童肥胖的影响更是受到了越来越多的关注，在培养儿童饮食行为方面起到至关重要的作用，可影响儿童的食物选择，进而对体重产生影响。

目前关于社区食物环境与儿童体重状况的研究发现，减少与提供综合服务餐厅、零售面包店、水果蔬菜商店和饮料商店的接触，通常会增加肥胖的发生风险；而减少与乳制品商店的接触，通常会有预防作用。对于城市儿童，减少水果、蔬菜市场可增加肥胖发生风险；对于郊区儿童而言，减少饮料商店可增加肥胖发生风险；对于农村儿童来说，减少健康食品和保健食品商店可增加肥胖发生风险^[15]。大型超市的可达性能够降低社区居民肥胖的发生风险，而新式便利店均有含糖饮料、糖果等不健康食品提供，可增加肥胖的发生风险。在欧美等发达国家，低收入群体对便利店、快餐店中高能量密度食物较易获得，但前往大型超市购买健康食品的便利性较差。而超市供应的食物新鲜多样，有利于促进膳食平衡。不同类型餐馆对体重的影响不一。综合餐厅密度与体重负相关，距离与体重的关系尚不明确。快餐店密度和距离与体重呈正相关^[16]。尽管快餐店就餐方便、价格低廉，但是食物多以油炸为主，能量密度较高，容易导致能量摄入过多。综合餐厅的食物，虽然价格较高，但是种类丰富，烹调方式多样，并且有更多新鲜蔬菜水果供应，因此更健康。

总之，社区食物环境对儿童肥胖的影响已得到相关研究数据支持。对生活区域周边餐饮及食物店铺应当合理布局，增加能够促进对蔬菜、水果及膳食多样化摄入的健康餐厅，同时应减少新式便利店中高能量食物而增加蔬菜、水果等健康食物的售卖。同时也要注意综合考虑多层次食物环境、身体活动环境以及个体特征等综合因素。

5 社区建成环境

关于建成环境与儿童肥胖关系的研究，国内尚处于起步阶段，但社区建成环境对儿童身体活动及肥胖发生的影响已得到大量国际研究证实^[17-18]。近年来，该领域也逐渐受到国内众多学者的关注。社区建成环境主要涉及建成环境对开展身体活动的可及性和适用性。建成环境可及性是指前往公园、体育设施等目的地的距离以及交通条件是否适宜出行。

研究发现，前往各类休闲设施、公园和学校的距离和时间对儿童身体活动起着重要影响，到体育设施的距离和时间越短，越能促进身体活动^[19]。另有研究表明，公园可及性与身体活动水平呈显著正相关^[20]，公园的可及性越好，则越有

利于身体活动。同样,休闲娱乐设施可及程度越好,越有利于闲暇时间的步行活动^[21]。除各类设施、健身场所和公园绿地外,其他环境特征也与身体活动密切相关。周边运动场地、休闲设施及街道路口等密度的增加,则有助于提高中高强度的身体活动^[22]。此外,人口及住宅密度与儿童身体活动密切相关^[23]。对中国儿童青少年而言,居住密度过高会降低其身体活动,增加肥胖风险^[24]。而欧美国家则相反,居住密度越高越有利于儿童身体活动的增加^[25-26],可能因不同国家和地区居住密度差异所致。欧美国家的城市居住密度相对较低,而中国城镇化扩张导致居住密度在原本较高的水平上进一步提升,导致儿童活动空间被进一步压缩。复杂的交通环境不利于儿童青少年身体活动开展,较好的交通设施和街道贯通性则有助于提高身体活动。在土地混合利用区域,食物环境(高脂、高糖快餐店和食品店等)不健康程度也会较高,从而对健康体重产生负面影响。

目前,我国正处于城镇化建设高速发展期,对新建小区的开发和原有小区的重建规划,应充分考虑建成环境对居民健康的影响,统筹考虑小区选址及整体设计。后续研究中,还应继续扩大不同地理区域研究,开展针对城市、郊区及农村建成环境与身体活动和体重相关性研究,评估其他社会经济状况、邻里特征与建成环境的相互作用对儿童肥胖的影响。

6 小结与展望

儿童是国家的未来与希望,关系到党和国家的长治久安。儿童的健康成长与食物环境息息相关。伴随我国社会经济的不断繁荣和进步,一些负面影响和消极因素可能会对儿童的健康成长产生不容忽视的影响,使得他们的健康面临严峻地威胁和挑战。在健康中国建设的背景下,儿童营养及健康发育更显其意义重大。在我国全面建成小康社会并向“2035年基本实现社会主义现代化”目标迈进的同时,更需推动食物环境的综合优化,营造可持续的健康食物环境,遏制儿童肥胖的增长趋势,保障儿童健康成长。这也更是落实习近平总书记所提出四个面向中——“面向人民生命健康”的具体体现。

参考文献:

[1] World Health Organization. Obesity data and statistics [EB/OL]. (2021-01-01) [2021-10-23]. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity/data-and-statistics>.

[2] 马冠生. 中国儿童肥胖报告 [M]. 北京: 人民卫生

出版社, 2017.

[3] 蔡鹏飞. 税收与糖的 PK [J]. 中国税务, 2018, 5: 39.

[4] 蔡豪, 张建芬, 孙君茂, 等. 墨西哥含糖饮料征税案例分析 [J]. 中国食物与营养, 2018, 24 (02): 53-55, 58.

[5] BARRIENTOSGUTIERREZ T, ZEPEDATELLO R, RODRIGUES E R, et al. Expected population weight and diabetes impact of the 1-peso-per-litre tax to sugar sweetened beverages in Mexico [J]. PloS One, 2017, 12 (5): e0176336.

[6] SÁNCHEZ-ROMERO L M, PENKO J, COXSON P G, et al. Projected impact of Mexico's sugar-sweetened beverage tax policy on diabetes and cardiovascular disease: a modeling study [J]. PloS Med, 2016, 13 (11): e1002158.

[7] 王巍. 肥胖税在国内征收的不可行性分析 [J]. 商, 2012, 15: 102-103.

[8] SMED S, SCARBOROUGH P, RAYNER M, et al. The effects of the Danish saturated fat tax on food and nutrient intake and modelled health outcomes: an econometric and comparative risk assessment evaluation [J]. Eur J Clin Nutr, 2016, 70 (2): 681-686.

[9] 黄秋敏, 贾小芳, 姜红如, 等. 世界部分国家“高糖、高油、高盐”食品征税及效果分析 [J]. 营养学报, 2020, 42 (03): 215-218.

[10] 佚名. 欧洲各国政府加大力度整治“垃圾食品” [EB-OL]. [2020-11-29]. <https://info.food.hc360.com/2005/01/21102247889.shtml>.

[11] 佚名. 欧洲出台全球首个反肥胖章程. 英国禁播垃圾食品广告 [EB-OL]. [2020-11-29]. <https://fund.jrj.com.cn/news/2006-11-20/000001793079.html>.

[12] MATTHEWS A E. 'Children and obesity: a pan-European project examining the role of food marketing' [J]. Eur J Public Health, 2008, 18 (1). DOI: 10.1093/eurpub/ckm015.

[13] Han E, Powell LM, Kim TH. Trends in exposure to television food advertisements in South Korea. Appetite. 2013 Mar; 62: 225-31. doi: 10.1016/j.appet.2012.10.015. Epub 2012 Oct 26. PMID: 23108149.

[14] 佚名. 马来西亚禁止儿童电视节目播放快餐广告 [EB-OL]. [2020-11-29]. <https://news.sina.com.cn/w/>

2007-06-23/143713295392.shtml.

[15] Jia P, Xue H, Cheng X, et al. Effects of school neighborhood food environments on childhood obesity at multiple scales: a longitudinal kindergarten cohort study in the USA [J]. BMC medicine, 2019, 17 (1): 1-15.

[16] Chen H J, Wang Y. Changes in the neighborhood food store environment and children's body mass index at peripuberty in the United States [J]. Journal of Adolescent Health, 2016, 58 (1): 111-118.

[17] 沈晶, 杨秋颖, 郑家鲲, 等. 建成环境对中国儿童青少年体力活动与肥胖的影响: 系统文献综述 [J]. 中国运动医学杂志, 2019, 38 (04): 312-326.

[18] RENALDS A, SMITH TH, HALE PJ. A systematic review of built environment and health [J]. Fam Community Health, 2010, 33 (1): 68-78.

[19] An R, Shen J, Yang Q, et al. Impact of built environment on physical activity and obesity among children and adolescents in China: a narrative systematic review [J]. Journal of sport and health science, 2019, 8 (2): 153-169.

[20] LIU H, LI F, LI J, et al. The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China [J]. J

Environ Manage, 2017, 190: 223-230. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.12.058.

[21] 魏焯. 居住周围环境对青少年身体活动量的影响模式 [J]. 体育科技 (广西), 2016, 37 (04): 105-107+111.

[22] 何晓龙, 庄洁, 朱政, 等. 影响儿童青少年中高強度体力活动的建成环境因素——基于 GIS 客观测量的研究 [J]. 体育与科学, 2017, 38 (01): 101-110+51.

[23] 黄晓霞, 钱雯, 尉敏琦, 等. 居住周边环境对居民身体活动水平影响 [J]. 中国公共卫生, 2014, 30 (4): 412-416.

[24] XU F, LI J, LIANG Y, et al. Residential density and adolescent overweight in a rapidly urbanising region of mainland China [J]. J Epidemiol Commun H, 2010, 64 (11): 1017-1021.

[25] KLIGERMAN M, SALLIS J F, RYAN S, et al. Association of neighborhood design and recreation environment variables with physical activity and body mass index in adolescents [J]. Am J Health Promot, 2007, 21 (4): 274-277.

[26] NORMAN G J, NUTTER S K, RYAN S, et al. Community design and access to recreational facilities as correlates of adolescent physical activity and body-mass index [J]. J Phys Act Health, 2006, 3 (s1): S118-S128.

食物采购行为、身体质量指数和膳食状况与地区发展水平的关系

Food Acquisition Practices, Body Mass Index, and Dietary Outcomes by Level of Rurality

Michelle C. Kegler Radhika Prakash April Hermstad Kate Anderson Regine Haardörfer
Ilana G. Raskind

The Journal of Rural Health 38.1 (2022) : 228–239.

Abstract: Purpose Rural residents are more likely to be obese than urban residents. Research on how people navigate their local food environments through food acquisition behaviors, such as food shopping and restaurant use, in different types of communities may help to create a deeper understanding of the multilevel determinants of obesity. **Methods** Data are from a national sample of US adults ages 18–75. Respondents were recruited from an online survey panel in 2015 and asked about food shopping, restaurant use, diet and weight (N = 3, 883). Comparisons were made by level of rurality as assessed by Rural-Urban Continuum Codes (RUCC) and self-reported rurality of the area around their home. **Findings** Food acquisition behaviors varied minimally by RUCC-defined level of rurality, with the exceptions of type and distance to primary food store. Rural residents drove further and were more likely to shop at small grocery stores and supercenters than were residents of semiurban or urban counties. In contrast, all of the food acquisition behaviors varied by self-reported rurality of residential areas. Respondents living in rural areas shopped for groceries less frequently, drove further, more commonly shopped at small grocery stores and supercenters, and used restaurants less frequently. In multivariable analyses, rural, small town, and suburban areas were each significantly associated with BMI and fruit and vegetable intake, but not percent energy from fat. **Conclusion** Findings show that self-reported rurality of residential area is associated with food acquisition behaviors and may partly explain rural-urban differences in obesity and diet quality.

Keywords: Food shopping; Nutrition; Obesity; Restaurants; Rural

摘要: 目的 农村居民比城市居民更容易发生肥胖。通过分析不同类型的社区居民的食物采购行为（如食物采购和餐馆就餐），研究居民如何利用当地食物环境，以进一步了解肥胖发生的多层次决定性因素；**方法** 以参与2015年网络在线调查的3883名18-75岁美国成人为研究对象，并通过网络调查收集研究对象的食物采购、餐馆就餐、膳食和体重等相关信息。根据城乡编码（RUCC）和受访者主观评价对当地乡村发展水平进行评估，并在不同乡村发展水平间进行比较分析；**结果** 根据RUCC定义的地区发展水平下，食物采购行为无明显差异，除了超市的类型和距离方面有较大差异。与城镇和郊区居民相比，农村居民会选择行驶更长距离进行食物采购，并且更有可能选择小型杂货店或大型超市购物。然而，根据居民自我评估的地区发展水平分析，发现不同发展水平地区的居民的食物采购行为均有差异。农村地区的受访者食物购买频次较低，选择的采购点距离往往更远，且大多去小型杂货店或超市购买，而去餐馆的频次较低。在多变量分析中，农村、城镇和郊区都与BMI和水果蔬菜摄入量呈显著相关，但与脂肪供能比无关。**结论** 居民自我评估的农村水平与食物采购行为相关，并可能在一定程度上解释城乡地区肥胖和饮食质量方面的差异。

关键词: 食物采购; 营养; 肥胖; 餐馆; 乡村

(白晋睿 侯明慧 摘译)



COVID-19 大流行期间的消费行为：基于食物系统韧性的美国家庭食物购买和管理行为分析

Consumer Behavior During the COVID-19 Pandemic: An Analysis of Food Purchasing and Management Behaviors in U. S. Households Through the Lens of Food System Resilience

Kathryn E. Bender Aishwarya Badiger Brian E. Roe Yiheng Shu Danyi Qi

Socio-Economic Planning Sciences 82 (2022): 101107.

Abstract: The COVID-19 pandemic has stimulated considerable interest in the resilience of the U. S. food system. Less attention has been paid to the resiliency characteristics of the final link in the food system-individual households. We use national survey data from July 2020 to understand the food acquisition, preparation, and management strategies that households implemented in response to the pandemic. We find a substantial increase in the amount of food prepared and consumed at home which scales with respondents' time availability, perceived risks of dining out, and pandemic-induced income disruption. We then identify several household responses to support this increase in home food consumption that are in line with practices suggested to enhance resiliency at other links in the food supply chain, including increased cold storage capacity and enhanced in-house capability via improved cooking and food management skills. We discuss how responses such as improved food skills can reduce the propagation of shocks through the supply chain by allowing greater flexibility and less waste, while actions such as increased home cold storage capacity could undermine system resilience by exacerbating bullwhip effects, i. e., amplifying consumer demand shocks that are propagated to upstream food supply chain actors.

Keywords: COVID - 19 pandemic; Food management; Household; Food waste; Resilience; Cold storage

摘要: 新冠病毒 (COVID-19) 大流行激发了人们对美国食物系统韧性的极大兴趣, 而食物系统的最后一环——个体家庭的食物韧性特征却很少受到关注。该研究利用 2020 年 7 月全美调查数据针对家庭为应对新冠疫情而实施的食物采购、准备和管理策略等进行分析。研究发现, 家庭烹饪和消费的食物数量大幅增加, 而这与受访者可用时间增加、外出就餐感染风险增加以及因新冠疫情导致收入减少有关。然后, 我们提出了几种增加家庭食物消费的应对措施, 这些措施与增强食物供应链其他环节韧性的做法是一致的, 包括提升家庭冷藏能力, 以及通过改进烹饪和食物管理技能来增强家庭内部食物准备能力。研究讨论了提高食物技能等措施, 如何通过增加灵活性和减少食物浪费来减少冲击在供应链中的传导, 而提升家庭冷藏能力等措施可能会加剧牛鞭效应 (扩大消费者需求冲击, 并传导至上游食物供应链参与者), 从而破坏食物系统的韧性。

关键词: 新冠疫情; 食物系统; 家庭; 食物浪费; 弹性; 冷藏能力

(白晋睿 侯明慧 摘译)

“过度加工食品”能够超越传统的分类系统而为膳食指南提供参考吗？是的

Does the Concept of “Ultra-processed Foods” Help Inform Dietary Guidelines, Beyond Conventional Classification Systems? YES

Carlos A Monteiro Arne Astrup

The American Journal of Clinical Nutrition, 2022; 00: 1-6.

Abstract: The recommendation to prefer unprocessed/minimally processed foods and freshly made meals instead of ultra-processed foods (following the Nova food classification system) is being increasingly adopted in new official dietary guidelines issued by national governments and international health associations. This recommendation is supported by systematic reviews and meta-analyses of nationally representative dietary surveys and long-term cohort studies. These data show that increased intake of ultra-processed foods is associated with poor-quality diets and with increased morbidity and mortality from several chronic diseases. Various attributes of ultra-processed foods acting through known, plausible, or suggested physiologic and behavioral mechanisms relate them to ill health, and it is likely that different combinations of attributes and mechanisms affect different health outcomes. Although more research should be done to identify these mechanisms, existing evidence is sufficient to recommend the avoidance of ultra-processed foods to optimize health and policies to support and make feasible this recommendation.

Keywords: Ultra-processed food; Nova; Dietary guidelines; Diet quality; Obesity; Noncommunicable diseases

摘要: 越来越多的国家或国际组织发布的膳食指南所鼓励人们优先选取未加工或加工程度最低的食品以及新鲜制作的食品，而非过度加工食品（遵循 Nova 食品分类系统）。这一建议也得到了来自具有全国代表性的膳食调查研究、长队列系统评价研究和 Meta 分析研究等证据的支持。现有研究数据显示，过度加工食品摄入量的增加，与低质量膳食、某些慢性病发病率和死亡率增加相关。过度加工食品的各种属性通过已知的、合理或潜在的生理或行为机制来影响健康，而且属性和机制的不同组合对健康所产生影响也不尽相同。尽管相应机制还有待进一步研究确定，但现有证据足以表明不能通过食用过度加工食品来改善健康状况，并且需要制定相关政策来支持和落实这一建议。

关键词: 过度加工食品；Nova 系统；膳食指南；饮食质量；肥胖；非传染性疾病

(陈湙玉 侯明慧 摘译)



大规模膳食随访数据揭示了食物环境与膳食之间存在不同联系

Large-scale Diet Tracking Data Reveal Disparate Associations Between Food Environment and Diet

Tim Althoff Hamed Nilforooshan Jenna Hua Jure Leskovec

Nature communications, 2022, 13 (1), 1–12.

Abstract: An unhealthy diet is a major risk factor for chronic diseases including cardiovascular disease, type 2 diabetes, and cancer. Limited access to healthy food options may contribute to unhealthy diets. Studying diets is challenging, typically restricted to small sample sizes, single locations, and non-uniform design across studies, and has led to mixed results on the impact of the food environment. Here we leverage smartphones to track diet health, operationalized through the self-reported consumption of fresh fruits and vegetables, fast food and soda, as well as body-mass index status in a country-wide observational study of 1,164,926 U. S. participants (MyFitnessPal app users) and 2.3 billion food entries to study the independent contributions of fast food and grocery store access, income and education to diet health outcomes. This study constitutes the largest nationwide study examining the relationship between the food environment and diet to date. We find that higher access to grocery stores, lower access to fast food, higher income and college education are independently associated with higher consumption of fresh fruits and vegetables, lower consumption of fast food and soda, and lower likelihood of being affected by overweight and obesity. However, these associations vary significantly across zip codes with predominantly Black, Hispanic or white populations. For instance, high grocery store access has a significantly larger association with higher fruit and vegetable consumption in zip codes with predominantly Hispanic populations (7.4% difference) and Black populations (10.2% difference) in

contrast to zip codes with predominantly white populations (1.7% difference). Policy targeted at improving food access, income and education may increase healthy eating, but intervention allocation may need to be optimized for specific subpopulations and locations.

摘要: 不健康饮食是心血管疾病、2型糖尿病和癌症等慢性疾病发生的主要危险因素之一。健康食物可获得性越低，越易导致膳食质量偏低。通常受研究样本量小、地区来源单一和方案设计不统一等因素影响，食物环境对膳食影响不一。本研究利用智能手机随访每日膳食信息，通过研究对象自我报告的水果蔬菜、快餐和苏打水消费情况，以及全国观察性研究中的1164926名美国参与者（均为MyFitnessPal应用程序用户）和23亿食物条目，研究快餐和杂货店、收入和教育对膳食健康的独立影响。该研究是迄今为止国家层面最大规模的食物环境与膳食关系研究。研究发现收入、学历以及前往杂货店的频次与水果蔬菜消费呈正相关，与快餐和苏打水消费以及超重肥胖的发生呈负相关；而与在快餐店就餐的频次恰恰相反。然而，这些联系在以黑人、西班牙裔或白人为主的社区中差异较大。在以西班牙裔（相差7.4%）和黑人为主（相差10.2%）的人群和地区中，高杂货店访问率与较高的水果蔬菜消费量显著相关，而在以白人为主（相差1.7%）的地区则相反。以改善食物获取、收入和教育为目标的政策可能会增加健康膳食习惯，但干预措施可能需要针对不同种族人群和地点进行优化与实施。

（陈湔玉 侯明慧 摘译）

海洋食品在全球食物系统中的重要作用

The Vital Roles of Blue Foods in the Global Food System

Michelle Tigchelaar Jim Leape Fiorenza Micheli Edward H. Allison Xavier Basurto Abigail Bennett
Simon R. Bush Ling Cao et al

Global Food Security, 2022, 33: 100637.

Abstract: Blue foods play a central role in food and nutrition security for billions of people and are a cornerstone of the livelihoods, economies, and cultures of many coastal and riparian communities. Blue foods are extraordinarily diverse, are often rich in essential micronutrients and fatty acids, and can often be produced in ways that are more environmentally sustainable than terrestrial animal-source foods. Capture fisheries constitute the largest wild-food resource for human extraction that would be challenging to replace. Yet, despite their unique value, blue foods have often been left out of food system analyses, policies, and investments. Here, we focus on three imperatives for realizing the potential of blue foods: (1) Bring blue foods into the heart of food system decision-making; (2) Protect and develop the potential of blue foods to help end malnutrition; and (3) Support the central role of small-scale actors in fisheries and aquaculture. Recognition of the importance of blue foods for food and nutrition security constitutes a critical justification to preserve the integrity and diversity of aquatic species and ecosystems.

Keywords: Blue foods; Aquatic foods; Food system governance; Nutrition; Small-scale actors; Environmental sustainability

摘要: 海洋食品对确保数十亿人的食物和营养安全发挥着重要作用，是许多沿海地区居民生计、社会经济和文化的基石。海洋食品非常多样，通常富含必要的微量营养素和脂肪酸，而且一般比陆生动物源食品具有更环保的可持续生产方式。捕捞是人类开采最大野生食物资源的重要方式。然而，尽管海洋食品具有独特的价值，还是经常被排除在食物系统分析、政策和投资之外。在此，我们重点关注实现海洋食品潜力的三个要素：(1) 将海洋食品纳入食物系统决策的核心；(2) 保护和发挥海洋食品的潜力，以帮助消除营养不良；(3) 支持小规模参与者在渔业和水产养殖中的核心作用。认识到海洋食品对食物和营养安全的重要性，是保护水生物种和生态系统完整性及多样性的重要理由。

关键词: 海洋食品；粮食系统；营养；小规模参与者；环境可持续性

(张璇斐 侯明慧 摘译)



中国食物系统向减重和绿色发展方向转变的三重效益

The Triple Benefits of Slimming and Greening the Chinese Food System

Xiaoxi Wang Benjamin Leon Bodirsky Christoph Müller Kevin Z. Chen Changzheng Yuan

Nature Food, 2022, 3 (9): 686–693.

Abstract: The Chinese food system has undergone a transition of unprecedented speed, leading to complex interactions with China's economy, health and environment. Structural changes experienced by the country over the past few decades have boosted economic development but have worsened the mismatch between food supply and demand, deteriorated the environment, driven obesity and overnutrition levels up, and increased the risk for pathogen spread. Here we propose a strategy for slimming and greening the Chinese food system towards sustainability targets. This strategy takes into account the interlinkages between agricultural production and food consumption across the food system, going beyond agriculture-focused perspectives. We call for a food-system approach with integrated analysis of potential triple benefits for the economy, health and the environment, as well as multisector collaboration in

support of evidence-based policymaking.

摘要: 中国的食物系统正在以前所未有的速度转型，这与中国经济、居民健康和自然环境产生了复杂的相互作用。在过去的几十年里，中国经历的结构变化促进了经济发展，但也加剧了食物供需不平衡，破坏了自然环境，导致肥胖和营养过剩持续加重，并增加了病原体传播的风险。在此，我们提出中国食物系统可持续发展战略，即中国食物系统的肥胖预防和绿色发展之路。这一发展战略考虑了整个食物系统中农业生产和食物消费之间的联系，超越了只关注农业的视角。我们呼吁采用食物系统方法，综合分析社会经济、居民健康和自然环境这三方面的潜在效益，同时开展多部门协作，以支持循证决策。

(张璇斐 侯明慧 摘译)

以消费者为核心的食物系统分析：探索加纳农村膳食改善的干预措施

Putting Consumers First in Food Systems Analysis: Identifying Interventions to Improve Diets in Rural Ghana

Noora-Lisa Aberman Aulo Gelli John Agandin Doreen Kufoalor Jason Donovan

Food Security. 2022 May 20; 22(14): 1359–1375.

Abstract: A critical, yet underexplored, dimension of food systems is how consumer food preferences and beliefs interact with

the food environment. We present a consumer-centered approach to identifying options for improving diets. The Value Chains for Nutri-

tion (VCN) mixed-methods multi-disciplinary analytical approach was applied in rural Ghana. Data from in-depth consumer interviews, structured vendor interviews, and (secondary) household consumption surveys were analyzed to assess consumer diet patterns, related norms and preferences, and supply and demand characteristics of a set of empirically defined high-potential nutritious foods. Mapping results onto a supply-demand typology, we identify promising interventions to support increased availability, access, and affordability of these foods. Consumption data suggested that diets among Ghanaians were deficient in key micronutrients and calories. Fresh nutritious fruits and vegetables tended to be grown for home consumption rather than sale due to transportation challenges and seasonality of demand, especially near rural markets. Seasonal availability (fruits and vegetables) and affordability (animal foods) severely limited consumption of many nutritious foods. A set of supply, demand, and value chain interventions to enhance availability and affordability of nutritious foods are presented. Critical to success is to consider the set of interventions along each value chain required for impact.

Keywords: Food systems; Diets; Nutrition; Ghana; Value chains; Food environment; Consumers

摘要: 消费者食物偏好和信念与食物环境的相互作用关系, 是食物系统中一个关键但未被充分探索的层面。本研究提出以消费者为核心探索膳食营养改善, 并将这种基于营养价值链的多学科分析方法应用于加纳农村膳食营养改善研究。通过分析消费者及供应商的深度访谈数据和家庭消费调查数据, 以评估消费者的膳食模式、相关规范和偏好, 以及具有较高营养价值食物的供需特点。并基于其供需特点制定可行的干预措施, 以支持增加这些食物的供应来源、可获得性和可负担性。对消费数据分析表明, 加纳居民膳食能量和某些主要微量营养素摄入不足。由于面临运输困难和需求的季节性变动, 特别是在某些农村市场附近, 新鲜营养的水果蔬菜种植往往是为了家庭自用而非商品交易。对水果蔬菜的季节性供应和动物性食物较低的可负担性, 大大降低了对许多营养食物的消费。为提高营养食物的可获得性和可负担性, 本研究提出一套基于供应、需求和营养价值链的膳食干预措施, 关键是要涉及全部价值链上的一整套干预措施。

关键词: 食品系统; 饮食; 营养; 加纳; 价值链; 食品环境; 消费者

(李夏清 侯明慧 摘译)

集中式和分布式食品系统的韧性评估

Resilience Assessment of Centralized and Distributed Food Systems

Ebrahim P. Karan Sadegh Asgari Somayeh Asadi

Food Security. 2022 Sep 14.

Abstract: Resilience, defined as the ability of a system to adapt in the presence of a disruptive event, has been of great interest with food systems for some time now. The goal of this research was to build understanding about resilient food systems that will withstand and recover from disruptions in a way that ensures a sufficient supply of food for all. In large, developed countries such as the USA and Canada, the food supply chain relies on a complex web of interconnected systems, such as water and energy systems,

and food production and distribution are still very labor-intensive. Thanks to economies of scale and effective use of limited resources, potential cost savings support a push towards a more centralized system. However, distributed systems tend to be more resilient. Although distributed production systems may not be economically justifiable than centralized ones, they may provide a more resilient alternative. This study focused on the supply-side aspects of the food system and the food system's water, energy, and workforce dis-



ruptions to be considered for the resilience assessment for the USA, with an example for the state of Texas. After the degree of centralization (DoC) was calculated, the resilience of a food system was measured. Next, the relationship between labor intensity and production of six major food groups was formulated. The example for Texas showed that the decentralization of food systems will improve their resilience in responding to energy and water disruptions. A 40 percent reduction in water supply could decrease the food system performance by 28%. A negative correlation was found between the resilience and DoC for energy disruption scenarios. A 40 percent reduction in energy supply could decrease the food system performance by 34%. In contrast, achieving a more resilient food system in responding to labor shortage supports a push towards a more centralized system the decentralization of food systems can in fact, improve their resilience in responding to disruptions in the energy and water inputs. In contrast, achieving a more resilient food system in responding to labor shortage supports a push towards a more centralized system.

Keywords: Resilience; Centralized systems; Distributed systems; Food-Energy-Water nexus

摘要: 韧性是指一个系统在破坏性事件发生时的适应能力，一段时间以来一直是食物系统的一大关注点。该研究的

目标是建立对有韧性的食物系统的理解，这些系统能够承受破坏并从破坏中恢复，从而确保为所有人提供充足的食物供应。在美国、加拿大等经济发达的大国，食物供应链依赖于一个复杂的相互关联的系统网络，如水和能源系统，而食物生产和分配仍是劳动密集型。由于规模经济和对有限资源的有效利用，潜在的成本节约有助于推动更集中的系统。然而，分散式系统往往更有韧性。从经济上而言，尽管分散式生产系统可能不如集中式系统合理，但它们可提供一个更有韧性的选择。该研究以德克萨斯州为例，分析水、能源和劳动力等食物系统供应方的中断，对美国食物系统的韧性评估影响。首先分析了集中化程度对食物系统韧性的影响。其次，分析了劳动强度和六大类食物生产之间的关系。德克萨斯州的案例表明，食物系统的分散化将提高其应对能源和水中断的韧性。水供应减少 40% 会使食物系统的性能下降 28%。在能源中断的情况下，韧性和集中化程度之间存在负相关。能源供应减少 40%，食物系统的性能将下降 34%。相比之下，在应对劳动力短缺方面实现更有韧性的食物系统有助于推动一个更集中的系统，食物系统的分散化实际上可以提高其应对能源和水投入中断方面的韧性。

关键词: 韧性；集中式系统；分布式系统；食物-能源-水联合体

(李夏清 侯明慧 摘译)

《食物系统转型的科学与创新》

《Science and Innovations for Food Systems Transformation》

目 录

- Part I 食物系统的概念和建议总结
- Part II 消除饥饿和健康饮食的行动
- Part III 促进食物系统公平和韧性的行动
- Part IV 促进可持续食物生产和资源管理的行动
- Part V 成本、投资、金融和贸易行动
- Part VI 区域视角
- Part VII 战略视角和治理方法

摘 要

本书共分为七个部分。虽然它们是按照关键主题词组织的，但是人们已认识到食物、卫生与环境系统之间的相互依赖关系，这种相互关系对技术、政治、社会与体制等方面的创新至关重要，有助于协同实现多项可持续发展目标并于2030年前结束饥饿。以下是对七个部分内容的简要介绍和概括。

第一部分，关于粮食系统的概念和建议总结，提出了加速向更健康、更可持续、更公平和更有韧性的粮食系统转变的七个优先事项。包括：(1) 消除饥饿和改善饮食；(2) 降低食物系统风险；(3) 保护平等和权利；(4) 促进生物科学发展；(5) 保护资源；(6) 维护水产品；(7) 利用数字技术。本章节还包括关于强化食物系统概念和定义的关键贡献，以便在我们呼吁食物系统转换时更好地理解这些概念。

第二部分，讨论了消除饥饿和健康饮食的行动。本章节从对健康饮食的定义开始。在一个食物系统和饮食模式文化各异的世界背景中，总结一个被广泛接受的健康饮食定义是一项重要且艰巨的任务。同时，拟订了可持续和健康饮食的概念，持续作为讨论的话题。本章节还重点关注了零饥饿问题，探讨了确保获得安全营养食物的方法，强调了在政策和研究方面采取全面系统方法的必要性，并监测和评估了管理的外部性。证明了对政策行动的协同作用和权衡进行综合建模是至关重要的。提供了实现向健康和可持续消费转变的解

决方案，包括行为改变干预措施、食物宣教、产品设计升级、食物投资系统创新、食品安全监管制度等。公共部门和私营部门在应对和塑造不断变化的消费者需求所创造的市场机遇方面都发挥着重要作用。也关注了水果和蔬菜在健康饮食中的作用，并确定了研究和行动的优先级。

第三部分，探讨了促进食物系统公平和韧性的行动。本章节讨论了在食物系统中持续存在的多种不平等现象，并确定了上述不平等的关键驱动因素。最近，国家和全球层面日益加剧的不平等现象被认为与公平食物系统有关。表明持续消除贫困和不平等的最有效方法是增加穷人和弱势群体的机会与能力，本章探讨了大量行动，包括在创造机会、设计政策和机构支持公平食物系统的生计时强化包容性决策，以保护弱势群体生计。突出讨论了两性平等和女性赋权的机会，青年参与和赋权的机会也是如此。重点考虑了小农场的未来，并强调了食物系统的转型必须服务于小农，而不是将其抛在身后。土著人民的食物系统受到高度重视，加强土著人民知识界和科学界之间的合作是联合国食物系统峰会（UNFSS）的真正成就。本章节的贡献强调了土著社区面临的具体挑战及其行动优先事项。本文讨论了新兴经济体中城市食物系统转型的新方法，包括二级城市的作用。我们从外交和安全政策维度考虑了食物系统的失败，因为暴力和武装冲突造成的粮食危机近几十年来越来越普遍。探讨了加强食物系统对脆弱性、冲击和压力的抗性的根本需要，并提供了多元化选择。

第四部分，侧重于促进食物可持续生产和资源管理的行动。本章节探索了技术、机构的多样性、政策创新与行动，为将当前“自然消极”的食物系统转变为“自然积极”的，以便于自然资源和自然环境的保留、保护和再生，这其中包括通过“自然积极”景观水平的干预和农业生态实践实现的生物多样性。虽然在确定农业生态学促进可持续食物系统的途径方面已经取得了重要进展，但显然还需要进行更多的研究和对话。要求进行更多研究和对话的呼吁也适用于可持续牲畜产业和动物性食品的问题。与之相关的是，越来越多的人认识到，食物系统不是简单地仅包括陆地系统，也应扩大范围，将水生食物系统纳入其中，以确保其可持续性和韧性。

气候恢复力和气候缓解是在 UNFSS 过程中被广泛采纳的关键主题，在各章节中都讨论了它们在食物系统转型中的关键作用。类似地，水资源的作用，特别是水资源短缺和水污染问题也得到了解决。人们认识到，将生物多样性融入到农业中，并采用全面的植物营养方法来考虑其潜在成本，对于改善健康、消除饥饿和减少对环境的负面影响至关重要。减少食物损失和浪费面临着挑战，需要采取行动，激励和改变行为，以减少食物浪费，并运用技术来减少食物损失。

第五部分，讨论了成本、投资、金融和贸易行动。这部分从增加我们对食物的真实成本的理解开始，即与环境与健康相关的食物成本。在食物系统转型的进程中，出现的困境是生产和加工食品的额外成本，估计约为 30 万亿美元，相比之下，消除饥饿的成本相对较低，估计每年约为 500 亿美元。附章评估了世界各地基本膳食的成本和可负担性。为了支持实现可持续发展目标和消除饥饿所需的投资，我们提出了创新的融资解决方案。但令人失望的是，这些解决方案并没有被纳入联合国社会基金行动议程。我们还提出了可以补充国家可持续食物系统政策的重要贸易问题和贸易政策，同样也没有被纳入联合国可持续发展基金行动议程中。

第六部分，分享了不同区域的视角。这部分的章节展现了世界各地食物系统的多样性，并表明改善食物系统的后续行动同样需要多样化。各章节研究了非洲、亚洲、欧洲、拉丁美洲和加勒比地区以及中国、印度和俄罗斯等大国改善食物系统在科学、技术、政策和创新方面的机遇。显然，可以从国家和地区内部以及他们之间的经验中学习、适应和创新，知识社群和网络为分享联合国食物系统峰会后续行动的经验 and 见解提供了重要机会。

第七部分，讨论了战略视角和治理方法。这部分为广泛

回顾科学、技术和创新在改变全球食物系统中的作用奠定了基础。研究了用于食物系统转型的生物经济的多维概念，以了解其潜力和机遇。认识到 Covid-19 的深重影响，讨论了全球粮食安全与“同一个健康”（“One Health”）之间的联系：人、动物、植物、土壤、水和环境这几方面健康的内在联系。众所周知，在全球和国家层面的食物系统转型方面，科学和政策将面临挑战。在联合国粮农组织的筹备过程中，用于转变食物系统的科学政策界面成为了一个有争议的话题，包括建立一个什么类型的界面，国家的还是国际的，以及现有的界面是否足够，是否还需要建立新的界面。另一章则详细介绍了转变和改造我们的食物系统所需的关键步骤。这部分的倒数第二章，也是本卷的倒数第二章，再次呼吁探索建立一个关于食物系统的全球科学政策界面的备选方案。明确指出，联合国食物系统首脑会议行动议程的实施和食物系统的转型要求加强各国的地方科学和研究能力。本卷的最后一章提出了科学改变食物系统的三个关键机会：（1）加强科学界和当地居民知识社群之间的研究合作，（2）扩大政府投资，至少将 1% 的食物系统 GDP 用于食物系统科学，（3）建立跨国和国际层面联合的强有力的科学政策互动的途径，以便对峰会确定的行动议程采取后续循证行动。

本卷的总体结论是，全球食物系统需要在政策和制度方面以及在社会、工业和技术方面进行改革。

编者注：此书可在“联合国 2021 食物系统峰会”网站上免费在线和下载阅读，网址：

<https://sc-fss2021.org/news>;

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-15703-5#toc>

《营养新观察》刊物征订表

姓 名：
联系电话：
工作单位：
工作职务：
邮寄地址：
工作内容：
E-mail邮箱：
您更喜欢哪种方式来阅读我们的刊物，请在□里打√—— 电子版刊物 <input type="checkbox"/> ；纸质版刊物 <input type="checkbox"/>
您可邮寄/传真/扫描并电子邮件回复我们：(方式可三选一)
——我们的联系方式： <达能营养中心> 邮编：100050 地址：北京市西城区南纬路31号602室 电话/传真：010-83132921 010-83132625 网址：www.danone-institute.org.cn E-mail：danone.institute@danone-institute.org.cn 联系人：高鹏



达能营养中心
致力营养与健康



达能营养中心
致力营养与健康

地址 / Add: 中国北京市西城区南纬路31号602室 100050

Room 602 #31 Nan Wei Road, Xi Cheng District, Beijing, China 100050

电话 / Tel: (86-10)8313 2921 传真 / Fax: (86-10)8313 2625

<http://www.danone-institute.org.cn>

Email: danone.institute@danone-institute.org.cn