

植物基食品的科学共识(2022 年版)

(中国食品科学技术学会植物基食品分会 北京 100048)

摘要 目的:明确我国植物基食品发展特色和方向,洞察植物基食品产业发展需求,凝练产业科技、政策等行业共识,指导和规范产业发展。方法:组织科技界和产业界的相关专家,通过现场质询、文献检索、专题研讨等调研,经广泛讨论形成共识。结果:植物基食品是具有类似动物性食品品质特征和满足消费者营养需求的新品类。发展植物基食品,有助于优化居民膳食结构和提升营养健康水平,实现食物资源高效利用,保障我国粮食安全。植物基食品的加工要实现蛋白优质、营养丰富、质构拟真、风味优良、色泽相似等方面。应加强对植物基食品行业发展的政策引导和支持,助推我国植物基食品产业高质量发展。结论:植物基食品适应国家可持续发展战略需求,要在科技和法规方面不断地进行创新和完善。

关键词 植物基食品; 科学共识; 加工技术; 营养健康; 政策法规; 可持续发展

文章编号 1009-7848(2022)10-0450-08 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.10.045

习近平总书记在 2022 年两会期间关于“大食物观”的讲话,为未来我国食品产业高质量发展指明了方向。这要求食品产业一是改变依赖种植业和养殖业的传统食物供给模式,向更丰富的自然资源拓展,实现食物供给来源的多元化,向森林、向江河湖海要食物,向动物植物微生物要热量、要蛋白;二是食物供给不仅要在数量上保障国家食物安全,而且要在质量上保证食品的营养与功能,满足人民群众对美好生活的需求。植物基食品不论从原料来源上,还是从满足人民群众健康需求上,都有效契合了总书记“大食物观”的要求。目前,全球植物基食品产业和市场发展迅速,国内外企业纷纷布局。然而,行业、监管部门和消费者对植物基食品的认识还不够清晰和统一。鉴于此,中国食品科学技术学会组织食品科技界与产业界专家和代表,针对植物基食品的发展理念、营养特性、加工技术和政策法规等进行认真研讨,形成了共识,旨在为我国植物基食品的科学研究与产业健康发展指明方向,奠定科学基础。

1 植物基食品是具有类似动物性食品品质特征和满足消费者营养需求的新品类

植物基食品(Plant-based foods)是指以植物原料(包括藻类和真菌类)或其制品为蛋白质、脂

肪等来源,添加或不添加其它配料,经一定加工工艺制成的,具有类似某种动物来源食品的质构、风味、形态等品质特征的食品。与我国食品工业行业管理分类相对应,可将植物基食品分为植物基肉制品、植物基乳制品、植物基蛋制品、植物基冷冻饮品及制作料和其它植物基食品^[1]。

人类社会可持续发展和健康意识的觉醒促进了植物基食品在世界范围内兴起:世界人口的快速增长和食物供给能力不足促使人们选择高效的植物蛋白供给模式;动物养殖过程所产生的大量碳排放使人们选择减少动物性食物摄入来减轻环境压力;对动物福利的关注使人们在道德层面上降低对动物性食品的依赖;长期过量摄入动物性食物潜在的健康危害使人们更加青睐植物基食品,也更倾向于选择优质的植物蛋白质作为动物蛋白质的补充或替代。当今人类社会发 展所面临的这些挑战催生的新理念推动了植物基食品 的飞速发展。

植物基食品的概念与我国传统意义上的素食、斋食等植物性食品有明显区别。植物性食品产品类别更为宽泛,如不含动物成分的粮油制品、豆制品、蔬菜制品、果蔬汁、茶、咖啡等,且特定的消费群体与宗教理念使植物性食品在不同程度上对产品和加工过程有特别要求,通常情况下更注重原料的来源和形似与否,可能对食品的全面营养健康考虑不足。然而,植物基食品的目标消费者是指那些希望以植物来源食品获得类似动物来源食品消费体验的人群,即植物基食品是食品加工技

收稿日期:2022-09-21

通信作者:中国食品科学技术学会植物基食品分会

E-mail: cifst@126.com

术发展到一定程度后的必然产物,以植物蛋白替代动物蛋白为主要特征,在满足素食者消费诉求的同时进一步扩大了“弹性素食者”这一类消费群体。因此,植物基食品更侧重于满足人们对动物来源食品的感官特征和营养需求,其目的还在于作为相应动物来源食品的有益补充或部分替代,给予消费者更多的选择权和更好的消费体验。

目前国际上高度关注植物基食品对“动物来源成分”的限制程度。我国植物基食品的发展仍处于起始上升阶段,对于大部分植物基食品生产企业来说,虽然还需要少量含有非植物源成分的食品添加剂、微生物和微生物来源的配料等来提升产品品质,但要保证其总添加量或投料量限定于合理水平^[1]。以植物基肉制品为例,除水和食用盐外,其它非植物性配料的总添加量或投料量的质量分数建议不超过产品总质量的 10%^[2]。未来植物基食品的科学研究与创新开发既要减少或完全避免非植物源配料的使用,又要保证并进一步提升植物基食品的质量,实现植物基食品科技领域新突破。

2 植物基食品是食品产业实现资源高效利用和绿色低碳发展的重要途径

随着人口的增长,全球面临着食物供给不足的挑战。联合国数据显示,全球仍有超过 7.68 亿人处于饥饿状态^[3]。预测至 2050 年全球人口数量将达到 97 亿^[4],食物供给系统亟需重构。

畜牧业的发展为消费者提供了优质的蛋白质,而动物蛋白的大量生产也给全球的水资源、土地资源及生态环境带来了负面影响^[5]。生产单位千克的牛肉所消耗的水资源为 4 t,是单位千克大豆的 5 倍^[6-7]。在食物链中,动物摄入植物后,仅有少部分植物蛋白质能够转化为动物蛋白质。对人体而言,直接摄入植物蛋白质的生物利用效率更高。以普通牲畜的蛋白质转化效率为例:牛肉(2.5%)<猪肉(9%)<乳制品(14%)<禽肉(21%),从饲料到食物的转化过程中蛋白质发生了大量损失,因此发展植物基食品产业有助于实现资源的高效利用^[8]。我国畜牧业高度依赖大豆加工副产物豆粕,2021 年我国饲用豆粕用量高达 0.69 亿 t,而我国国内大豆产量不足,对外依存度过高。据海关统计,

2020 年我国大豆进口量达 1 亿多 t,而同期国内大豆产量不足进口量的五分之一^[9]。因此发展植物基食品,有利于实现食物资源高效利用,保障我国粮食安全^[10]。

此外,植物基食品的发展对减少温室气体排放具有一定潜力^[11]。从农田到餐桌食品全产业链的温室气体排放约占全球温室气体排放总量的 26%,且比重不断上升,仅畜牧业和渔业就占食品产业温室气体排放总量的约 31%,其排放源涵盖了饲料生产、粪便发酵、场地管理能耗等方面^[12]。以每千克蛋白质计,温室气体排放量大小:豆类<谷物<鸡蛋<鱼肉<猪肉<牛肉^[7]。可见,发展植物基食品有助于减少碳排放,减轻环保的压力^[13]。

3 植物基食品有助于优化居民膳食结构和提升营养健康水平

合理膳食是保证健康的基础^[14]。《柳叶刀》在 2017 年发表的“全球疾病负担研究:膳食营养因素研究报告”中指出,全球 1 100 万人的死亡(占成人死亡总数的 22%)与不健康膳食有关。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)》指出,我国居民膳食结构不合理问题仍未得到有效改善,表现为居民猪牛羊等畜肉摄入较多,膳食脂肪供能比仍在上升。《中国居民膳食指南科学研究报告(2021)》显示,我国 18~44 岁人群和城市居民畜禽肉摄入量超过膳食推荐量(≥ 75 g/d)的比例均较高,分别为 58.4%和 59.5%。然而,居民膳食蛋白质中优质植物蛋白质比例低,如大豆类蛋白质仅占 5.9%^[15]。适量的肉类摄入虽可提供优质蛋白质和多种微量营养素,但过量食用肉类会增加脂肪的摄入,特别是饱和脂肪酸的摄入,可引起超重等诸多健康问题。我国目前已有 64.7%的成年人膳食脂肪供能比超过健康膳食要求的 30%E,其中有 31.7%的人 ≥ 40 %E。膳食脂肪供能比过高是导致居民超重肥胖增加的主要营养因素之一。目前,我国 18 岁及以上居民超重率和肥胖率已达到 34.3%和 16.4%。超重、肥胖是心脑血管病、糖尿病、癌症等重大慢性病的共同危险因素。作为优质植物蛋白质来源的大豆及其制品消费可降低心血管疾病、乳腺癌、围绝经期女性骨质疏松的发病风险^[15]。2020 年美国国立卫生研究院(NIH)国家癌

症研究所的研究发现^[16],用植物蛋白质替代3%的动物蛋白质,总体死亡率将降低10%,男性和女性由心血管病导致的死亡率也分别降低11%和12%。因此,适当增加植物基食品的摄入,能够改善我国居民畜肉摄入过多,膳食脂肪供能比偏高的状况,降低相关疾病的发病风险。

作为动物食品的重要补充或替代,植物基食品通常富含植物蛋白质和一定量的膳食纤维,饱和脂肪酸含量低。与此同时,植物基食品还应从营养互补角度注重营养设计,以更好满足人群营养需求。对于植物原料中容易缺少的营养素或某些必需氨基酸,可以进行针对性的添加,或通过不同植物蛋白原料的合理搭配优化氨基酸组成与比例。针对植物中存在抗营养因子,如大豆中的单宁、植酸、凝集素、寡糖、脲酶和胰蛋白酶抑制剂,可以在植物基食品的加工中对这些抗营养因子进行处理,以消除其影响。在植物基食品加工中还需要适当控制钠盐、油、糖等调味品的添加量。

4 植物基食品的加工要实现蛋白优质、营养丰富、质构拟真、风味优良、色泽相似

1) 改善氨基酸平衡和消化率,提升蛋白质品质

植物基食品的重要特性之一是提供一定量的优质蛋白质。氨基酸平衡和消化吸收率是评价蛋白质优质程度的关键指标。研究蛋白质结构变化和植物蛋白质的消化率、吸收代谢的相关性,在不同蛋白原料配比的基础上,调控必需氨基酸的供给量及构成,实现植物基食品的氨基酸平衡。提高植物蛋白消化率和改善吸收利用率,一是要通过物理、生物等加工手段改变植物蛋白的结构特性^[17],二是要注意植物基食品中各组分的相互作用,如多糖、脂肪等组分都会与蛋白质相结合,阻碍蛋白质的消化吸收^[18]。此外,部分植物蛋白质中含有过敏原,在加工技术层面也要采用酶解等手段加以控制。

2) 调控生物活性物质种类及含量,提高营养价值 除了提供优质植物蛋白外,植物基食品的加工还要注重其它营养素的平衡,控制加工过程中营养成分的损失和降低抗营养因子活性。第一,可以根据原料成分特点与消费者需求,通过发酵、酶解等手段提高植物基食品中生物活性物

质的含量,强化维生素和矿物质等成分。例如,发酵可以降解豆乳中的大分子,增加多酚、游离氨基酸、异黄酮等活性物质含量,从而提高产品的营养与健康价值^[19-20]。第二,要采用适当的原料预处理技术和加工过程控制等手段,减少蛋白、多糖等主要营养成分和其它微量营养素的损失,提升产品的营养价值^[21]。第三,要通过热处理等技术手段消减脲酶、胰蛋白酶抑制剂等抗营养因子的活性,确保植物基食品的食用安全^[22]。

3) 强化工艺设备创新,改善产品质构 改善植物基食品的结构,实现质构拟真是对植物基食品加工的关键要求。目前,市售植物基肉制品虽基本可以模拟动物肉制品的纤维口感,但在整体质构品质上仍需改进。一方面是改善因植物蛋白质原料本身特性所带来的口感发干、发“面”、缺乏爽滑感等问题;另一方面是要改善产品弹性不足或过强、结构松散、多汁性较差等缺点^[23]。针对质构改善,需要进一步提升纤维化技术水平,强化配料技术,如加强动物脂肪模拟物的研究,实现与植物蛋白的有机结合,提升植物基肉制品的多汁性。此外,还要加强关键工艺设备创新。目前,植物基肉制品主要采用螺杆挤压技术,无论低水分挤压还是高水分挤压,应进一步研究挤压机螺杆结构、模具等挤压装备,从设备选材、尺寸大小、传感器设置等方面解决植物基肉制品加工设备卡脖子问题,提高设备的通用性、可视性和智能化水平,满足不同植物原料的加工需求和最终产品的质构要求^[24]。

4) 创新调味调香技术,赋予产品优良风味

满足消费者所熟悉和期待的类似动物性食品风味是植物基食品的另一个重要特征。植物基食品的风味可以通过调香或调味来提升^[25]。通过分析动物性食品本身具有的或在烹饪过程中产生的风味物质构成,在植物基食品的加工过程中添加一些风味前体物质(如还原糖、氨基酸等),可以促进特定风味活性化合物的生成^[26]。在此基础上,根据风味物质挥发性的差异,选择相应的包埋手段,并结合反应香精技术对处理条件进行优化,则可以更好地保留风味物质,实现植物基食品良好的多层次风味体验。部分植物基食品原料还存在异味,例如青草味、豆腥味和苦涩味等,可以采用异味掩盖

技术阻断异味的感知,也可以通过发酵等加工工艺,结合受控的蛋白水解和改性等异味修饰技术,将一部分异味物质利用、转化,从而降低异味阈值,改善植物基食品的风味。然而,不能仅考虑植物基原料本身的性质,还需要关注加工过程中产生的各种化学物质对风味的影响^[27]。此外,风味的感知还与食品质构有关,进一步控制风味物质与食品基质的选择性结合以及风味物质与蛋白等组分的相互作用,也是植物基食品风味改善技术实现突破的重点^[28]。

5) 利用着色物质和美拉德反应,调节产品色泽 色泽是植物基食品基本的感官特性。植物基食品的色泽可通过添加天然色素和有色蛋白得到^[29]。在加工过程中,这些植物色素可能会因氧化或美拉德反应等发生变色,也可以对这一点加以利用,提供植物基食品烹饪过后应有的色泽^[30-31]。然而,由于着色物质在高温下易被降解和清除,因此采用耐热的着色物质,使用酸化剂调节食品 pH 值,并利用颜色保留剂来控制其颜色迁移是目前改善植物基食品色泽的有效途径。针对植物基食品的色泽问题已经有了许多解决方案,使添加的着色物质在提供相似色泽的同时也能在产品营养品质等方面发挥作用。

植物基食品加工技术的成本控制和提质增效是实现其市场化应用的前提。要推动我国植物基食品全产业链的创新发展,就需要掌握基本原理和把好核心技术关,探索绿色、环保、可持续的加工工艺和装备,在智能化发展的大背景下逐步实现植物基食品加工精准控制、个性化设计和低成本。同时以技术创新推动清洁标签,丰富植物基食品的健康内涵。让产品价格更友好,并做好与消费者的沟通,让消费者客观认识植物基食品。

5 植物基食品行业的规范发展需要相应的政策法规与标准支持

植物基食品的行业发展需要国家政策引导、鼓励和支持。作为实现食品产业转型升级的重要发展方向,植物基食品得到了国家的高度关注和支持,也相继出台了一系列重要政策和文件。例如科技部、农业农村部、国家粮食和物资储备局等已将促进营养健康产业、推进植物基食品研发

列为重点工作任务;《国民营养计划(2017-2030 年)》中也将植物蛋白推荐为主要营养基料,鼓励加大基础研究与加工技术工艺创新研究的力度^[32]。这些举措正在极大推动我国植物基食品产业的高质量发展。然而,行业的发展需要持续的政策支持与引导,更需要长远的战略规划。

随着新兴植物基食品在全球市场的迅速兴起和推广,已有国际协会或标准化组织开展了相关标准法规的制定工作。2021 年 3 月,国际标准化组织(ISO)发布了《适用于素食者和纯素食者的食品和食品配料的定义及技术指标》,以此来规范国际贸易中该类食品的标签标识^[33]。英国标准化协会(BSI)也于 2020 年 12 月发布了《PAS 224:2020 100%植物基食品 特征和组成 实施规程》,对声称 100%植物基的食品需遵循的原则给出了规定^[34]。此外,德国食品法典委员会于 2018 年 12 月制定了《与动物源食品相似的素食和纯素食指南》,明确了相关食品的定义、生产控制和标签标识要求^[35]。而在欧盟层面,植物基食品、素食、纯素食的定义和标签标识一直是热议的话题,明确的标准或法规仍在讨论中。

针对植物基食品所包含的细分品类,自 2018 年以来,美国植物基食品协会(PBFA)先后提出了一系列推荐性标准,包括植物基奶、肉类替代品和植物基酸奶,主要对产品标识的要求进行规定^[36-38]。日本农林水产省则是于 2022 年 2 月发布了《豆基仿肉食品标准》(JAS0019-2022)对使用大豆为主要原料的仿肉食品进行了定义和提出了要求^[39]。加拿大 2006 年 3 月出台的《食品药品法规》中也对模拟肉制品进行了规定,详细定义了其产品的理化指标、营养要求等内容^[40]。

在植物基食品的监管方面,产品分类与商品属性、命名与标签标识、新食品原料的应用等仍存在一定的争议,缺乏标准的痛点逐渐显现。中国食品科学技术学会汇聚科研机构与相关企业专家的力量,于 2020 年和 2021 年相继组织制定并发布了 T/CIFST 001-2020《植物基肉制品》^[2]和 T/CIFST 002-2021《植物基食品通则》^[1]两项团体标准,两项团体标准的出台虽有助于解决企业无据可依、市场鱼龙混杂、产业监管难等行业问题,但仍需在这些标准的基础上逐步发展行业标准、国家

标准。

此外,植物基食品作为新的食品类别,尚未列入我国食品安全国家标准分类体系,目前已经取得食品生产许可的植物基食品大多参考了相近食品类别,不能满足植物基食品合规使用符合其加工需求或营养强化需求的食品添加剂和营养强化剂的使用要求。因此,建议在《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760-2014)和《食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》(GB 14880-2012)等相关国家标准的食品分类体系中,新增明确、独立的植物基食品及其细分食品类别,明确植物基食品的食品添加剂和营养强化剂的使用要求。同时,在我国植物基食品产业充满活力的科技创新中,大量涌现的新产品、新技术必然会进一步促进标准法规体系的建设。因此,政府、科技界与产业界还应汇集力量,及时更新和完善植物基食品标准法规体系,以期进一步明确植物基食品的定义与市场定位,推动行业创新与技术进步,从而更好地规范企业行为,保护消费者的合法权益。

顾问:

陈 坚 中国工程院院士、江南大学

项目组专家(按姓氏汉语笔画排序):

马冠生 北京大学

王 强 中国农业科学院农产品加工研究所

王 靖 农业农村部食物与营养发展研究所

乔全胜 中国食品科学技术学会植物基食品分会

刘新旗 北京工商大学

江连洲 东北农业大学

李 宁 国家食品安全风险评估中心

沈 群 中国农业大学

周景文 江南大学

高丽娟 雀巢(中国)有限公司

郭顺堂 中国农业大学

程若琼 甘肃奇正实业集团有限公司

共同执笔人:

黄 建 中国疾病预防控制中心营养与健康所

李 健 北京工商大学

王 欢 东北农业大学

梁克红 农业农村部食物与营养发展研究所

刘欣然 中国农业大学

张金闯 中国农业科学院农产品加工研究所

陈 铮 中国食品科学技术学会

战晓青 中国食品科学技术学会

参 考 文 献

- [1] 中国食品科学技术学会. 植物基食品通则: T/CIFST 002-2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021: 1-2. Chinese Institute of Food Science and Technology. General rules for plant-based food: T/CIFST 002-2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021: 1-2.
- [2] 中国食品科学技术学会. 植物基肉制品: T/CIFST 001-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021: 1-5. Chinese Institute of Food Science and Technology. Plant based meat products: T/CIFST 001-2020[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021: 1-5.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations International Children's Emergency Fund, World Food Program and World Health Organization. 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO[EB/OL]. (2022-07-06)[2022-09-20]. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.
- [4] United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3[EB/OL]. (2022-07-11)[2022-09-20]. <https://www.unpopulation.org>.
- [5] BYRNE B, DOWDY R. Demand for plant-based meat is growing. We must ensure our supply chain can keep up[EB/OL]. (2022-01-21)[2022-09-20]<https://gfi.org/blog/meeting-plant-based-meat-demand/>.
- [6] 郭顺堂, 徐婧婷, 刘欣然, 等. 我国植物蛋白资源高效利用途径与技术创新[J]. 食品科学技术学报, 2019, 37(6): 8-15. GUO S T, XU J T, LIU X R, et al. Efficient utilization and technological innovation of plant-based protein resources in China[J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 37(6): 8-15.
- [7] POORE J, NEMECEK T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers[J].

- Science, 2018, 360: 987–992.
- [8] SHEPON A, ESHEL G, NOOR E, et al. Energy and protein feed-to-food conversion efficiencies in the US and potential food security gains from dietary changes [J]. Environmental Research Letters, 2016, 11(10): 1–9.
- [9] 佚名. 减少进口大豆依赖夯实养殖业发展基础——农业农村部有关司局负责人谈饲用豆粕减量替代[J]. 北方牧业, 2022(5): 9.
- ANON. Reducing the dependence on imported soybeans and consolidating the foundation for the development of aquaculture – A talk on the reduction and substitution of feed soybean meal by the heads of relevant departments and bureaus of the Ministry of agriculture and rural areas [J]. Northern Animal Husbandry, 2022(5): 9.
- [10] 庞文录. 补齐大豆生产短板 打造全面粮食安全[J]. 粮食加工, 2021, 46(5): 1–3.
- PANG W L. Make up for the short board of soybean production to create comprehensive food security [J]. Grain Processing, 2021, 46(5): 1–3.
- [11] 庄贵阳. 碳中和目标引领下的消费责任与政策建议 [J]. 学术前沿, 2021(14): 62–68.
- ZHUANG G Y. The consumption responsibility and policy suggestions under the guidance of the target of carbon neutralization [J]. Frontiers, 2021(14): 62–68.
- [12] POORE J, NEMECEK T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers [J]. Science, 2018, 360: 987–992.
- [13] 惠博文, 刘锐, 李健, 等. 生命周期视角下食品碳足迹的评估及案例分析 [J]. 食品科学, 2022, 43(7): 381–390.
- HUI B W, LIU R, LI J, et al. Assessment and case analysis of food carbon footprint from the perspective of life cycle [J]. Food Science, 2022, 43(7): 381–390.
- [14] AFSHIN A, SUR P J, FAY K A, et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. Lancet, 2019, 393(10184): 1958–1972.
- [15] 中国营养学会. 中国居民膳食指南科学研究报告(2021) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 2.
- Chinese Nutrition Society. Scientific research report on dietary guidelines for Chinese residents (2021) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021: 2.
- [16] HUANG J Q, LIAO L M, WEINSTEIN S J, et al. Association between plant and animal protein intake and overall and cause-specific mortality [J]. JAMA Intern Med, 2020, 180(9): 1173–1184.
- [17] 江连洲, 田甜, 朱建宇, 等. 植物蛋白加工科技研究进展与展望 [J]. 中国食品学报, 2022, 22(6): 6–20.
- JIANG L Z, TIAN T, ZHU J Y, et al. Research progress on plant protein processing science and technology [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(6): 6–20.
- [18] KAUR L, MAO B, BENIWAL A S, et al. Alternative proteins vs animal proteins: The influence of structure and processing on their gastro-small intestinal digestion [J]. Trends in Food Science & Technology, 2022, 122: 275–286.
- [19] 董喜梅, 包艳, 张勇, 等. 国内外发酵豆乳研究发展现状 [J]. 大豆科学, 2010, 29(5): 6.
- DONG X M, BAO Y, ZHANG Y, et al. Research progress on domestic and international fermented soymilk [J]. Soybean Science, 2010, 29(5): 6.
- [20] 高亦昕, 吕铭守, 孙冰玉, 等. 微生物发酵豆乳研究进展 [J]. 粮食与油脂, 2021, 34(12): 22–25.
- GAO Y X, LÜ M S, SUN B Y, et al. Research progress on microbial fermented of soybean milk [J]. Cereals & Oils, 2021, 34(12): 22–25.
- [21] PENHA C B, SANTOS V D P, SPERANZA P, et al. Plant-based beverages: Ecofriendly technologies in the production process [J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2021, 72: 102760.
- [22] 刘素素, 沙磊. 植物蛋白基肉制品的营养安全性分析 [J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(8): 297–303.
- LIU S S, SHA L. Nutrition and safety assessment of plant protein-based meat alternative products [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(8): 297–303.
- [23] 刘欣然, 吴元浩, 邓文亚, 等. 植物基仿肉类食品纤维结构设计及评价研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(17): 5935–5941.
- LIU X R, WU Y H, DENG W Y, et al. Advances in design and evaluation for fibrous texture of plant-based meat analogues [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2020, 11(17): 5935–5941.
- [24] 王强, 张金闯. 高水分挤压技术的研究现状、机遇及

- 挑战[J]. 中国食品学报, 2018, 18(7): 1-9.
- WANG Q, ZHANG J C. Research status, opportunities, and challenges of high moisture extrusion technology[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(7): 1-9.
- [25] 赵婧, 宋弋, 刘攀航, 等. 植物基替代蛋白的利用进展[J]. 食品工业科技, 2021, 42(18): 1-8.
- ZHAO J, SONG Y, LIU P H, et al. Advances in the utilization of plant-based alternative protein[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(18): 1-8.
- [26] 张连慧, 杜昱蒙, 应欣, 等. 植物基蛋白模拟肉研制技术与发展前景展望[J]. 食品科技, 2020, 45(3): 87-92.
- ZHANG L H, DU Y M, YING X, et al. Application status and trend of meat analogue made from structured vegetable protein[J]. Food Science and Technology, 2020, 45(3): 87-92.
- [27] TSANGALIS D, SHAH N P. Metabolism of oligosaccharides and aldehydes and production of organic acids in soymilk by probiotic bifidobacteria[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2004, 39(5): 541-554.
- [28] MITTERMEIER-KLEßINGER V K, HOFMANN T, DAWID C. Mitigating off-flavors of plant-based proteins[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(32): 9202-9207.
- [29] SHA L, XIONG Y L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges[J]. Trends in Food Science & Technology, 2020, 102: 51-61.
- [30] YORUK R, MARSHALL M R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review[J]. Journal of Food Biochemistry, 2003, 27(5): 361-422.
- [31] BIN MD YASIR S, SUTTON K H, NEWBERRY M P, et al. The impact of Maillard cross-linking on soy proteins and tofu texture[J]. Food Chemistry, 2007, 104(4): 1502-1508.
- [32] 国务院办公厅. 国民营养计划(2017-2030年)[EB/OL]. (2017-07-13)[2022-09-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/13/content_5210134.htm.
General Office of the State Council. National nutrition plan (2017-2030)[EB/OL] (2017-07-13)[2022-09-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/13/content_5210134.htm.
- [33] British Standards Institution. 100% plant-based foods. Characteristics and composition. Code of practice: PAS 224: 2020[EB/OL]. (2020-12-31)[2022-09-20]. <https://shop.bsigroup.com/products/100-plant-based-foods-characteristics-and-composition-code-of-practice/standard>.
- [34] International Organization for Standardization. Definitions and technical criteria for foods and food ingredients suitable for vegetarians or vegans and for labelling and claims: ISO 23662: 2021[EB/OL]. (2021-06-23)[2022-09-20]. <https://www.iso.org/standard/76574.html>.
- [35] German Federal Ministry of Food and Agriculture. Leitsätze für Vegane und Vegetarische Lebensmittel mit Ähnlichkeit zu Lebensmitteln Tierischen Ursprungs[EB/OL]. (2018-12-04)[2022-09-20]. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/LeitsaetzevegetarischeveganeLebensmittel.pdf?__blob=publicationFile&v=5.
German Federal Ministry of Food and Agriculture. Guidelines for vegan and vegetarian foods similar to foods of animal origin[EB/OL]. (2018-12-04)[2022-09-20]. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittel-Kennzeichnung/LeitsaetzevegetarischeveganeLebensmittel.pdf?__blob=publicationFile&v=5.
- [36] U.S. Plant Based Foods Association. Voluntary standards for the labeling of plant-based milks in the United States [EB/OL]. (2018-06-10)[2022-09-20]. <https://www.plantbasedfoods.org/wp-content/uploads/2018/06/PBFA-Voluntary-Standards.pdf>.
- [37] U.S. Plant Based Foods Association. Voluntary standards for the labeling of meat alternatives in the United States [EB/OL]. (2019-12-09)[2022-09-20]. <https://www.plantbasedfoods.org/wp-content/uploads/PBFA-Labeling-Standards-for-Meat-Alternatives.pdf>.
- [38] U.S. Plant Based Foods Association. Voluntary standards for the labeling of plant-based yogurt in the United States [EB/OL]. (2020-05-13)[2022-09-20]. <https://www.plantbasedfoods.org/wp-content/uploads/2020/05/PB-Yogurt-Standards-Released-1.pdf>.
- [39] 海关总署. 日本发布豆基仿肉食品标准[EB/OL]. (2022-02-25)[2022-09-20]. <http://news.foodmate.net/2022/02/621354.html>.
General Administration of Customs of the People's Republic of China. Japan issued the standard of

bean based meat like food [EB/OL]. (2022-02-25)
[2022-09-20]. [http://news.foodmate.net/2022/02/
621354.html](http://news.foodmate.net/2022/02/621354.html).

(C.R.C., c. 870)[EB/OL]. (2006-03-22)[2022-09-20].
[https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._
_870/FullText.html](https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/C.R.C.,_c._870/FullText.html).

[40] Government of Canada. Food and drug regulations

Scientific Consensus on Plant-based Foods (2022)

(Plant-based Foods Society of the Chinese Institute of Food Science and Technology, Beijing 100048)

Abstract Objective: To clarify the characteristics and direction of the development of plant-based foods in China, provide insight into the development needs of plant-based foods industry, refine the trade consensus of industrial science, technology and policies, as well guide and standardize industrial development. Method: The relevant experts in academic and industrial circles were organized to form this consensus after extensive discussions through enquiries, literature retrieval and seminars. Results: Plant-based food is a new category that has similar quality characteristics to animal food and meets the nutritional needs of consumers. The development of plant-based foods is helpful to optimize the diet structure of residents and improve nutrition and health level, realize efficient utilization of food resources and guarantee food security in China. The processing of plant-based foods should achieve the goals of high-quality protein, rich nutrition, true texture, excellent flavor, similar color, and so on. Policy guidance and support for the plant-based foods trade should be strengthened to promote the high-quality development of China's plant-based foods industries. Conclusion: Plant-based foods meet the strategic needs of national sustainable development, and should be innovated and improved constantly in science, technology, laws and regulations.

Keywords plant-based foods; scientific consensus; processing technology; nutrition and health; policies and regulations; sustainable development