

doi:10.12301/spxb202300610

文章编号:2095-6002(2024)02-0001-09

引用格式:郭顺堂,徐婧婷.植物基乳产业的发展趋势与技术创新[J].食品科学技术学报,2024,42(2):1-9.



GUO Shuntang, XU Jingting. Trends and technological innovations in plant-based milk industry[J]. Journal of Food Science and Technology, 2024,42(2):1-9.

植物基乳产业的发展趋势与技术创新

郭顺堂, 徐婧婷

(植物蛋白与谷物加工北京市重点实验室/中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要:植物基乳产品作为植物基食品产业的重要组成部分,其发展水平对促进植物基食品产业有着举足轻重的作用。分析了全球植物基乳产品的市场规模和我国植物乳产品的市场情况:2023年,全球规模为296亿美元,并以11.4%的速度增长;我国植物基饮品包括豆奶、椰奶、核桃乳、杏仁乳等呈稳定性增长趋势,粉体类产品市场也较稳定(达30万t)。指出植物基乳作为未来食品需要进一步完善定义,充分体现植物基乳特征和属性要求;要加大力度开发满足新消费场景和渠道的新技术、新产品,解决消费者关心的植物基乳产品口味、价格和清洁标签等关键问题,加快植物基酸奶、冷饮等技术的成熟和落地,并通过开发满足不同消费场景、特殊营养、健康需求的产品,为植物基乳产品价值和市场竞争力赋能,创立多元化的植物基乳产业发展新模式。

关键词:植物基乳;液态饮品;大豆浓缩炼乳;植物基奶酪;酸豆奶**中图分类号:**TS214.9**文献标志码:**A

2050年,世界人口将增长到97亿,持续快速的人口增长加剧了粮食、环境、能源等资源保障的压力。我国是一个人口众多,资源相对贫乏的国家,在促进社会发展和提高人民生活水平的社会主义现代化建设中同样也面临着粮食保障和资源供给的压力。围绕人类社会可持续发展和我国现阶段食物系统的发展瓶颈问题,习总书记提出了“大食物观”理念,指出:“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”^[1]。这一理念的提出为未来我国食品产业高质量发展和技术创新指明了方向。另一方面,大规模的人类生产活动引起了全球的气候变化,动物养殖过程所产生的大量碳排放也

加重了环境“温室效应”。根据已有的文献报道,畜牧业占温室气体(GHG)排放总量的15%,同时消耗全球70%的淡水,占用26%的土地^[2]。生产动植物的碳排放也显著不同,如生产1kg牛肉会排放24kg CO₂^[3],而生产大豆每公斤仅释放0.7kg CO₂^[4]。换句话说,发展植物基食品能显著地减少动物性食品生产对土地资源和水资源需求^[5],与牛肉生产相比,植物基食品生产用水约少200倍,土地少约100倍,排放的温室气体少近60倍^[6]。因此,如何减少碳排放应对气候变化和节约资源,寻求可替代食物满足人类食物和营养健康的需求,实现未来可持续发展,已成为全球的发展共识^[7]。

根据《2023年H1全球食品饮料趋势》,全球食品饮料的发展表现出4大趋势,最为重要的趋势是

收稿日期:2023-10-07

基金项目:国家重点研发计划项目(2021YFD2100102)。

Foundation: National Key Research and Development Program of China (2021YFD2100102)。

第一作者:郭顺堂,男,教授,博士,主要从事植物蛋白与谷物加工利用方面的研究。

成分健康化和环境可持续化^[8]。消费者对“绿色健康”与“环保可持续”的追求成为当前食品产业的主流发展趋势。健康诉求正加速向日常饮食场景渗透,吃喝有度已成为多数消费者自我维护健康的准则。除了在饮食上追求食物成分更营养、健康、天然、简单之外,消费者也开始深究产品的来源、种植方式、交易方式等是否符合自身的价值观,也开始将健康关注对象从人类扩展到全生态,并积极去探寻人与自然之间的可持续动态平衡。有相关调研数据显示:全球有64%的消费者表示想要吃得更健康,71%倾向购买天然的产品,75%倾向减少塑料的使用。因此,为把握植物基食品的发展机遇,更好地落实和促进可持续发展的“大食物观”,本文结合全球植物基食品发展形势和消费者诉求,就我国植物基乳产业存在的问题、发展方向和需要突破的技术难点进行梳理,提出一些建议,以期为植物基乳产业的发展提供参考。

1 植物基乳产品的定义和范畴

植物基食品主要分为植物基肉、植物基乳、植物基蛋、植物基冷冻饮品及制作料和其他植物基食品^[9]。植物基乳产品可以是液态、粉体、固体等形式的终端产品,也可以作为食品的原料或配料,如植物基冷冻饮品及制作料等。作为新兴产业名词,食品产业界对植物基乳产品有一些命名、定义,但尚未达成完全统一的认识。除中国食品科学技术学会率先制定的团体标准外,国内外行业协会结合会员的需求也制定了自己的团体标准。

1.1 植物基乳产品的定义

从目前已有的相关标准来看,植物基乳产品的相关命名与定义在3个标准中有具体的描述。

1)美国植物基食品协会(Plant Based Foods Association)在《美国植物乳饮品的标签建议标准》(Voluntary Standards for the Labeling of Plant-based Milks in the United States)中对植物基乳产品的定义:一种将坚果、谷物、豆类、种子(或这些食物中的提取成分)或其他植物性成分与水和其他可选的非动物性成分混合而成的液体食品^[10]。

2)中国食品科学技术学会团体标准 T/CIFST 002—2021《植物基食品通则》将这类产品命名为植物基乳制品。定义: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,添加或不添加其他配料,经一定工艺制成的,具有类似某种动物乳及乳制品相应特征的植物基食品^[9]。

3)中国保健协会团体标准 T/CHC 1004.2—2023《植物基食品 第2部分:蛋白液体饮料》将这类产品命名为蛋白液体饮料。定义: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,添加或不添加其他植物及植物制品、食品添加剂或食品营养强化剂等配料,经加工制成的,具有类似含乳饮料的质构、风味、形态等品质特征的产品^[11]。

3个机构对其的定义共同之处在于强调不含动物性成分的植物性原料来源;而不同之处在于,美国植物基食品协会定义其原料仅限于坚果、谷物、豆类、种子(或这些食物中的提取成分)或其他植物性成分,而中国机构发布的两个标准对原料的要求拓展到了藻类和真菌类;在产品形态上,美国植物基食品协会和中国保健协会的标准强调的是液态食品或饮料,而在中国食品科学技术学会的标准示例中除了液态产品(植物奶)外还提出了其他形态的加工品,如植物酸奶、植物奶酪。另外,中国机构发布的两个标准都强调了对动物奶类产品的模拟性,如“类似某种动物乳及乳制品相应特征”“类似含乳饮料的质构、风味、形态等品质特征”等。

1.2 植物基乳产品的技术要求

中国食品科学技术学会仅在制定的《植物基食品 通则》中对植物基乳制品进行了定义和分类,没有形成产品标准。而美国植物基食品协会和中国保健协会制定的标准中对植物基乳产品提出了具体技术要求。

1)《美国植物乳饮品的标签建议标准》中技术要求如下:由一种或多种特征组分制成的植物基乳产品,其产品特征成分的固形物百分比因饮料类型不同而异,但其总固形物含量应大于或等于成品总质量或总体积的2%;或其特征组分的固形物含量不低于总固形物的15%^[10]。

2)中国保健协会食物营养与安全专业委员会团体标准《植物基食品 第2部分:蛋白液体饮料》对不同原料来源加工的植物基乳饮料的蛋白质与脂肪均提出不同要求,例如,以大豆为原料加工的植物基蛋白液体饮料中,其蛋白质质量分数要求大于等于2.0 g/100 g,脂肪质量分数要求大于等于0.4 g/100 g;以燕麦为原料加工的植物基饮料中其蛋白质质量分

数要求大于等于 1.0 g/100 g,脂肪质量分数要求大于等于 0.6 g/100 g^[11]。

由此看出,美国的标准并不强调蛋白、脂肪这样具体的成分,仅用固形物的含量或比例这一指标作为技术要求,这就为除富含蛋白、脂肪以外的原料产品开发提供了空间,如燕麦、稻谷等禾谷类和杂豆类等。中国保健协会的标准提出了蛋白、脂肪 2 项指标,突出了蛋白饮料的本质要求,体现了发展植物基食品的初衷。同时又考虑到市场因素,加入了对谷物类产品的要求,但由于原料主成分的差异,将谷物类作物加工成植物基乳产品能提供的蛋白营养很有限。

1.3 植物基乳产品的定义和范畴存在的问题

分析我国植物基乳产品的发展现状,本研究团队发现,现有的植物基乳产品已基本上脱离了对动物奶制品的“拟真”,已“自成一派”,形成了自己的特色。消费者在购买时也不以像不像乳品作为判断标准。植物基乳产品除了具有补充蛋白质营养的功能外,还具有“食品伴侣”的功能。从中外关于植物基乳的定义中可以看出,我国制定的标准着重强调植物基乳产品应具有类似动物乳的特征,充分体现了促进可持续发展和落实大食物观的使命,但对植物基乳产品的应用功能有所忽略。因此,我国植物基乳产品的定义需要进一步完善。

植物基乳制品的定义应把握几方面原则:1)体现可持续发展和大食物观的理念,在原料选择和加工技术要求上要体现对自然资源压力的缓解作用和动物福利。2)体现营养和健康功能的作用,尤其是能够提供充分的、优质的蛋白或脂肪等营养成分,满足消费者对蛋白营养需求,同时发挥植物蛋白及其他成分的生理活性特点,满足消费者追求健康的需求,如豆奶中大豆蛋白、大豆异黄酮等成分具有降低心血管疾病、乳腺癌、绝经期女性骨质疏松发病风险的功能^[12]。3)体现植物基乳及其延伸产品的多形态、多类别,促进植物基乳产品的多样化发展,如液态、固态、粉体、冷饮等,也包括植物乳的分离提取、发酵等获得的产品,如各种植物蛋白乳、分离的稀奶油、发酵植物基酸奶、植物基奶酪、豆奶粉、植物蛋白粉、植物基冰激凌等。4)体现“伴侣”功能,包括但不限于蛋白营养却能够表达一定的应用功能。植物基乳产品具有的特色风味和品质,应用在具体场景中可起到“调味伴侣”的作用。例如目前国内市场

的燕麦奶和厚椰乳之所以能占据销售榜首,最主要的原因就是其充分发挥了咖啡伴侣和奶茶基料的调味、调口感的功能优势。此外,植物炼乳、植物稀奶油和植物沙拉酱等也可作为蘸料或涂抹酱,目前也有部分产品问市,如泰国纯素椰子甜炼奶、植物沙拉酱等。5)体现植物基自有特色,是与动物乳产品可并行的新品类。植物基乳产品在风味、质地上要满足消费者消费诉求,不拘泥于对动物乳产品的模仿,自成一派,形成自己的风味特色。

植物基乳产品的定义要科学严谨和适用,既要落实可持续发展和大食物观的理念,又要便于生产者和管理部门的业务管理,满足消费者对植物基食品的营养、健康的诉求,促进植物基食品行业的开放和大发展,从而在宏观上能够调整我国的食物消费结构,促进社会健康发展。

2 植物基乳产品的市场现状

2.1 植物基乳产品的全球市场发展情况

随着植物基食品热潮的兴起,植物基乳产品的市场规模在全球范围内也迅速扩大。MarketsandMarkets 数据显示:植物基产品市场规模从 2018 年的 173 亿美元增长到 2023 年的 296 亿美元,复合年增长率达 11.4%^[13]。睿欧数据显示:全球植物基饮料市场将在 2026 年达到 313.5 亿欧元,其中亚太地区份额超过 50%,仍为全球植物饮料的主要市场^[14]。Global Market Insights 数据显示:未来 10 年,乳制品替代品市场预计将以 9% 的复合年增长率增长,到 2032 年估计价值将达到 680 亿美元^[15]。植物基饮品全球新产品数量从 2018 年的 457 件增加至 2022 年的 1 267 件,增长率达 29%。

2.2 欧美国家和地区植物基乳产品的市场现状

从美国市场来看,2022 年植物性食品零售市场的价值达到 80 亿美元,其中植物性牛奶替代品部分的销售额为 28 亿美元,远高于植物性肉类替代品的 14 亿美元^[15]。彭博新能源财经数据显示:2022 年美国植物基乳产品年销量近 25 亿美元,其中,杏仁奶占比较大,年销售量超过 15 亿美元,其次为燕麦奶和豆奶,销售量分别约为 5 亿美元和 2 亿美元^[16]。在欧洲市场,相关数据也显示,欧洲植物基乳产品的销量实现了两位数的增长,2022 年欧洲植物基替代品市场销售额 57 亿欧元,比 2021 年增长

了6%^[17]。另外,据我国商务部报道,2022年德国植物基替代品市场增长了11.0亿~19.1亿欧元,成为欧洲最大市场^[18]。

2.3 我国植物基乳产品的市场现状

在健康诉求驱动下,植物基乳产品越来越受到国内消费者尤其是“Z世代”消费者的青睐,市场规模持续增长。截至2022年,我国植物基乳产品市场规模达1351亿元,较上年增长9.5%,预计2023年市场规模达1428亿元^[18]。我国植物基乳产品之所以能形成如此庞大的市场规模,其中一个主要原因是我国乳糖不耐受及疑似人群基数庞大,占到总人群的47.4%,接近总人口的一半,植物基乳饮品成了这些消费群体补充蛋白的重要选择。此外,还受饮食习惯的影响,我国大部分居民有将豆浆作为早餐饮品的传统,再加上休闲、餐饮等对杏仁露、核桃乳等强劲的消费需求,从而确保了我国植物基乳产品拥有了较大规模的市场。近年来,植物基乳产品的功能性对市场的拉动作用越发显著,一个明显的例子就是燕麦乳和椰子乳在咖啡和茶饮消费中发挥了重要的“伴侣”作用,其市场规模随着咖啡、茶店铺的普及而持续增长。总体来看,我国植物基乳与欧美相比有很好的市场基础,消费需求多样,产品的种类也繁多,消费者对产品的接受度普遍较高。因此,我国的植物基乳产品不仅是数量上而且在种类上未来将有很大的发展空间。

但是从当前植物基乳产品行业的竞争格局来看,目前我国整体市场格局较为分散,行业集中度整体较低,排名前5位的是养元饮品、承德露露、达利食品、维维食品和欢乐家,占比分别仅达5.44%、2.00%、1.82%、1.38%、0.64%^[18]。未来,随着科技开发力度的不断加大,新品不断涌现,我国植物乳行业将会形成更大和更有活力的新格局。

3 我国植物基乳产品发展现状及存在的问题

植物基乳产品在形态上除了液态饮品外,还应包括粉体产品、半固体等。从当前细分市场的发展趋势来看,我国植物基乳产品发展还存在如下4方面问题。

3.1 液态饮品种类多,其他品类的市场相对较少

目前我国的植物基乳产品90%以上为液态饮

品,其他品类的市场份额较小,品类类型相对较少。从液态饮品的种类上来看,根据加工原料的不同而形成了多品类的格局。豆奶、椰汁、核桃奶、杏仁露、花生奶等是目前市场最为常见的几大类植物基乳产品,这些产品由于在我国已有多年的消费习惯而形成了较为稳定的市场。此外,燕麦奶、巴旦木饮、夏威夷果饮等其他一些新兴植物基乳产品正逐步在国内崭露头角,特别是燕麦奶以“咖啡伴侣”的角色随着我国咖啡市场的扩张而快速增长,目前已拥有了近100亿元的市场规模^[19]。另外,通过原料复合创制独特的产品风味促进市场增长,如以“花生+核桃+大豆”、“香芋+大豆分离蛋白”、“黑芝麻+燕麦粉”、“开心果+燕麦粉”等,这些产品因风味独特受到了年轻消费者的青睐。

3.2 粉体产品市场稳定,需要开拓新的消费渠道

植物基乳粉体产品的市场主要分为豆浆粉和植物蛋白粉两大类。豆浆粉现已在国内形成了相对稳定的市场,近5年年平均产量均保持在30万吨左右,整个行业也基本形成了集中度较高的竞争格局,如龙王、维维、永和、晨星岛等品牌^[20]。从销售渠道上来看,豆浆粉主要是在餐饮渠道的市场比重较高,市场格局较为稳定。因此,未来只有加大新品类和新消费类型的渠道开拓,才能实现突破性增长。植物蛋白粉作为一类新兴的蛋白补充剂,在全球市场发展较为迅速,根据《财富商业洞察》的数据,全球植物基蛋白粉市场在2017年为41.6亿美元,预计到2025年将增长至73.8亿美元,整体市场相对稳定和集中,其中较为出名的代表品牌为美国的Orgain,它是目前美国增长最快的有机蛋白品公司,也是美亚评分最高的植物蛋白粉品牌之一。然而就我国市场而言,植物基蛋白粉通常只作为一类单品进行销售,目前尚未形成专门的产业和品牌。

3.3 植物基乳再加工产品市场开发的支撑技术不足

植物基酸奶、奶酪、冰激凌等冷饮是植物基液态乳的再加工制品,有很大的市场增长空间,对未来植物基乳产品的消费将起到重要的拉动作用。例如,植物基酸奶在全球市场呈现高速增长的趋势,在欧美地区,植物基酸奶主要是以大豆为原料的产品,植物基酸奶增速达到38.5%;日本也有多家公司推出了大豆酸奶,如murasan、Fujikko、Morinaga等。国内

农夫山泉、维维、达利食品等乳品、豆奶加工的众多龙头企业也纷纷开发和推出了植物基酸奶,但并没有取得同欧美日国家一样的市场效果。这主要是由于国内以大豆为原料的植物基酸奶加工技术的瓶颈尚未突破,植物基酸奶产品在口感、风味等方面仍不能达到消费者的需求,市场也就远未达到预期。此外,也有些厂家在尝试开发以燕麦、杏仁等为原料的植物基酸奶,但目前尚未面世。

奶酪是欧美地区消费量较大的乳制品,在饮食结构中占有重要地位。为满足植物基食品消费者需求,欧美日企业非常重视植物基奶酪的开发,并且大学、研究所和大企业联合从菌种、加工工艺到专用装备进行系统性协作开发。我国近年来奶酪的消费量逐渐攀升,尤其是再制干酪,有很好的接受度。这意味着植物基奶酪的消费也会有增长的机会。因此,我们应该未雨绸缪,加强协作,有组织地开展中国式植物基奶酪的研发,为未来市场的发展做好技术储备。这类产品若开发成功将有助于植物基乳产业发展上一个新台阶。

利用植物基乳的胶体性质开发冰激凌等冷饮是增加植物基乳消费的另一个形式。早在20世纪80年代,我们国家乳业还很落后,为解决奶源不足许多科研工作者进行了用大豆开发“代乳”产品的研究,如豆浆精、代乳粉、大豆冰激凌等。其中开发较为成功并进入市场消费的是由吉林农业科学院开发的大豆冰激凌,该技术产品曾荣获第36届“尤里卡”金奖,在国际上曾引起很大的反响。此外,除大豆为原料的冷饮外,瑞典的Oatly公司将以燕麦为原料的冷饮推进了中国市场。

3.4 植物基乳产品配料复杂与价格较高的问题

随着人们的生活水平和食品科学认知程度的不断提高,食品配料的“清洁标签”成为消费者健康消费选择的关注点,也成了商家提升产品市场竞争力的抓手。Ingrediention相关调研结果显示,88%的消费者认为配料表的识别非常重要,78%的消费者倾向于更简短的配料表;全球81%的生产制造商表示会在未来2年进一步开发清洁标签的产品^[21]。但对于植物基酸奶、植物基奶酪这一类产品来说,要实现清洁标签,则需要在技术上实现较大突破。以酸奶为例,某品牌动物酸奶的配料仅有:生牛乳、糖和乳酸菌。而某品牌植物基酸奶的配料表显示配料有14项之多,包括:水、大豆

(非转基因)、白砂糖、芒果果酱(质量比不低于50 g/kg)、椰浆(质量比不低于20 g/kg)、羟丙基二淀粉磷酸酯、果胶、琼脂、结冷胶、可溶性大豆多糖、食用盐、食用香精、嗜热链球菌、德氏乳杆菌保加利亚亚种。现有的植物基酸奶产品之所以需要使用大量添加剂,主要是现有技术多是用风味掩蔽剂掩盖植物发酵奶中的不良风味,同时使用了大量的增稠剂维持植物基乳基料的稳定性。大量添加剂的使用不仅为植物基酸奶产品的“清洁标签”化带来了挑战,同时也大幅度增加了植物基酸奶产品的生产成本,使得售价偏高,甚至是普通酸奶的2~4倍。目前植物基酸奶在国内市场推广难度大、普及度低,可以说这与“清洁标签”化程度低及售价较高有很大的关系。因此,今后要加大“清洁标签”化技术研究,通过工艺创新突破配料复杂、成本高的技术瓶颈。

4 植物基乳产品的技术创新与相关研究

4.1 植物基酸豆奶的风味理论与异味形成机理

植物基酸奶是以植物基乳为原料经乳酸菌发酵后制得的一类新型植物基乳产品,其中以豆乳为原料发酵获得的植物基酸豆奶是目前市场上的主流产品。它不但保留了豆乳原有的营养特性,提供了优质的蛋白质,还和酸牛奶一样具有维护肠道健康的功能。同时乳酸菌在豆乳发酵过程中能有效降低豆乳的豆腥味,产生丝滑的口感。但是,豆乳经过乳酸菌发酵后存在类似于豆乳清(豆腐加工排出的“黄浆水”)变质后的“腐败味”,这种腐败气味在酸豆乳热杀菌后异常强烈,严重影响了产品的感官品质,大大降低了市场接受度。对此,本研究团队展开了深入研究,结果发现,这种不良风味在低发酵酸度和低温度加热处理的发酵豆乳中强度较弱,但高酸度和高温处理后异味增强,其中滴定酸度为60^oT、杀菌温度在90^oC时感官最为强烈。进一步通过气相色谱-质谱对豆乳、发酵豆乳、热杀菌豆乳绘制风味谱图(图1),确定了其中的44种风味化合物,其中关键性风味物质为1-辛烯-3-醇、2,3-丁二酮、2,3-戊二酮、己醇、己醛、(E)-2-庚烯醛、(E)-2-辛烯醛、苯甲醛、乙酸和2-甲基四氢噻吩-3-酮。通过风味比对,确定了2-甲基四氢噻吩-3-酮是导致体系产生腐败

用酶解降黏处理提升流动性,同时通过研究糖的添加量、组织改良剂和浓缩终点对浓缩豆乳黏度和溶解性的影响,确立了大豆炼乳流动性提升关键技术,使大豆甜炼乳产品的固形物含量高达70%以上^[26],从而实现了大豆甜炼乳长保质期且具有较好的流动性和溶解性,为涂抹、蘸料类植物基炼乳产品的上市提供了技术支持。

4.4 植物基奶酪的加工与品质评价

作为奶酪产品的替代食品,植物基奶酪目前正在全球市场范围内迅速增加,2023年全球纯素食奶酪市场规模达到27亿美元^[27]。文献报道,目前开发的植物基奶酪是以植物蛋白、多糖(淀粉、树胶)、脂肪、水等为原料加工而成的、类似的再制干酪的一类产品。但由于原料和工艺不同,目前开发的植物基奶酪与普通奶酪在理化指标、产品性质方面仍存在很大的差异。将4款市售植物基奶酪与切达奶酪和再制奶酪(奶酪质量分数60%)进行比较发现,目前植物基奶酪的蛋白含量仅为0.11%~3.00%,远低于切达奶酪和再制奶酪的25.04%和18.50%。但在质构方面二者差异性不显著,部分质地特性与切达奶酪相似。此外,由于植物基奶酪是将多种配料以物理方式进行组合加工的产品,因此在微观结构上,植物基奶酪没有任何连续的蛋白质网络结构,脂肪球也只是受淀粉和其他亲水胶体的作用而被固定。从加工性能上看,切达奶酪是唯一表现出随着加热的进行,产品从黏弹性固体向液体流变行为转变的产品。从上述比较结果可以看出,目前开发的植物基奶酪无论是产品营养品质还是应用效果,与传统切达奶酪相比仍有很大的差距,未来要实现能满足消费者营养、应用效果要求的植物基奶酪产品仍面临诸多的挑战^[28]。

5 总结与展望

从全球植物基食品发展来看,植物基乳产业还是一个有较好发展历史基础的产业,在某些单品上已取得一定的成功,形成了较为稳定的市场。面对消费者对健康和多样化市场的需求,植物基乳产品既有较大的发展空间,也有诸多技术挑战。总体上,健康、口味、价格和配料简单是当前消费者的主要消费诉求。这就要求我们确定好植物基乳产品的定义和基本要求,便于规范和管理行业。同时加大科学

理论和技术创新研究,为拓展植物基乳产品市场提供技术支持。

未来研究重点应在如下领域:1)围绕原料特征开发营养健康功能的植物基乳产品,以满足不同消费场景和特殊营养、健康需求的人群(女性、老人、儿童、学生等);2)开发作为配料或调味功能的植物基乳产品,如应用于奶茶、咖啡等的基料,不同口味的涂抹酱料或蘸料;3)开发植物基奶酪产品与技术,这方面欧美国家有很好的基础研究产业优势和市场优势,值得我们多借鉴。最后,需要强调的是植物基乳产品的开发不要拘泥于对动物乳产品的模拟,要突出本身的特色,未来逐渐构建成“自成一派”的植物基乳产业体系。

参考文献:

- [1] 中国食品科学技术学会植物基食品分会. 植物基食品的科学共识(2022年版)[J]. 中国食品学报, 2022, 22(10):450-457.
Plant-Based Foods Society of Chinese Institute of Food Science and Technology. Scientific consensus on plant-based foods (2022) [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(10):450-457.
- [2] WANG Y, CAI W, LI L, et al. Recent advances in the processing and manufacturing of plant-based meat [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2023, 71(3):1276-1290.
- [3] ZERVAS G, TSIPLAKOU E. Life cycle assessment of animal origin products [J]. Advances in Animal Biosciences, 2016, 7(2):191-195.
- [4] DALGAARD R, SCHMIDT J, HALBERG N, et al. Case study LCA of soybean meal [J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2008, 13(3):240-254.
- [5] HANNAH R. If the world adopted a plant-based diet we would reduce global agricultural land use from 4 to 1 billion hectares [EB/OL]. (2021-03-04) [2023-09-05]. <https://ourworldindata.org/land-use-diets>.
- [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] 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.
- [8] 数食主张. 2023年H1全球食品饮料趋势[EB/OL]. (2023-07-07) [2023-09-05]. https://mp.weixin.qq.com/s/dkv9gOfA6qY_FusW7HOA5Q.
- [9] 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.
- [10] U. S. Plant Based Foods Association. Voluntary standards for the labeling of meat alternatives in the United States [EB/OL]. (2019-12-09) [2023-09-05]. <https://www.plantbasedfoods.org/wp-content/uploads/PBFA-Labeling-Standards-for-Meat-Alternatives.pdf>.
- [11] 中国保健协会. 植物基食品第2部分蛋白液体饮料: T/CHC 1004.2—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023:1-7.
- [12] 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.
- [13] MarketsandMarkets. Plant-based beverages market by source (almond, soy, coconut, and rice), type (milk and other drinks), function (cardiovascular health, cancer prevention, lactose intolerance, and bone health) and region-global forecast to 2023 [EB/OL]. (2018-10-01) [2023-09-05]. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/plant-based-beverage-market-34414144.html>.
- [14] 白马未来食品研究院. “发酵”: 让植物基助力“养生潮”[EB/OL]. (2022-09-22) [2023-09-05]. <https://mp.weixin.qq.com/s/mJkyElmXsBsfNRgyhEBX5A>.
- [15] 食品饮料行业观察. 植物基乳品市场正在走向成熟[EB/OL]. (2025-05-23) [2023-09-05]. https://mp.weixin.qq.com/s/l-tcG81eJfEbW_rTAuQU6A.
- [16] 彭博新能源财经. 用作物而非奶牛产奶: 植物基乳制品概况[EB/OL]. (2023-06-01) [2023-09-05]. <https://mp.weixin.qq.com/s/gzCR6Ca-jBhtYRZYUBBMJQ>.
- [17] 中华人民共和国商务部. 2022年德国植物基替代品市场增长11%至19.1亿欧元, 成为欧洲最大市场[EB/OL]. (2023-04-20) [2023-09-05]. <http://frankfurt.mofcom.gov.cn/article/xgjj/202304/20230403405547.shtml>.
Ministry of Commerce of the People's Republic of China. German plant-based alternatives market grows 11% to 1.91 billion by 2022, making it the largest market in Europe [EB/OL]. (2023-04-20) [2023-09-05]. <http://frankfurt.mofcom.gov.cn/article/xgjj/202304/20230403405547.shtml>.
- [18] 华经情报网. 2023—2028年中国植物蛋白饮料行业市场前景预测及投资战略规划研究报告[EB/OL]. (2023-04-20) [2023-09-05]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1767576191430091330&wfr=spider&for=pc>.
- [19] 农业农村部食物与营养发展研究所, 中国绿色食品协会绿色农业与食物营养专业委员会. 2023中国燕麦奶行业白皮书[R/OL]. (2023-06-16) [2023-09-05]. <https://ifnd.caas.cn/docs/2023-06/6b4f3f6bbca84f80a89a6063a1a79ee5.pdf>.
- [20] 郭顺堂, 徐婧婷. 我国大豆食品产业发展现状及存在的问题[J]. 食品科学技术学报, 2023, 41(3): 1-8.
GUO S T, XU J T. Development status and existing problems of soybean food industry in China [J]. Journal of Food Science and Technology, 2023, 41(3): 1-8.
- [21] 食品饮料创新. 植物基酸奶不够香吗? 它在中国如何乘风破浪? [EB/OL]. (2020-09-04) [2023-09-05]. <https://mp.weixin.qq.com/s/cEtcn4Q9NQgUGK0Go9kHVg>.
- [22] HAO Z Q, ZHANG X, GUO S T, et al. Identification of the key off-flavor odorants for undesirable spoiled odor in thermally sterilized fermented soymilk [J]. Food Research International, 2023, 164:112407.
- [23] 郝正祺. 乳酸菌发酵豆乳不良风味生成及改善途径研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2023.
HAO Z Q. Study on the formation and inhibitory strategies of off-flavors in soymilk with lactic fermentation [D]. Beijing: China Agricultural University, 2023.
- [24] SUN Y J, XU J T, GUO S T, et al. Antioxidant properties of fermented soymilk and its anti-inflammatory effect on DSS-induced colitis in mice [J]. Frontiers in Nutrition, 2023, 9:1088949.
- [25] 孙艺娇. 乳酸菌发酵豆乳的抗氧化性和对小鼠肠炎的防治作用与机制研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2023.
SUN Y J. Antioxidant properties of fermented soymilk

- and its anti-inflammatory effect on DSS-induced colitis in mice [D]. Beijing: China Agricultural University, 2023.
- [26] 郭顺堂,柳珊,任晨刚,等. 一种高倍浓缩豆乳与豆奶糖豆及其制备方法: 201010270582.7[P]. 2010-09-01.
- GUO S T, LIU S, REN C G, et al. A high concentration soy milk and soya milk sugar beans and its preparation method: 201010270582.7[P]. 2010-09-01.
- [27] Anon. Vegan cheese market report by product type, source, distribution channel, application, and region 2024 - 2032. [EB/OL]. [2024-01-02]. <https://www.imarcgroup.com/vegan-cheese-market>.
- [28] GRASSO N, ROOS Y H, CROWLEY S V, et al. Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese [J]. *Future Foods*, 2021(4):100048.

Trends and Technological Innovations in Plant-Based Milk Industry

GUO Shuntang, XU Jingting

(*Beijing Key Laboratory of Plant Protein and Cereal Processing/College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China*)

Abstract: As an important part of the plant-based food industry, the development level of plant-based milk products played a pivotal role in promoting the plant-based food industry. This study analyzed the global market size and of plant-based milk products and the market situation of plant-based milk products in China. In 2023, the global market size of plant-based milk products had reached \$29.6 billion and grew rapidly by 11.4%, while there were many types of liquid beverages in China's plant-based dairy products, including soy milk, coconut milk, walnut milk, almond milk, etc., which were all showing a trend of stable growth. However, the market for powder-based products was relatively stable, reaching 300000 t. In the future, the development of plant-based milk products should to be further defined to fully reflect the characteristics and attribute requirements of the products. At the same time, efforts should be made to develop new technologies and products that meet new consumption scenarios and channels, to address key issues such as taste, price, and clean labeling that consumers were concerned about plant-based milk, to accelerate the maturity and implementation of plant-based yogurt, and cold drinks, etc., and to empower the value and market competitiveness of plant-based milk by developing products that meet different consumption scenarios, special nutrition, and health needs. Thus, a diversified new model for the development of the plant-based milk industry could be established.

Keywords: plant-based milk; liquid drinks; soybean condensed milk; plant-based cheese; sour soy milk

(责任编辑:李 宁)