

doi: 10.12301/spxb202201131

文章编号:2095-6002(2023)03-0001-08

引用格式: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 Shuntang, XU Jingting. Development status and existing problems of soybean food industry in China[J]. Journal of Food Science and Technology, 2023,41(3):1-8.

我国大豆食品产业发展现状及存在的问题

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:大豆及大豆食品关乎国家的粮食安全,关乎大众的营养与健康,理顺和调控好大豆原料生产、食品加工利用和食品制造现代化之间的发展关系对建设中国特色的现代化强国十分重要。我国是重要的大豆生产国,总产量一直位居世界第四,每年有85%以上国产大豆用于食品加工,但是,目前我国大豆食品产业的发展在产业链、供应链和价值链构建方面还面临诸多问题。在原料利用方面,尽管国产大豆在需求量上保障了大豆食品产业的供给,但品质难以达到专用大豆原料的要求;大豆的混种、混收、混用仍是让大豆食品加工企业感到困惑的难题;国产食品专用大豆原料要在未来保持竞争地位,就要在品种选育、种植管理、产销品质控制方面有明确的定位;需建立统一协调的生产、加工、销售制度体系;完善我国大豆原料标准体系以及大豆品种名和加工产品商品名统一的原料标示推广系统。在产业加工方面,大豆食品加工现代化工作在近些年取得了很大的进步,但在传统工艺深度挖掘和新技术、新产品开发方面不足,针对增强营养健康和不同使用功能性诉求的产品市场细分尚需加强。今后,我国的大豆食品加工新技术、新产品、新装备等开发一定要走与数字化技术相结合的道路,不断地提升大豆食品加工的数字化、智能化水平,实现原料、储运、产品生产、制造和流通整个产业链的绿色制造和现代化。

关键词:专用大豆;大豆食品;传统豆制品;植物基食品;植物蛋白**中图分类号:** TS214.2**文献标志码:** A

大豆食品产业是关乎国计民生的健康产业,也是食品经济中的支柱性大产业。党和国家十分重视发展大豆食品产业,并将其上升为国家安全的战略高度,但是,由于长期以来受传统生产方式和经营模式的影响,我国大豆食品产业在原料保障、食品加工等方面缺少现代市场经济经营意识,产业链不同环节之间缺少协调性,原料的品种优势、生产地理优势和加工优势匹配度不高,各自的优势在供应链、价值链等方面体现不强。为此,本研究从产业链、供应链和价值链的角度对目前我国大豆食品产业发展现状和面临的问题进行分析,并提出一些具体建议,以期

为发展现代化的大豆食品产业提供参考。

1 专用大豆原料产业发展现状及问题

1.1 大豆生产消费概况

大豆原产于中国,4 000多年前已在我国黄河流域种植,我国是重要的大豆种植国,总产量一直位居世界第四。联合国粮食与农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)2022年统计数据显示,2021年巴西大豆总产量居世界第一(1.35×10^8 t),其次是美国(1.21×10^8 t)、阿根廷(4.62×10^7 t)、中国(1.64×10^7 t)^[1]。

收稿日期:2022-12-23

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,博士生导师,主要从事植物蛋白与谷物加工利用方面的研究。

高品质的国产大豆为我国大豆食品生产和市场稳定提供了基本保障。但近年来,受气候变化、种植作物比较经济效益和政策的影响,大豆产量出现了较大的波动。受2020年玉米价格优势的影响,2021年大豆种植面积出现明显下滑,减少为8 403 kha,比2020年的9 886 kha减少了1 483 kha,同比下降15%;大豆生产供给有所缩减,产量为1 640.4万t,较2020年的1 960.4万t减少了320.0万t,同比下降16.32%^[1]。但在2022年,得益于国家农村工作会议和中央一号文件的高度重视,东北地区积极扩种大豆,推行大豆玉米合理轮作,黄淮海、西北、西南地区推广大豆和玉米带状复合种植,我国大豆播种面积比2021年有较大的提升,达1.54亿亩(0.103亿ha),比上年增加2 742.5万亩(182.8万ha),增长21.7%。大豆产量达2 028.5万t,比上年增加389万t,增长23.7%^[2]。

我国也是大豆消费大国。大豆作为我国非常重要的农产品主要用于食用油、饲料蛋白和食品加工,年均总消费量占全球大豆消费市场的30%^[3],其中大量用作植物油、畜禽养殖用蛋白粕的主要原料是导致我国大豆消费量位居世界第一的主要原因。2021年我国大豆总消费量为1.1125亿t,用于压榨豆油和饲料加工消费9 233万t,占大豆总消费量的83%,食用和种用等其他消费为1 892万t,占大豆总消费量的17%^[4]。

然而,由于国产大豆难以满足消费需求,我国每年都要进口大量大豆。从生产和消费数据上来看,进口规模是国内生产量的5~6倍。2021年,受全球疫情影响,我国大豆进口量小幅下降,但进口金额呈现增长。数据显示,2021年中国大豆进口量达9 652万t,同比下降3.8%,大豆进口金额达535.392亿美元,同比增长35.4%^[4]。从进口国家来看,我国大豆进口路径主要依赖于巴西、美国和阿根廷这3个国家,占比达97.4%。此外从乌拉圭、加拿大、俄罗斯等也有少量进口^[3]。

从大豆使用结构来看,我国进口的大豆主要用于植物油的压榨和豆粕饲料的初加工,仅有少量用于食用加工。大豆油是我国消费最多的植物油,2019年我国大豆油消费量达1 650万t,占我国植物油消费总量的50%左右。同时我国是全球最大的肉及肉制品生产国和消费国,对豆粕的需求极其旺盛,作为养殖业蛋白饲料最重要的原材料,豆粕需求量与肉制品的生产消费量息息相关。以2018年为

例,受非洲猪瘟影响,猪饲料的需求明显下降,从而导致豆粕的需求下降,大豆进口量也随之减少了1 155.5万t,较2017年下降了12.28%。而随着2019年饲料开始恢复增长,豆粕需求量随之增长,2021年我国豆粕产量达7 864万t,同比增长1.1%^[5]。

另一方面,与进口大豆的用途不同,我国国产大豆主要用于大豆食品加工,如直接用于传统豆制品、植物基食品、大豆蛋白配料、大豆肽等保健食品的加工。因此,国产大豆要保持国内食用市场的竞争优势和在食品加工领域的主导地位,大豆生产就需要建立全产业链战略,在品种选育、种植管理、产销品质控制上有明确的定位,建立统一协调的生产、加工、销售制度体系。这一点在日本、加拿大、美国等发达国家已经非常明确,其做法值得借鉴。

1.2 专用大豆原料的选择问题

我国幅员辽阔,大豆在东北、黄淮海、长江中下游的华南等地区有广泛种植,不同地区生产的大豆品质各异,表现出明显的产地差异和品种多样性。通常,识别原料大豆种类和商品价值主要从种子的外观品质和营养化学品质两个方面来判定。外观品质主要包括颗粒大小、粒形、粒色、光泽、脐色;营养化学品质包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、无机盐等物质的含量。研究发现,大豆品质指标因产地、品种不同而有较大的变化^[6-8]。因此,不同的大豆食品加工可以根据其品质、加工特性等具体需求选择具有相应加工品质的大豆作为加工原料,提高产品的附加值。

近年来的原料品质研究已明确,大豆食品品质与原料品质或大豆多种成分等存在显著的相关关系。目前,我国的研究成果揭示了大豆成分对食品生产的作用,如大豆蛋白的11S含量、11S/7S值与豆腐凝胶硬度呈显著正相关^[9-10],植酸可以与蛋白质进行螯合,减缓蛋白质凝固速率,从而影响豆腐的得率和质地^[11-13]。对不同类型豆腐加工宜选择11S/7S值、植酸含量不同的大豆品种^[14-15];大豆籽粒中可溶性固形物、亚麻酸、油酸和亚油酸对豆浆风味品质的形成发挥着重要的作用,主要影响着豆浆整体风味协调性。因此,豆浆、豆奶类加工宜选择亚麻酸、油酸和亚油酸含量较低的大豆品种^[16-19];豆芽用大豆应选择小粒、发芽率高、脂肪含量低的品种;豆豉用大豆要求中小粒、种皮黑色或褐色、蛋白质含量低而糖分含量高的品种^[20];酱油用大豆则应

选择蛋白含量和糖分含量高的品种;而吸水能力强、粒形整齐一致的小粒豆更适于加工纳豆^[21]。另外,在专用大豆品种评价方法和评价标准研究方面,我国的多所高校和科研单位,如中国农业大学、河南农业大学、吉林农业大学等,积极开展了评价工作并取得了可喜的成果,为大豆育种、生产和消费者选购提供了技术参考^[22-26]。育种与评价相结合培育出了一批加工品质特色明显的新品种,例如现已培育出更适于加工豆浆的东农 252 和 253 以及东生系列品种,加工豆腐的齐黄 34、中黄 13 等,适于加工干豆腐的东农 42、吉育 204、东农 48,适宜加工腐乳的辽豆 66 等。此外,我国也培育了一些特色品种,如高 7 S 含量品种、高 11 S 含量品种、无腥味品种、低异黄酮含量品种、低嘌呤含量品种等。但由于受生产成本和市场容量等限制,这些特色品种的推广和应用范围还比较小,实现的产业价值有限,有待进一步加大市场开发力度。

1.3 专用大豆原料的供给问题

大豆食品加工原料专用化,是未来国产大豆发展的必然趋势。专用化一方面有利于大豆产业的品牌化,提高农业育种和生产的品牌效益,另一方面,也有利于提高大豆食品的品质,增加食品企业的经济效益。笔者调查了福建、广西、浙江、北京、山东、河南等地 7 个较大规模的大豆食品企业的原料需求和保障问题,这些企业都是我国大豆食品行业的翘楚,基本代表了我国大豆食品加工技术和管理的先进水平,尤其是国企,承担了重要的一线城市的“菜篮子”保障工作。这些企业对原料大豆的要求也比较高,反映了豆奶、传统豆制品、大豆分离蛋白、豆芽等加工企业的原料大豆需求问题。其中,大豆需求量较大的是大豆蛋白企业,需求约 100 万 t/年,而豆制品、豆奶等大豆食品企业需大豆均在 10 万 t/年以上。总体来看,企业对原料大豆的期望是供应的大豆品质要稳定、有固定生产区域的专用品种、合理的成本和价格。在实施路径上,企业希望通过与大型农场或种植企业的战略合作,通过国库或大型粮企的定向储存,保障合理的成本和高质量的大豆供应,包括获得适宜成熟度、专用或特殊用途的大豆。

目前,我国专用大豆原料供给方面存在诸多问题。1)大豆品种、产地区域的混杂比较严重,很难进行精确追溯。2)企业建立种植基地生产大豆牵扯精力多、种植成本高、运营困难。3)企业与合作社、豆农的订单式种植合作受种植规模小、收储

渠道多等影响,组织复杂,效率低。4)大型农场或企业大豆供给价格偏高,对企业生产成本影响大。5)由于采后大豆需要一定条件的后熟作用,加工品质不稳定问题时有发生。6)大豆原料加工品质适用性的指标、评价方法等尚未形成参考标准,一些方法还未有机地融入生产和加工体系。调研发现,大豆食品企业在不断地摸索采购经验,探索多渠道的保障。首先,在采购模式上,委托供应商进行采购,并以基地、合同、订单和部分代储做保障;其次,明确每个加工产品所需原料的品质要求,如大豆蛋白企业需蛋白相对较高的大豆,豆奶、豆腐企业则需要兼顾蛋白、脂肪含量,而豆芽类企业在种子大小、外观斑点、发芽能力方面有特殊的要求;此外,针对原料大豆品质需求的品种不足问题,有的企业与育种单位合作或自己开展有针对性的育种和品质改良工作。

对于大多数的中小型大豆食品加工企业来说,企业无精力也无法解决专用原料大豆不专、混种混收、良莠不齐、价格波动、物流成本升高等收购环节的各种麻烦。大豆食品生产企业多数依靠委托收购或从粮商手中购买的方式来保障原料供应。可见,我国大豆原料需求和生产供给始终是“两层皮”——缺少有机的融合发展机制。农业育种的先进性和大豆食品生产技术的先进性在终端的产品市场得不到充分的体现,专用大豆生产体系建设的构想仅停留在理念上,有很多实际的难题亟待解决。

1.4 对专用大豆原料供给保障体系建设的建议

为充分发挥我国大豆育种、生产加工的科技优势,避免种植生产管理上模式粗放、混种混销、品质混杂,以及产品附加值低的问题,对食品专用大豆原料供给保障体系的建设提出如下 4 点建议。1)借鉴美国的身份认证(identity preservation, IP)系统。针对我国大豆加工需求和原料特点,建立以大豆加工企业需求为引导的大豆原料供给系统。2)开展和建立各种生产需求的原料评价技术和标准研究共建工作,建立多层次的可满足多种个性化需求的原料品质标准体系。3)建立大豆品种名和加工产品商品名统一的原料标示推广系统,提升品种在加工产品中的商业价值,创造品牌效应。4)开展生产基地核心区生产技术体系建设,发挥对产区的引领和示范作用,提高原料质量和产量,减少收储运损失,降低生产成本。

总体来看,我国在食品专用大豆的育种、生产、

品质评价等方面做了大量工作,工作方向越来越清晰、目标越来越明确。若大豆原料能够通过规模化生产企业强大的加工能力,建立完整的大豆供应生态链条,实现高质量、低成本、全产业链高效率运转,那将会拉动我国优质大豆的稳定增长,为消费者提供安全、放心和营养健康的大豆蛋白食品。

2 大豆食品产业发展现状及问题

据估算,2021 年我国生产的 1 640 万 t 大豆,用于食品工业(非压榨)的国产大豆约 1 530 万 t,占比约 85%,用于其他(种子、榨油等)约 110 万 t。其中,用于豆制品加工的大豆用量约 940 万 t,用于其他食品加工的用量约 360 万 t,直接食用(包括家庭自制豆浆等)约 230 万 t^[27]。

与十多年前(2009 年)的 800 万 t 的消费相比,2021 年我国用于食品的大豆消费量增加了近 1 倍,其中用于豆制品加工的大豆增长平稳,用于其他食品工业的大豆增长较快,而直接用于食用的大豆量基本稳定。尽管国产大豆在需求量上保障了大豆食品产业的供给,但在品质上达不到专用原料的需求,混种、混收、混用仍是让食品企业头疼的问题。

2.1 传统生鲜类豆制品产业

豆腐、豆花等传统生鲜豆制品一直是大豆传统食品的重要品类,在我国大豆食品行业市场中占比最多,超 50% 以上。从我国豆制品规模 50 强企业的发展来看,2020 年用于豆腐等生鲜豆制品的投豆量为 57.55 万 t,2021 年为 62.79 万 t^[27],规模企业生鲜豆制品的产量增长速度较快,反映了我国的生鲜豆制品市场的繁荣和增长潜力,尤其是大城市的豆制品市场逐步脱离作坊或小企业的供给模式,在不断地开始向规模化企业集中。随着我国城镇化水平的提高,豆制品企业现代化和围绕城市群的布局正在展开。

2.2 豆浆等植物蛋白饮品产业

2021 年,规模企业用于豆浆类产品的投豆量为 48.74 万 t。其中固态豆浆粉的投豆量为 32.8 万 t,生产能力较为稳定;液态豆浆投豆量为 16 万 t 左右,产品产量达 127.5 万 t^[27]。自 2016 年以来,以豆浆为代表的植物蛋白饮品在“植物基食品”的浪潮下迅速突起,植物蛋白饮品投豆量逐年增长。与 2016 年的 8 万 t 投豆量相比,液态豆浆产量实现了翻倍增长。未来豆浆类产品还会随着植物基食品的

热潮而增长,但关键突破点和增长点是拓宽豆浆类产品的应用功能。

2.3 豆腐干等休闲豆制品产业

休闲豆制品主要是用豆腐干等制成的风味独特、适宜休闲和旅游的小包装即食性豆制品。近几年,规模企业用于豆腐干及休闲类大豆食品的投豆量均保持在 35 万 t 左右,整个市场较稳定。休闲豆制品的发展主要是受到了来自其他行业开发的类似产品的冲击,如鱼、肉类、果蔬、植物基食品等,使传统的消费市场被挤占。因此,豆干类休闲食品的发展要在改善口感的同时,开发新的消费功能,以突破发展瓶颈。

2.4 豆豉和豆酱等发酵豆制品产业

传统发酵大豆食品是指以大豆(或大豆粕)为发酵基质经微生物作用所形成的食品,主要包括酿造酱油、豆酱、豆豉和腐乳 4 大类。发酵豆制品是我国豆制品重要的分支之一,据不完全统计,我国每年在传统发酵大豆食品中的投豆量约为 30 万~40 万 t。其中广东是我国发酵豆制品加工规模最大的省份,酱油产量占全国三分之一;广东阳江市豆豉年销量约 1.2 万 t,阳江产豆豉的市场占有率占全国的 40%^[28]。发酵食品生产周期长、工艺复杂、易受环境的影响。发酵大豆食品作为餐饮产业的重要调味品要引入现代生物技术加快发酵过程,精准调控关键风味形成,实现发酵豆制品现代化。

2.5 组织蛋白等大豆蛋白制品产业

大豆蛋白因其丰富的营养被作为重要的食物蛋白来源,也因其良好的功能特性而被作为配料广泛应用于肉制品、冷冻食品等行业^[29]。据统计,我国用于加工大豆蛋白的大豆量约 200 万 t/年,年产大豆蛋白大约为 80 万 t,其中大豆分离蛋白约 40 万 t,浓缩蛋白约 15 万 t,组织蛋白约 20 万 t^[27]。特别是“植物基食品”的兴起引发了组织蛋白的市场需求。组织蛋白(拉丝蛋白)近年来发展势头迅猛,在 2018 年年产约 5 万 t 规模的基础上实现了翻倍的迅速增长^[30]。虽然我国是大豆蛋白制品生产大国,但由于蛋白产品存在豆腥味、异黄酮含量高等问题,蛋白产品尚难以进入国际高端产品市场,整体上附加值不高。

2.6 大豆肽和大豆磷脂等保健食品产业

大豆肽、氨基酸、磷脂、大豆低聚糖等是以大豆为原料精深加工制成的保健品。其中大豆肽、氨基酸等是以大豆蛋白为原料进行水解后获得的深加工

产品,而大豆磷脂、低聚糖等是以大豆副产物为原料深加工而获得的产品。经过近20年的不懈努力,大豆保健品逐渐被市场认可,现在年产量约1万~2万t,行业中出现了多家具有生产规模的龙头企业。近些年的发展说明,大豆的保健功能产品要走作为功能强化配料的道路,单一成分的产品是不适合营养健康市场竞争的。随着补充蛋白营养、促进矿物质吸收、改善肠道健康等功能的开发,大豆肽、磷脂等产品的市场前景将越来越广阔。

3 我国大豆食品加工现代化现状及问题

从大豆加工食品的产品类型来看,大豆食品可分为传统豆制品、植物蛋白饮品和大豆蛋白制品(包括保健品)3大类。在加工技术和现代化水平上,根据加工品类的不同呈现显著的差异。

3.1 大豆蛋白制品加工技术与现代化生产

在大豆蛋白制品和保健品的加工技术上,日本不二制油与美国杜邦等公司起步较早,其技术相对成熟稳定。我国的大豆蛋白加工技术基本以国外(主要是美国)引进为主。以大豆分离蛋白的生产为例,1984年黑龙江三江食品有限公司引进我国第一条大豆分离蛋白生产线(年加工大豆400t),分离蛋白开始在国内实现工业化生产。2002年美国杜邦公司在我国建厂,之后国内的一批企业相继崛起,我国大豆分离蛋白企业规模随之扩大。值得一提的是,随着“植物基食品”的兴起,拉丝蛋白加工技术迅速发展。在原有的单螺杆挤压技术基础之上,现已发展成为双螺杆挤压和三螺杆挤压技术,该技术下所获产品可形成纤维丝状结构,产品品质有较大提升,该类产品的大规模生产为当今植物基肉制品的发展奠定了原料基础。

以大豆、豌豆、面筋等植物蛋白加工的拉丝蛋白为原料开发的植物基肉制品发展较迅速,市场销售额在以约14%的速度增长。作为仿肉制品的一种新的消费形式,产品在多汁性、咀嚼性等方面还有一定差距^[31-32]。另一方面,高水分挤压技术开发也获得了较大进展^[33],但与国外(瑞士布勒公司)的装备和技术成熟度相比还有一定的竞争空间,推广和市场化还需进一步加强。

3.2 传统豆制品加工技术与现代化生产

豆制品是我们国家传承了两千多年的传统食品代表之一,其工艺技术极具特色,而且传统豆制品品

种丰富多样,加工工艺各有差异。近年来,我国在传豆制品的加工技术和装备现代化研究上持续发力,取得了可喜的成果。突破了传统生产装备落后对豆制品行业现代化的制约,也摆脱了规模化豆制品企业生产装备依赖进口的局面,走上了独立自主,实现豆制品行业现代化的发展之路。

过去,在豆制品的加工技术路线上,我国企业一直以传统生产工艺为基础进行不断改进和提升,但多数技术设备仍然只是延续传统手工操作,或部分进行机械化替代,整体水平较为落后。在生产能力、食品安全水平和提升产品附加值上满足不了豆制品规模化发展的要求。2000年前后,为解决大城市尤其是特大型城市的豆制品保障供给问题,作为重要的“菜篮子”工程,我国加大了对传统豆制品加工技术和装备现代化的攻关研究,加强了豆制品的规模化工业生产。特别是在“十二五”“十三五”期间,我国的豆制品加工技术开始迅速发展,诞生了一批以传统豆制品机械装备生产为主的企业。此外,校企合作开发也取得了丰厚成果,如中国农业大学与企业合作,先后开发了“微压高温煮浆技术”和“豆乳蛋白调质和凝乳速率控制”的加工技术^[34-35],推出了精准化控制煮浆系统、自动豆腐切割机、自动连续煮浆机、智能豆腐干(油豆腐、腐乳)多功能生产流水线等,使我国的传统豆制品加工技术水平整体上进入了国际先进行列。开发的新技术和装备被国内的豆制品企业普遍采用,并被行业誉为豆制品生产企业的标配,而且还推广到了泰国、印度尼西亚、加拿大、韩国等国家。

3.3 豆浆等植物蛋白饮品加工技术与现代化生产

我国的豆浆产品类型主要为液态产品和固态粉两大类。在2016年以前,我国的豆奶饮品多属于生鲜食品类,而国外的豆奶饮品在国内少有出售,还一度出现“水土不服”的现象,主要原因是我国消费者不适应国外豆奶的风味,对豆浆特色味道有所追求。2016年,我国企业引入“微压煮浆技术”及装备,开发了首款即饮型中国特色豆奶,此后,即饮型豆奶在我国全面开花,多个知名品牌相继诞生。液态奶饮料市场迅速发展,我国豆奶产业实现了新的跨越。

虽然以食品加工机械制造为代表的我国大豆食品现代化工作取得了很大的进步,改变了过去手工制作或简单的机械加工状态,但是,整体上我们传统食品的加工工艺挖掘与装备开发的结合还不够紧密,高能耗和高废水排放等环保问题仍是大豆食品

企业亟待解决的难题。同时,大豆食品行业面临着未来数字化、智能化全面转型升级的挑战。

4 结束语

我国是豆制品的生产和消费大国,近年来随着人们对大豆营养健康作用的认识和健康理念的增强,传统豆制品、新型的植物基肉和乳制品、大豆蛋白等制品产业获得了快速发展,我国已成为大豆食品加工大国。面对建设中国特色社会主义现代化国家的战略需求,大豆食品行业要尽快解决专用原料供给保障、传统食品现代化和新产品开发问题,不断满足市场的现代化需求,确保国家蛋白质供给安全。同时,随着物联网、云计算、区块链技术越来越多地用于工业生产,数字化技术将给我国食品行业带来新的革命。因此,我国的大豆食品加工新技术、新产品、新装备等开发一定要走与数字化技术相结合的道路,不断地提升豆制品加工标准化、连续化、智能化水平,在原料、储运、产品生产、制造和流通整个产业链实现绿色制造和现代化。

参考文献:

- [1] FAO. FAOSTAT: crops and livestock products [EB/OL]. [2022-12-19]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- [2] 国家统计局. 国家统计局关于 2022 年粮食产量数据的公告[EB/OL]. (2022-12-12)[2022-12-19]. http://www.gov.cn/xinwen/2022-12/12/content_5731454.htm.
- [3] 刘梅芳,樊琦. 中国大豆消费、生产和进口现状及存在的问题[J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(6): 28-35.
LIU M F, FAN Q. Study on the current situation and problems of soybean consumption, production and import in China[J]. Food Science and Technology and Economy, 2021, 46(6): 28-35.
- [4] 李奕聪,王新刚,司伟. 2022 年大豆产业发展趋势与政策建议[J]. 大豆科技, 2022(1): 6-8.
LI Y C, WANG X G, SI W. Development trend and policy suggestions of soybean industry in 2022[J]. Soybean Science & Technology, 2022(1): 6-8.
- [5] 观研天下. 我国大豆加工行业现状:上游大豆种植面积、产量出现下降 中游产品产量、投豆量实现增长[EB/OL]. (2022-02-08)[2022-12-19]. <https://www.chinabaogao.com/market/202202/571488.html>.
- [6] 张新艳. 豆腐加工用大豆原料适宜性评价方法的建立[D]. 北京:中国农业大学, 2011.
ZHANG X Y. Establishment of suitability evaluation method of soybean raw materials for tofu processing[D]. Beijing: China Agricultural University, 2011.
- [7] 曹天一. 不同品种大豆豆乳及豆腐加工特性的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2018.
CAO T Y. Research on processing characteristics of soymilk and tofu from different soybean varieties [D]. Beijing: China Agricultural University, 2018.
- [8] 李景妍. 不同大豆品种的豆乳加工特性分析及豆乳专用大豆评价方法的建立[D]. 北京:中国农业大学, 2012.
LI J Y. Analysis of processing characteristics of different soybean varieties and establishment of evaluation method for special soybean for soybean milk[D]. Beijing: China Agricultural University, 2012.
- [9] GUO S T, ONO T, MIKAMI M. Incorporation of soy milk lipid into protein coagulum by addition of calcium chloride[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(3): 901-905.
- [10] GUO S T, ONO T. The role of composition and content of protein particles in soymilk on tofu curdling by glucono- δ -lactone or calcium sulfate[J]. Journal of Food Science, 2006, 70(4): 258-262.
- [11] WANG R C, XIE L C, GUO S T. Effects of small molecular compounds in soymilk on the protein coagulation process: Ca^{2+} as coagulant[J]. Food Research International, 2015, 77: 34-42.
- [12] WANG R C, GUO S T. Effects of endogenous small molecular compounds on the rheological properties, texture and microstructure of soymilk coagulum: removal of phytate using ultrafiltration[J]. Food Chemistry, 2016, 211: 521-529.
- [13] WANG R C, GUO S T. Phytic acid and its interactions: contributions to protein functionality, food processing, and safety[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2021, 20(2): 2081-2105.
- [14] GUO S T, TSUKAMOTO C, TAKAHASI K, et al. Incorporation of soymilk lipid into soy protein coagulum by the addition of calcium chloride[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(9): 3215-3219.
- [15] WANG R C, JIN X H, SU S W, et al. Soymilk gelation: the determinant roles of incubation time and gelation rate[J]. Food Hydrocolloids, 2019, 97: 105230.
- [16] SHI X D, LI J Y, WANG S M, et al. Flavor characteristic analysis of soymilk prepared by different soybean cultivars and establishment of evaluation method of soybean

- cultivars suitable for soymilk processing [J]. Food Chemistry, 2015, 185: 422–429.
- [17] JIN X H, CHEN C, GUO S T, et al. Analysis on physico-chemical and sensory qualities of soymilk prepared by various cultivars: application of fuzzy logic technique [J]. Journal of Food Science, 2020, 85(6): 1635–1641.
- [18] 金雪花, 郭顺堂, 陈辰, 等. 基于模糊感官评价的大豆品种对豆浆加工品质影响分析[J]. 食品科学, 2019, 40(17): 59–64.
- JIN X H, GUO S T, CHEN C, et al. Soymilk processing properties of soybean varieties based on fuzzy sensory evaluation[J]. Food Science, 2019, 40(17): 59–64.
- [19] 陈辰, 郭顺堂, 李景妍, 等. 不同品种大豆加工豆浆的品质分析及评价模型[J]. 农业工程学报, 2018, 34(8): 291–302.
- CHEN C, GUO S T, LI J Y, et al. Analysis on quality of soymilk processed from different soybean cultivars and evaluation model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(8): 291–302.
- [20] 兰静, 赵琳, 郭燕枝, 等. 传统大豆加工制品对大豆原料品质的要求[J]. 大豆科学, 2015, 34(4): 731–735.
- LAN J, ZHAO L, GUO Y Z, et al. Summary on quality requirement of soybean material in traditional soybean products[J]. Soybean Science, 2015, 34(4): 731–735.
- [21] 周建国. 大豆加工业的发展及其对大豆品质的要求[J]. 现代农业研究, 2020, 26(4): 97–98.
- ZHOU J G. The development of soybean processing industry and its requirement for soybean quality [J]. Modern Agriculture Research, 2020, 26(4): 97–98.
- [22] 金雪花. 大豆品种加工特性的分析及评价模型的建立[D]. 北京: 中国农业大学, 2020.
- JIN X H. Analysis on processing characteristics of soybean cultivars and establishment of evaluation models [D]. Beijing: China Agricultural University, 2020.
- [23] 车佳玲. 豆乳、豆腐加工用大豆原料适宜性评价模型的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2021.
- CHE J L. Study on evaluation models of soybean raw materials suitable for soymilk and tofu processing [D]. Beijing: China Agricultural University, 2018.
- [24] 张莹. 大豆品种对北豆腐品质的影响及其品质评价方法的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2011.
- ZHANG Y. Studies on effects of soybean species on north tofu quality and methods of evaluation in north tofu [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2011.
- [25] 谢来超. 原料大豆的豆腐加工适宜性评价方法的建立[D]. 北京: 中国农业大学, 2013.
- XIE L C. Establishment of evaluation method for tofu processing suitability of raw soybean [D]. Beijing: China Agricultural University, 2013.
- [26] 陈思, 于寒松, 吕博, 等. 不同大豆品质加工豆腐适宜性的模式识别研究[J]. 大豆科技, 2018(2): 14–26.
- CHEN S, YU H S, LÜ B, et al. Pattern recognition on suitability of different soybean quality in tofu processing [J]. Soybean Science & Technology, 2018(2): 14–26.
- [27] 吴月芳. 2021 中国大豆食品行业状况、趋势[J]. 中国豆制品产业, 2022(6): 26–28.
- WU Y F. 2021 Industry status and development trend of soy food in China [J]. China Beanproduct Industry, 2022(6): 26–28.
- [28] 徐佩然, 赖锦宏, 年海, 等. 广东大豆产业现状及原料需求分析[J]. 大豆科技, 2019(6): 41–45.
- XU P R, LAI J H, NIAN H, et al. Analysis of soybean industry status and raw material demand in Guangdong province [J]. Soybean Science & Technology, 2019(6): 41–45.
- [29] CHEN Z J, SHI X D, XU J T, et al. Gel properties of SPI modified by enzymatic cross-linking during frozen storage[J]. Food Hydrocolloids, 2016, 56: 445–452.
- [30] 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.
- [31] 吴元浩. 植物基牛肉饼质构特性研究: 基质蛋白与拉丝蛋白复合效果分析[D]. 北京: 中国农业大学, 2021.
- WU Y H. Study on texture character of plant-based beef patties: compounding effect analysis of basic protein and fibrous texturized protein [D]. Beijing: China Agricultural University, 2011.
- [32] 邓文亚. 改善植物基牛肉饼多汁性的原料预处理技术研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2021.
- DENG W Y. Research on raw material pretreatment techniques to improve the juiciness of plant-based beef patties [D]. Beijing: China Agricultural University, 2011.
- [33] 张金闯. 高水分挤压过程中花生蛋白构象变化及品质调控[D]. 北京: 中国农业科学院, 2019.
- ZHANG J C. Conformational changes and quality control of peanut protein during the high-moisture extrusion process [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural

- Sciences, 2019.
- [34] 郭顺堂, 李林山, 施小迪, 等. 一种豆浆及其微压煮浆制备方法: CN103749708A[P]. 2014-04-30.
- GUO S T, LI L S, SHI X D, et al. Soybean milk and micro-pressure soybean milk boiling preparation method thereof: CN103749708A[P]. 2014-04-30.
- [35] 郭顺堂, 林最奇, 李兆峰, 等. 一种适用于工业化豆腐生产的薄膜动态混合凝固剂凝乳方法: CN107279312A[P]. 2017-10-24.
- GUO S T, LIN Z Q, LI Z F, et al. Thin-film dynamic-mixing coagulator curdling method applicable to industrial bean curd production: CN107279312A[P]. 2017-10-24.

Development Status and Existing Problems of Soybean Food Industry in China

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: Soybeans and soybean food are related to national food security, and nutrition and health of the public. Rationalizing and regulating the development relationship between soybean raw material production, food processing and utilization and food manufacturing modernization were very important for building a modern powerful socialist with Chinese characteristics. China is an important soybean producer, with total output always ranking fourth in the world, and more than 85% of domestic soybeans were used for food processing every year. However, at present, the development of China's soybean food industry were still many problems in the industrial chain, supply chain and value chain. In terms of raw material utilization, although the demand of domestic soybeans guarantees the supply of soybean food industry, the quality was difficult to meet the demand for special soybean raw materials. The mixed planting, mixed harvest and mixed use of soybeans were still the main problems faced by soybean food processing enterprises. In order to maintain a competitive position in the future, domestic specific soybean raw materials for food must have a clear positioning in variety selection, planting management, and production and marketing quality control. It was necessary to establish a unified and coordinated production, processing and sales system. And it was also necessary to improve China's soybean raw material standard system and to improve the raw material labeling and promotion system with unified soybean variety names and processed product commodity names. In terms of industrial processing, the modernization of soybean food processing had made great progress in recent years, but the in-depth excavation of traditional processes and the development of new technologies and new products were insufficient and the market segmentation of products with different functional demands for nutrition and health needed to be strengthened. In the future, the development of new technologies, new products, and new equipment for soybean food processing in China must take the road of combining with digital technology, continuously improve the digital and intelligent level of soybean food processing, and realize green manufacturing and modernization in the entire industrial chain of raw materials, storage and transportation, product production, manufacturing and circulation.

Keywords: specific soybeans; soybean food; traditional bean products; plant-based food; plant protein