

我国大豆生产消费现状及提升自给率策略

刘璐璐¹, 李建飞², 舒跃², 陈小央³, 唐桂香^{1,2*}

(1. 浙江大学农业与生物技术学院作物科学研究所, 浙江 杭州, 310058;

2. 海南浙江大学研究院, 海南 三亚, 572024;

3. 浙江省种子管理总站, 浙江 杭州, 310020)

摘要:我国大豆自给率低, 对外依存度高达87%左右, 已严重威胁着我国大豆的供给安全。近来随着国际形势和新冠疫情的变化, 我国大豆生产、加工及消费状况备受国内外关注。2019年我国中央一号文件提出大豆振兴计划, 提出“一扩两提”的目标, 以加强我国大豆产业在农业市场上的竞争力。本文综述了近几年来我国大豆生产、加工、贸易及消费现状, 结合我国国情提出提升我国大豆产业和增加自给率的策略。

关键词:大豆产业; 消费现状; 发展策略

中图分类号: S3

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2022)02-0242-07

Current situation of soybean production and consumption in China and strategies to improve self-sufficiency rate

LIU Lu-lu¹, LI Jian-fei², SHU Yue², CHEN xiao-yang³, TANG Gui-xiang^{1,2*}

(1. Institute of Crop Science, Zhejiang University/Key Laboratory of Crop Genetic Resources, Hangzhou 310058, China; 2. Hainan Institute of Zhejiang University, Sanya 572024, China; 3. Zhejiang Seed Management General Station, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Low self-sufficiency rate and the higher foreign dependence rate of about 87% have seriously threatened the soybean safety in China. In recent years, with the changes of the international situation and the COVID-19 epidemic, soybean production, processing and consumption in China have attracted more attention at home and abroad. China unveiled "No. 1 central document" proposed a soybean revitalization plan in 2019, putting forward the goal of "one expansion and two improvements" to strengthen the competitiveness of China's soybean industry in the international agricultural market. This paper reviewed the current situation of soybean production, processing, trade and consumption in China in recent years, and upgraded strategies to enhance China's soybean industry and enhanced the self-sufficiency rate according to China's national conditions.

Key words: soybean industry; consumption status; development strategy

中美经贸摩擦让我国大豆成为全球瞩目和热议的焦点, 大豆(*Glycine max* L. Merr.)属豆科蝶形花亚科一年生草本植物, 起源于我国, 古称“菽”, 最早在《诗经·小宛》中有“中原有菽, 庶民采之”的记载, 在我国已有5000年的栽培历史。大豆是植物蛋白、食用油脂和蛋白饲料的主要来源, 大豆种子中除富含20%的脂肪和40%的蛋白质外, 还含有多种

具有独特生理功能的活性物质, 如大豆异黄酮、大豆多肽、大豆磷脂、大豆低聚糖、大豆皂甙等, 具有抗肿瘤、降血脂、预防心血管疾病等作用, 在保健食品和医学领域有着极高的潜在应用价值, 美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)已将大豆整体注册为保健食品^[1]。我国人民历来有食用大豆及大豆加工制品的习惯, 日常生活对大豆需

收稿日期: 2022-01-18

基金项目: 浙江省“十四五”豆类新品种培育“优质多抗大豆种质创新与利用”(2021C02064-5-5); 海南省科技计划三亚崖州湾科技联合项目(320LH033)

作者简介: 刘璐璐(1997-), 女, 硕士研究生, 主要从事大豆遗传育种研究, E-mail: lll9012@126.com

* 通讯作者: 唐桂香(1966-), 女, 博士, 副教授, 硕导, 主要从事大豆育种和栽培研究, E-mail: tanggx@zju.edu.cn

求殷切,每年消耗约1亿吨大豆,在居民饮食、食用油脂和畜禽养殖中占有重要地位^[2,3]。目前我国大豆产业存在自给率低,对外依存度高的特点,本文针对我国大豆生产、加工及消费的特点,提出提升我国大豆产业和增加自给率的策略。

1 我国大豆生产和贸易状况

我国作为大豆的原产地,是传统的大豆生产国。我国大豆主产区可分为北方春作大豆区、黄淮海夏作大豆区和南方多作大豆区,面积分别占全国的55.7%、29.7%和14.6%^[4,5],每年约生产1960万吨大豆。在1952之前我国大豆的产量占世界总产量的81%,是世界大豆第一生产国;1970年前,世界大豆生产以美国和中国为主;70年后,巴西大豆快速增长,1974年超越我国;1994年后,阿根廷大豆又超越了我国,我国大豆生产居世界第四。随着我国加入世界贸易组织(World Trade Organization, WTO),影响持续产生,2004年到2015年大豆种植面积及产量逐渐下跌^[6];2015年加大农民种植大豆的建议,2019年中央一号文件提出大豆振兴计划,2020年全国大豆种植面积达到986.67万公顷(1.48亿亩),比上年增长5.9%;总产1960万吨,比上年增长150万吨,增长8.3%。与世界大豆主产国相比,我国大豆单产较低,平均为1800 kg/hm²,不仅远低于美国(3375 kg/hm²)、巴西(3175 kg/hm²)和阿根廷(2910 kg/hm²),也低于世界平均数(2300 kg/hm²)^[7,8]。

我国大豆生产在1995年前基本自给供少量出口,1996年后成为净进口国,之后进口数量持续增加,2020年我国大豆进口量再创新高,进口超1亿吨,刷新历史新高。进口量占全球贸易的60%,是国产大豆的5倍。海关总署进出口数据表明2021年1-8月,我国大豆进口规模为670万吨,同比增长3.6%。美国农业部预测2028年我国大豆进口量将达到1.26亿吨,约占全球大豆贸易量的76%^[9]。我国大豆进口量高,对外依存度高达87%,进口来源国高度集中,主要依赖于巴西60.59%,美国22.05%,阿根廷7.40%及其它国家和地区9.93%,供应链风险大^[10,11]。与进口相反,我国大豆出口数量自1961年以来总体呈下降趋势。从1961年的34.35万吨降至2019年的11万吨,减少了68%。我国大豆主要出口到日本、马来西亚、韩国、英国、德国、荷兰、西班牙、美国、澳大利亚、新西兰等国家^[12]。我国对大豆的巨大需求对世界贸易的

影响越来越大,贸易竞争指数(Trade Competitive Index, TC)是评价大豆国际竞争力的重要指标。TC指数的值为(出口-进口)/(出口+进口),“0”为平均水平,越接近1表明竞争力越大,越接近-1表明竞争力越弱^[13]。大豆进出口数据表明自1969年后TC指数低于0,而2000年以后TC指数均低于-0.90并逐渐接近于-1,表明我国大豆已经丧失国际竞争能力。

2 我国大豆消费状况

我国是传统的大豆消费国,早在战国《楚辞》一书就有我国先民食用豆豉的记载,北魏《齐民要术》中出现豆酱制作和加工的详细流程,唐宋时期开始普及食用豆腐^[14]。随着经济和技术水平的发展,现代我国豆制品具有完备的产品体系,包括豆浆类为代表的液态产品、以豆腐系列为代表的生鲜类豆制品、以各种口味豆腐干等为代表的休闲类豆制品、以大豆纤维饼干为代表的代餐食品,以腐竹、腐皮为代表的干燥制品,以冻豆腐、千页豆腐等为代表的速冻豆制品,以大豆冰激凌等为代表的冷饮豆制品,以毛豆、豆芽为代表的蔬菜,以及以豆浆粉为代表冲调代餐食品等等^[15]。我国大豆消费需求总计约1.1亿吨,预估2021-2022我国国内大豆消费量会超过1.2亿吨。我国大豆消费主要分为四个方面:一是压榨消费占84.07%,二是食用消费占12.45%,三是损耗及其它占2.85%,四是种子用量消费占0.64%^[16],其中大豆压榨消费主要产品是油和豆粕。豆粕在我国主要用作动物饲料,其中52%为家禽饲料,29%为猪饲料,13%为牛饲料(包括肉牛和奶牛),2%为宠物饲料,此外也用于食品工业(如酿造酱油)等。我国除从制油企业得到豆粕之外,还另外进口豆粕,作为蛋白质添加到饲料中用于畜禽的养殖,满足广大人民对肉类食品的需求^[17,18]。2018年我国生产了超过3100万吨鸡蛋,占全球鸡蛋产量的40%;2019年即使因猪瘟影响,在产量大幅度下降的情况下,我国仍然生产4487万吨猪肉,占全球44.5%。此外,我国还生产了1400万吨肉鸡。豆粕蛋白质含量高,高蛋白大豆品种可达50%以上,且氨基酸平衡,消化率高,是最重要、规模最大的饲料蛋白原料。据USDA统计,2019/2020年度,我国豆粕产量已达7167.6万吨,豆油产量1621.8万吨;同期,我国豆粕消费量6693.5万吨,饲料消费占比98.4%^[19,20]。大豆油是我国消费量最大的食用油,2018年占食用油消费量的43.1%(其次是菜籽油

22.1%; 棕榈油 16.8%; 花生油 7.7%)。我国消费大豆油 1655 万吨(人均 12 kg), 占全球大豆油总消费量的 30.35%^[21]。

我国大豆压榨行业主要呈现三个特征: 一是大豆压榨加工产能快速扩张。2017 年底, 我国大豆日压榨能力 44.98 万吨, 年加工能力达到 1.48 亿吨, 加工能力比 2001 年翻了近三番。2019 年在贸易战和猪瘟的影响下豆粕消费量有小幅下滑。目前, 国内母猪存栏已经开始恢复, 在生猪养殖利润丰厚的情况下, 豆粕消费在 2020 年有所提升。二是“三足鼎立”集团化发展趋势。代表国有企业的中粮、中储粮、九三等集团加工产能 4251 万吨/年(占 28%), 代表外资企业的益海、邦吉、嘉吉加工产能 2883 万吨/年(占 20%), 代表民营企业的渤海、汇福加工产能 1200 万吨/年(占 8%)^[22]; 三是我国大豆油脂加工业形成以沿海港口和主产区为主的分布格局。以国产大豆为原料的压榨企业主要布局在黑龙江等大豆主产区, 以进口大豆为原料的压榨企业则主要集中于东部、东南及华南沿海省区的港口城市^[23]。截至 2017 年底, 我国拥有企业生产许可(Qiyechanpin Shengchanxuke, QS)的豆制品企业数量为 4890 家, 相比 2009 年增涨 48.89%, 年增长率 5.42%。2018 年豆制品行业前 50 强企业, 其销售额与投豆量与 2017 年比均有上升, 其中: 投豆量为 157.86 万吨, 比上年增加了 4.83%; 销售额为 233.71 亿元, 比上年增加了 15.63%^[24, 25]。

3 我国大豆产业存在的问题

我国大豆产业安全水平呈下降趋势^[26], 存在着如下问题。第一是我国大豆生产率低, 单产和种植面积均低于世界平均水平。与其它大豆生产大国相比, 其种植面积、单产均明显低于前三国家, 2019 年我国种植面积仅为美国的 2.77%, 同年大豆单产为美国的 58.53%^[27]。第二我国大豆对外依存度高, 且进口国家过于集中, 进口量的 95% 集中在美国、巴西、阿根廷, 大豆贸易极易受国际关系影响^[28, 29]。第三, 我国大豆产业加工水平较低, 大部分用于压榨。但大多数压榨企业面临产能过剩, 利润率降低, 企业竞争激烈的问题^[21]。第四, 我国大豆产业劳动力成本偏高。目前我国大豆食品工业投豆量的 50% 以上用于传统加工, 且部分豆类加工企业受限于工艺需要, 很难用机械化手段代替人工^[30]。第五, 我国大豆产业发展存在比较效益低、栽培技术落实难、机械化程度低和生产效率低的问题^[31, 32]。如南

方鲜食大豆产业存在如何可持续发展和提高农民种植鲜食大豆积极性的问题^[33]。鲜食大豆是南方大豆生产主要产业之一, 目前存在种植面积大, 采集中, 劳动力短缺、采摘机械破损率高的问题。而我国北方地区由于多年持续大面积种植玉米, 加上大量农民外出打工, 能够熟练掌握大豆栽培技术的农民极少, 造成田间管理粗放, 且相应机械配套措施严重缺乏, 使得大豆产量低, 难以形成规模效益。如吉林省大豆每公顷产值为 10 500 元左右, 而玉米市场每公顷产值为 16 800 元, 除去国家补贴和种植玉米多施肥部分, 种植大豆比玉米每公顷收入少 3750 元左右, 更进一步降低了农民种植大豆的积极性。

为保护粮食生产安全、稳定大豆价格和维护农民利益, 2008 年我国出台了大豆临时收储政策, 当市场价格低于临时收储价格时, 每年在东北地区以一定的收购价格向农民收购大豆, 但收效甚微。实施大豆临时收储政策后, 东北地区大豆种植面积持续萎缩, 国内外大豆价格倒挂严重, 农民种植大豆收获的净利润持续降低。2014 年中央“一号文件”中强调要完善粮食等重要农产品价格的形成机制, 并提出要逐步建立农产品目标价格制度, 2014 年 5 月东北地区大豆目标价格补贴试点正式启动, 当市场价格低于目标价格时, 国家按照二者差额对种植大豆的农民和企事业单位进行补贴^[34]。这一政策保证了农户种植大豆的收益, 在一定程度上提高了农户种植大豆的积极性, 黑龙江省大豆种植面积也有所提升, 由 2014 年的 279.3 万公顷增加到 2017 年的 373.5 万公顷。在实施过程中, 大豆目标价格的制定和公布较晚, 对农民实际种植决策的影响有限, 且不同地区之间补贴差异较大。2016 年, 黑龙江省大豆目标补贴价格为每公顷 1778.7 元, 内蒙古仅为每公顷 544.35 元。在执行过程中, 农民种植玉米获得的收益会高于种植大豆的收益, 导致该政策未达到期望效果。2017 年, 在国家推进农业供给侧结构性改革的背景下, 国家发改委调整大豆目标价格政策, 实行“价补分离, 市场定价”的市场化收购加补贴机制^[35]。这一政策对大豆生产给予良种补贴和粮食直补, 对提高大豆种植面积有一定的促进作用, 2020 年黑龙江大豆种植面积达 483.2 万公顷, 同比增加 55.2 万公顷, 增幅 12.9%。目前来看, 这一政策对东北地区大豆种植有一定的促进作用, 但尚未推广到全国范围。

4 提升我国大豆自给率的策略

针对我国大豆供需矛盾突出问题,2019年农业农村部开始实施大豆振兴计划,其目标是:扩大面积,提高单产,提升品质,绿色发展,做大做强东北和黄淮海优势区,稳定西南间套作区,提高大豆自给率,减少化肥、农药施用量,提高药肥利用率和耕种收综合机械化率^[36]。提出“一扩二提”的目标,“扩”就是扩大大豆种植面积到2020年达到933.3万公顷(1.4亿亩),2022年达到1000万公顷(1.5亿亩);“提”就是提高单产和品质,单产提高到2025 kg/hm²,食用大豆蛋白质和油用大豆脂肪品质各提高1个百分点。要实现这一目标一靠政策、二靠科技、三靠提能力。在政策上,调整优化支持政策,引导农民多种大豆,增加在大豆种植的补贴;在科技上挖掘品种的增产能力,增加大豆品种的单产;提能力主要是通过改善生产条件,建设旱涝保收的高标准农田,提高稳产高产的能力。具体来说:

第一,多渠道增加大豆种植面积,藏粮于地。预计2021年我国大豆消费需求超过1.1亿吨,要将食用大豆的碗牢牢端在自己的手里,农业农村部提出2025年力争播种面积达到1166.7万公顷(1.75亿亩),产量达到2500万吨^[37]。我国可耕地面积红线1.2亿公顷(18亿亩),确保1亿公顷(15亿亩)农田用。大豆和水稻同茬,如要满足我国大豆的自给率,则需要6亿亩耕地来种植大豆,这显然是不可能的。那么扩大大豆种植面积潜力从哪里来?一是可以与主粮作物轮作倒茬增加大豆种植面积^[29]。农业部2016年发布的《全国种植业结构调整规划(2016–2020年)》中提出,因地制宜开展粮农轮作,东北地区主推大豆—玉米轮作,黄淮海冬麦区主推麦豆二熟制,南方和西北地区多可采取种形式的粮豆间套复种和幼林地套种等耕作制度增加大豆种植面积。二是采用饲用玉米和饲用大豆带状复合种植。带状复合种植是我国传统农业技术瑰宝,对提高土地利用率,增加大豆种植面积,提高大豆产量具有重要意义^[38–40]。在保证玉米产量不影响的前提下,每公顷地可以多收750 kg大豆,如果4000万公顷玉米地都能发展玉米—大豆带状复合种植技术,则可以多收大豆用作饲料;另外也可以大豆和玉米秸秆都用作饲料。凡种植玉米大豆的区域都适合发展玉米—大豆带状复合种植,玉米产量可以与单作相当,带状间作每公顷增产大豆1500~1950 kg,带状套作单产1800~2250 kg/hm²^[41]。2021年全国玉米播种面积达4332.4万公顷^[42],如果所有玉米

田都能和大豆带状间作或套作则至少分别增产649.86亿千克和779.832亿千克大豆。三是利用边际土地扩大大豆种植面积。我国人均耕地资源缺乏,2016年我国耕地总面积为1.35亿公顷,人均仅866.7 m²,且每年持续减少约6.6万公顷^[43]。除1.2亿公顷(18亿亩)红线耕地外,我国的边际土地总面积约7800万公顷,包括尚未开发的耕地后备资源5666.7万公顷和现有低等耕地2133.3万公顷^[44]。我国目前拥有各类具有农业利用前景的盐碱地总面积1200万公顷,选育耐盐碱大豆,有效利用这些盐碱地资源,是提高我国大豆生产能力的重要新方向,对保障我国粮食具有重大意义。我国科学院遗传与发育生物学研究所田志喜研究团队在东营市土壤盐碱度含量不低于0.5%的地块上采用完全天然雨养的种植方式,在8000多份大豆种质材料中筛选获得耐盐碱新种质56份,其中表现特别优异的有18份。2021年选择两份耐盐碱大豆材料TZX-805和TZX-1736在土壤含盐量为0.5%盐碱地进行每个材料2 hm²的连片示范种植,单产分别为3949.5和3972 kg/hm²。这两个大豆材料具有耐盐高产特性,是大豆耐盐碱的重要创新性突破成果。此外,我国目前有幼林1.43亿公顷、茶园168.8万公顷、果园1233.3万公顷,通过套种方式可以增加大豆的种植面积,增产潜力大,提升大豆自给率。

第二,“绿色革命”育种,提高大豆的产量^[45]。在现有耕地基础上通过减少主粮作物种植以增加大豆种植面积并不符合我国人多地少的实际国情,要实现提升我国大豆自给率的目标,只能依靠提高大豆单产^[26]。我国成立之时,小麦产量比大豆低,大豆单产与水稻、玉米不相上下。水稻、玉米和小麦等单子叶植物经过矮秆、窄叶、直立株型改变为主的“绿色革命”,增加种植密度,大幅度提高了产量,使小麦平均单产达6000 kg/hm²,玉米最高产量可达22500 kg/hm²,而大豆只有在非常好的栽培条件下才能达到6000 kg/hm²。新品种培育如何解决大豆品种卡脖子问题?众所周知,大豆还未完成“绿色革命”育种,从禾本科作物绿色革命经验来看,改变大豆株型增加种植密度是提高单产的关键^[27]。株型是重要的农艺性状,也是大豆育种的关键,如果能育成节数多,株型紧凑,茎秆强度增强且耐倒伏、落花落荚率低的大豆品种,把种植密度从现有的15~30万株/hm²增加到45~60万株/hm²,则可以大幅提高现有大豆产量。除株型育种外,育成广适性品种、提高蛋白质和脂肪含量的品质育种,也是间接

提高大豆产量的育种目标途径。

第三,通过栽培措施,提高大豆产量。20世纪60~70年代我国大豆品种以农家种为主,改革开放后,大豆育种进入全面普及阶段。截至2020年底,我国大豆品种累计审定总数为3112个,其中通过国家审定的品种数为491个,地方审定品种数为2621个,现有的品种基本能满足全国各地大豆生产的需要^[46]。良种良法,优良品种要配合高效栽培措施才能发挥品种真正的增产潜力。近年来,全国大豆产业技术体系岗位科学家,开展联合攻关,如针对黄淮海地区大豆生产机械化程度不高的问题,结合实际条件和栽培方式设计了一套大豆全程机械化生产技术,覆盖种子包衣、精量播种、药物喷施和联合收获4个生产环节。在实际应用中,全程机械化作业投入的总成本减少了2820元/hm²,而产值增加了270元/hm²,共带来了3090元/hm²的综合效益,可为大豆产业的持续发展提供技术支撑^[47]。通过联合攻关,制订了黄淮海和西南、西北地区玉米、大豆带状复合种植技术,通过选(配良种)、扩(间增光)、缩(株保密)的核心技术使带状复合种植玉米产量与当地净作玉米产量相当单产7500~12000 kg/hm²,同时带状间作大豆单产1200~1950 kg/hm²,带状套作大豆单产1800~2550 kg/hm²。制订了黄淮海地区推广夏大豆免耕覆秸机械化生产技术,采用免耕覆秸精播和“症青”防控技术种植的大豆品种,集成以“免耕覆秸精量播,接菌拌药增密种,滴灌补肥高产管”为核心的大豆全程机械化精准栽培技术,大面积提高大豆的产量4%~12%。今后要进一步加大力度,推动科研、推广、农技、植保、农户等多部门联动协作,通过实施高标准农田建设、中低产田改造等工程,推进大豆种植良种良法配套,实现我国大豆单产水平的跨越式提升,逐步缩小与世界大豆主产国产差的差距。

第四,深入推进“健康中国”战略^[48]。在更高水平上保障国民体能素质和身心健康,借助多维度、各方面途径和策略,对我国居民进行有关饮食健康的思想宣传教育,持续加深健康均衡饮食理念在我国更广泛更多数居民心目中的共识与认可度,提倡和实践更加绿色、健康、可持续、低浪费的餐饮搭配和餐饮文化,引导和教育部分居民改变其自身当前在膳食摄入上高度不平衡不均匀的状态,使其能自觉主动增加谷物类、蔬果类食物的摄入而同时减少荤腥类、高脂肪食物的摄入,减少各种食物尤其是肉类脂类食物的不必要浪费^[49]。我国大豆大量进

口主要是用于压榨消费,压榨副产品作为蛋白质饲料用于畜禽养殖,可以通过适当控制压榨规模,减少进口,提升大豆的自给率。此外,通过提高大豆蛋氨酸和胱氨酸等含硫氨基酸含量,使大豆蛋白质营养均衡替代动物性蛋白,满足人体所需,也可以减少大豆的进口量。由此趁势而上,在“绿色发展”的战略引领下,立足做好“健康我国”这一伟大建设的总基调,进一步减少与降低我国当前面临的居民健康问题、国家粮食安全压力、肉类生产压力,并合理减少我国大豆需求侧的若干压力和供求矛盾,在建设一个更绿色更健康更高效的居民饮食结构的同时降低我国对进口大豆的依赖程度。

此外,也可通过转变贸易策略直接以不同方式参与大豆主要出口国的生产环节,建立跨国仓储物流系统,同时改变饲料及食用油结构,采用其他原料替代豆粕,从而尽力减小大豆缺口^[11],提升大豆自给率。除了在WTO所承诺的农业黄箱范围内最大程度上对农民进行补贴外,积极布局全球产业链,在国外购买土地进行大豆种植,主动参与期货市场竞争,以此提高大豆贸易的国际话语权^[50]。

5 结论

1961年以来世界大豆产业蓬勃发展,而我国大豆产业则发展缓慢,且随着国民生活水平提高以及我国市场的开放,我国大豆出现严重的供求危机,国内大豆产量无法满足市场所需,严重依赖进口。为了提升我国大豆自给率,我国应积极扩大大豆种植面积和提高大豆产量,国家层面制定适当的政策引导与扶持,提高大豆种植面积及农民的生产积极性,通过加大对大豆的科研投入,培育优质品种,提升大豆机械化生产水平,提高大豆单产,从而提高大豆产量。其次要改变国人的饮食结构,直接用大豆蛋白取代部分肉类蛋白,改变饲料结构减轻我国大豆对国外进口的依赖;最后是对大豆产业进行提升,提高大豆加工水平,充分利用非转基因大豆优势,建立属于自己的集约化品牌。

参考文献:

- [1] Wang Q. The countermeasures of Sino-US trade war — Based on the perspective of industrial policy [Z]. 2019.
- [2] Sun J, Yang L, Zhao F, et al. Domestic dynamics of crop production in response to international food trade: evidence from soybean imports in China [J]. J Land Use Sci, 2020, 15(1): 91-98. DOI: 10.1080/1747423X.20

- 20.1742811.
- [3] Yan H R, Chen Y Y, Bun K H. China's soybean crisis: the logic of modernization and its discontents[J]. *J. peasant studies*, 2016, 43 (2): 373-395. DOI: 10.1080/03066150.2015.1132205.
- [4] Wang Y, Xu S, Li G, et al. Study on comparison of the advantages of different soybean producing areas in China from a temporal and spatial perspective [J]. *J. phys. Conf. ser.*, 2020, 1592 (1): 12073. DOI: 10.1088/1742-6596/1592/1/012073.
- [5] Wang C, Wu T, Sun S, et al. Seventy-five years of improvement of yield and agronomic traits of soybean cultivars released in the Yellow-Huai-Hai river valley [J]. *Crop Science*, 2016, 56 (5): 2354-2364. DOI: 10.2135/cropsci2015.10.0618.
- [6] Erokhin V, Ivolga A, Heijman W J M. Trade liberalization and state support of agriculture: effects for developing countries [J]. *Agric. Econ.*, 2014, 60 (11): 524-537. DOI: 10.17221/137/2013-AGRICECON
- [7] The state of food security and nutrition in the world 2021 | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations[Z]. 2021: 2021.
- [8] Gu Q P, Zhou J. The development and revelation of the world soybean industry [Z]. *Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Technology and Management Science*. 2015.
- [9] Huang J, Wei W, Cui Q, et al. The prospects for China's food security and imports: will China starve the world via imports? [J]. *J. Integr. Agric.*, 2017, 16(12): 2933-2944. DOI: 10.1016/S2095-3119(17)61756-8.
- [10] Frisvold G B, Sullivan J, Ranases A. Genetic improvements in major US crops: the size and distribution of benefits [J]. *Agric. Econ.*, 2003, 28 (2): 109-119. DOI: 10.1016/S0169-5150(02)00100-7.
- [11] Wang Y, Wang H, Guo S. Research on dynamic game model and application of China's imported soybean price in the context of China-US economic and trade friction [J]. *Complexity*, 2019: 1-13. DOI: 10.1155/2019/6048186.
- [12] 陈元春. 中国大豆国际贸易及其影响因素研究[D]. 北京:中国社会科学院研究生院, 2020.
- [13] 蒙寒梦. 中国大豆产业国际竞争力研究[D]. 北京:北京第二外国语学院, 2013.
- [14] 于祝萍. 大豆食品加工业发展及趋势探究[J]. *食品安全导刊*, 2017 (21): 44. DOI: 10.16043/j.cnki.cfs.2017.21.032.
- [15] 肖卫东,杜志雄. 中国大豆产业发展:主要问题、原因及对策建议[J]. *全球化*, 2019(5): 105-118. DOI: 10.16845/j.cnki.ccieeqqh.2019.05.010.
- [16] 郭佳. 新安全观视角下中国大豆国际贸易供给侧改革[J]. *开发研究*, 2019(06): 92-97. DOI: 10.13483/j.cnki.kfj.2019.06.013.
- [17] Dalin C, Hanasaki N, Qiu H, et al. Water resources transfers through Chinese interprovincial and foreign food trade [J]. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2014, 111 (27): 9774-9779. DOI: 10.1073/pnas.1404749111.
- [18] Lu Y, Jenkins A, Ferrier R C, et al. Addressing China's grand challenge of achieving food security while ensuring environmental sustainability [J]. *Sci. Adv.*, 2015, 1 (1): e1400039. DOI: 10.1126/sciadv.1400039.
- [19] Xiong B, Yi F, Li Y. What do China's rising meat demand and industrialization of the livestock sector mean for its vegetable oil market? [J]. *China Agric. Econ. Rev.*, 2017, 9(2): 303-316. DOI: 10.1108/CAER-04-2016-0057.
- [20] Cheng M H, Rosentrater K A. Techno-economic analysis of extruding-expelling of soybeans to produce oil and meal [J]. *Agriculture*, 2019, 9(5): 87. DOI: 10.1016/B978-0-12-814138-0.00004-6.
- [21] 史永革,牟欣伦,李运美,等. 新时期中国大豆压榨企业发展新情况及大豆产业发展新路径[J]. *农场经济管理*, 2020(6): 7-13.
- [22] 茹蕾,杨易,陈瑞剑. 中国大豆产业发展空间及境内外布局建议[J]. *农业经济*, 2020(2): 9-11.
- [23] 杨晓,刘爱民,薛莉,等. 主要国家大豆压榨企业布局特征及其成因——以美国、巴西、中国为例[J]. *资源科学*, 2018, 40(10): 1931-1942. DOI: 10.18402/resci.2018.10.03.
- [24] 曹永芬. 中国大豆制品出口贸易现状及创新路径探讨[J]. *对外经贸实务*, 2015(4): 50-52. DOI: 10.3969/j.issn.1003-5559.2015.04.014.
- [25] 赵红雷. 中国大豆产业发展面临的主要问题与抉择[J]. *世界农业*, 2016(11): 219-224. DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2016.11.038.
- [26] Chen Y Y, Lu C H. Future grain consumption trends and implications on grain security in China [J]. *Sustainability*, 2019, 11(19): 5165. DOI: 10.3390/su11195165.
- [27] Cui Z, Chen X, Miao Y, et al. On-farm evaluation of the improved soil Nmin - based Nitrogen management for summer maize in north China Plain [J]. *Agron. J.*, 2008, 100 (3): 517-525. DOI: 10.2134/agronj2007.0194.
- [28] Liu W F, Yang H, Philippe C, et al. China's food supply sources under trade conflict with the United States and limited domestic land and water resources [J]. *Earth's Future*, 2020, 8(3). DOI: 10.1029/2020EF001482.
- [29] Wang X L, Tan K M, Chen Y Q, et al. Emergy-based analysis of grain production and trade in China during

- 2000 - 2015 [J]. *J. Clean Prod.*, 2018, 193: 59-71. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.072.
- [30] Keatinge J D H, Easdown W J, Yang R Y, et al. Overcoming chronic malnutrition in a future warming world: the key importance of mungbean and vegetable soybean [J]. *Euphytica*, 2011, 180 (1): 129-141. DOI: 10.1007/s10681-011-0401-6.
- [31] 徐玉环, 吴月芳. 2019大豆食品重点加工企业调研报告[J]. *大豆科技*, 2019(06): 37-40.
- [32] 陈新立, 曾智, 冯艺. 我国大豆产业竞争力研究——基于提高大豆主产区产量的实证分析[J]. *价格理论与实践*, 2019(11): 66-69. DOI: 10.19851/j.cnki.cn11-1010/f.2019.11.015.
- [33] Zhang W, Cao G, Li X, et al. Closing yield gaps in China by empowering smallholder farmers [J]. *Nature*, 2016, 537 (7622): 671-674. DOI: 10.1038/nature19368.
- [34] 胡迪, 杨向阳, 王舒娟. 大豆目标价格补贴政策对农户生产行为的影响[J]. *农业技术经济*, 2019(03): 16-24. DOI: 10.13246/j.cnki.jae.2019.03.002.
- [35] 吕文慧, 孟云云. 我国大豆收储制度改革: 成效、问题与方向[J]. *粮食经济研究*, 2021, 7(01): 73-81.
- [36] 曾小艳, 祁华清, 邓义, 等. 农业农村部《大豆振兴计划实施方案》解读[J]. *农村经济与科技*, 2020, 31(18): 36-37.
- [37] 王小鲁. 开放土地市场 推进结构改革[J]. *农村工作通讯*, 2016(19): 47.
- [38] Du J, Han T, Gai J, et al. Maize-soybean strip intercropping: achieved a balance between high productivity and sustainability [J]. *J. Integr. Agric.*, 2018, 17(4): 747-754. DOI: 10.1016/S2095-3119(17)61789-1.
- [39] Liu S, Zhang P, Marley B, et al. The factors affecting farmers' soybean planting behavior in Heilongjiang Province, China [J]. *Agriculture*, 2019, 9(9): 188. DOI: 10.3390/agriculture9090188.
- [40] He R, Zhu D, Chen X, et al. How the trade barrier changes environmental costs of agricultural production: an implication derived from China's demand for soybean caused by the US-China trade war [J]. *J. Clean Prod.*, 2019, 227: 578-588. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.04.192.
- [41] Xu C, He Y, Sun S, et al. Analysis of soybean yield formation differences across different production regions in China [J]. *Agron. J.*, 2020, 112(5): 4195-4206. DOI: 10.1002/agj2.20373.
- [42] 2021年主要农作物播种面积[Z]. 2021.
- [43] 第三次全国国土调查主要数据公报[Z]. 2021.
- [44] 曹晓风, 孙波, 陈化榜, 等. 我国边际土地产能扩增和生态效益提升的途径与研究进展[J]. *中国科学院院刊*, 2021, 36(3): 336-348. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.20201228002.
- [45] Liu S, Zhang M, Feng F, et al. Toward a "Green Revolution" for soybean [J]. *Molecular Plant*, 2020, 13(5): 688-697. DOI: 10.1016/j.molp.2020.03.002.
- [46] 韩天富, 周新安, 关荣霞, 等. 大豆种业的昨天、今天和明天[J]. *中国畜牧业*, 2021(12): 29-34.
- [47] 冯飞燕, 侯俊杰. 大豆生产全程机械化技术研究[J]. *农机化研究*, 2020, 42(1): 261-264. DOI: 10.13427/j.cnki.njvi.2020.01.048.
- [48] 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019—2030年): 总体要求、重大行动及主要指标[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(9): 846-858. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2019.09.003.
- [49] Li B, Yang W. Analysis of the influence factors of grain supply-demand gap in China [J]. *Agric Sci*, 2018, 9(7): 901-909. DOI: 10.4236/as.2018.97062.
- [50] Giraudo M E. Dependent development in South America: China and the soybean nexus [J]. *J Agrarian Change*, 2019, 20(1): 60-78. DOI: 10.1111/joac.12333.

(责任编辑:王丽芳)