



高产抗病大豆新品种吉育 513 的选育及栽培技术

侯云龙¹, 李健琳², 李明姝¹, 赵晶洁², 崔正果¹, 陈 健¹, 颜秀娟¹, 郑宇宏¹

(1. 吉林省农业科学院(中国农业科技东北创新中心)大豆研究所/大豆国家工程研究中心, 吉林 长春 130033; 2. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:为给优质高产大豆品种的研发提供参考和借鉴, 吉林省农业科学院大豆研究所 2009 年以吉育 47 为母本, 以铁 97124-1-1 为父本, 配制杂交组合, 采用系谱法选育出高产抗病大豆新品种吉育 513。2019—2020 年参加国家北方春大豆中晚熟组区域试验, 平均产量 $3\,248.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比对照吉育 72 增产 6.1%。2020 年参加生产试验, 平均产量 $3\,301.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$, 比对照吉育 72 增产 12.1%。2021 年通过国家农作物品种审定委员会审定, 审定编号为国审豆 20210032。该品种具有高产、稳产和抗病等优良特性, 特别适合在吉林省南中部、辽宁省东部和北部、宁夏回族自治区北部、山西省北部、河北省承德地区以及甘肃省张掖地区进行春季播种。该品种是通过传统育种技术与肥力优化筛选相结合的育种模式选育而成的, 这种选育模式将对我国大豆产业的未来发展产生深远而积极的影响, 如果优化有机和无机肥的配比, 吉育 513 将更能发挥其高产潜力。

关键词:大豆; 高产; 抗病; 国审; 吉育 513; 栽培技术

Selection and Cultivation Techniques of A New Soybean Variety Jiyu 513 with High Yield and Disease Resistance

HOU Yunlong¹, LI Jianlin², LI Mingshu¹, ZHAO Jingjie², CUI Zhengguo¹, CHEN Jian¹, YAN Xiujuan¹, ZHENG Yuhong¹

(1. Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences/National Engineering Research Center for Soybean, Changchun 130033, China; 2. College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: In order to provide reference for the research and development of high-quality and high-yield soybean varieties, the new high-yielding soybean variety Jiyu 513 was bred by the Soybean Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences in 2009 by taking Jiyu 47 as female parent and Tie 97124-1-1 as male parent with genealogical method. In 2019-2020, its average yield of $3\,248.5\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ in the regional trial of the mid-late maturity group of northern spring soybeans, 6.1% higher than the control Jiyu 72. In 2020, the average yield was $3\,301.5\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ in production test, which was 12.1% higher than that of the control Jiyu 72. In 2021, it passed the national Crop Variety Validation Committee's validation with the approval number of 20210032. This variety has excellent characteristics of high yield, stable yield and disease resistance, and is especially suitable for spring sowing in southern central Jilin Province, eastern and northern Liaoning Province, northern Ningxia Hui Autonomous Region, northern Shanxi Province, Chengde of Hebei Province and Zhangye of Gansu Province. This variety was selected through the combination of traditional breeding technology and fertility optimization screening, which will have a far-reaching and positive impact on the future development of China's soybean industry, if the proportion of organic and inorganic application is optimized, the high yield potential of Jiyu 513 will be better realized.

Keywords: soybean; high yield; disease resistance; nationally approved; Jiyu 513; cultivation technique

大豆由野生大豆驯化而来, 现已在世界各地不同的地理和气候条件下广泛种植^[1]。在我国四大油料作物中, 大豆的种植面积居于首位, 这显示出了大豆在我国农业中的重要性^[2-4]。随着我国人民生活水平的提高, 大豆需求量急剧增加。然而, 我国大豆产量及单产水平较低, 效益相对不高。尤其在本世纪初, 我国大豆种植面积开始逐步下降, 制约了总产量的增长。近年来, 受到国家政策的积极支持, 我国大豆种植面积出现了一定程度的增长, 但总产量仍然难以满足我国对大豆日益增长的需求。

在此背景下, 迫切需要采取更加有效的措施, 提高大豆产量、改善品质, 以满足我国大豆市场不断增长的需求^[3-5]。同时我国食用油供给不足, 也是导致大豆进口不断上升的重要原因^[2]。因此, 提高大豆单产被视为增加大豆总产量的有效途径。针对这一需求, 吉林省农业科学院大豆研究所制定了明确的育种目标, 以提高产量、增强病害抵抗力和提升品质为主, 通过优化肥力筛选的育种方向, 借助传统的育种技术, 成功培育出新的大豆品种—吉育 513。这个新品种展现出高产、稳产和防病等

收稿日期: 2023-08-03

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2022DX002)。

第一作者: 侯云龙(1982—), 男, 学士, 助理研究员, 主要从事优异大豆种质资源创新利用研究。E-mail: 329615907@qq.com。

通讯作者: 颜秀娟(1980—), 女, 博士, 副研究员, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: yanxiujuan2000@126.com;

郑宇宏(1982—), 女, 硕士, 副研究员, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: zhengyuhong520@163.com。

优良特性,特别适合在吉林省南中部、辽宁省东部和北部、宁夏回族自治区北部、山西省北部、河北省承德地区以及甘肃省张掖地区进行春季播种。本研究为全面了解这个新品种提供了一份详实的报告,系统性地描述了吉育 513 的育种过程、特征特性、产量表现、栽培技术关键点与适宜区域,为优质高产大豆品种的研发提供参考和借鉴。在此背景下,深入研究新品种在不同处理环境下的生长情况、关键农艺特征以及产量表现显得尤为重要。进一步,根据这些研究成果制定并推行针对新品种的专门种植技术,对于有效提升大豆产量具有积极意义。这种针对新品种种植技术实践的深入探讨,将对我国大豆产业的未来发展产生深远而积极的影响,

为推动大豆行业更加繁荣奠定坚实基础。

1 亲本来源及品种选育过程

1.1 亲本特性

1.1.1 母本 吉育 47 由吉林省农业科学院大豆研究所以海交 83147-2(系)为母本,吉林 20 为父本进行有性杂交,采用系谱法选育而成。该品种株高约 100.0 cm,叶片椭圆形,白花,带有灰色茸毛,亚有限结荚习性,分枝较少。结荚均匀且密集,抗倒伏力强;籽粒椭圆形,种皮黄色且有光泽,种脐黄色,百粒重约为 20.0 g(图 1)。籽粒粗蛋白含量 39.48%,粗脂肪含量 21.75%。田间表现抗细菌性斑点病和霜霉病,中抗花叶病毒病和灰斑病,较抗大豆食心虫。



图 1 母本吉育 47 成熟收获后植株与籽粒图片

Fig. 1 Photos of mature and harvested plants and seeds of the femal parent Jiyu 47

1.1.2 父本 铁 97124-1-1 是辽宁省铁岭大豆科学研究所新 3511(地方品种)为母本,以 Amos15(引进美国品种)为父本进行有性杂交,采用系谱法选育而成。该品系株高约 85.5 cm,叶片圆形,紫花,棕色茸毛。无限结荚习性,抗倒伏;籽粒圆形,

种皮黄色有光泽,种脐褐色,百粒重约为 19.2 g(图 2)。粗蛋白含量 38.61%,粗脂肪含量 20.44%。田间表现抗大豆花叶病毒病、灰斑病。其增产性和抗倒伏能力较好^[6-7]。



图 2 父本铁 97124-1-1 成熟收获后植株与籽粒图片

Fig. 2 Photos of mature and harvested plants and seeds of the male parent Tie 97124-1-1

1.2 选育过程

2009 年以吉育 47 为母本,以铁 97124-1-1 为父本,配制杂交组合,采用系谱法选育出高产抗病大豆新品种吉育 513。2009 年夏以吉育 47 为母本、铁 97124-1-1 为父本配制杂交组合。目标为高产抗病。2010—2012 年在吉林省农业科学院大豆研究所试验田和海南南繁基地繁殖 $F_1 \sim F_5$ 代,并于每一世代进行单株选择。2013 年在公主岭试验地种植 F_6 代,通过株行测产量及品质分析,决选出优良品系,参加品种比较试验;2014 年在吉林省农业科学院大豆研究所试验田进行品种鉴定试验,2015—2016 年进行多点品种比较试验,2017 年参加吉林省大豆中晚熟组筛选试验,2018 年参加吉林省大豆中晚熟组区域试验,2019 年同步参加吉林省大豆中晚熟组区域试验及生产试验,2020 年通过吉林省农作物品种

审定委员会审定,审定编号为吉审豆 20200013。

2019 参加国家北方春大豆中晚熟组区域试验。委托农业农村部植物新品种测试(公主岭)分中心依据《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 大豆》(GB/T 19557.4-2018)对吉育 513 进行 DUS 测试,测试结果表明吉育 513 具备特异性、一致性和稳定性。2019—2020 年,中国农业科学院作物科学研究所对吉育 513 进行了指纹检测,未检测到相似度高于 90% 的相似品系。

2020 年同步参加国家北方春大豆中晚熟组区域试验及国家北方春大豆中晚熟组大豆生产试验。2021 年通过国家农作物品种审定委员会审定,审定编号为国审豆 20210032。

高产抗病大豆新品种吉育 513 系谱见图 3。

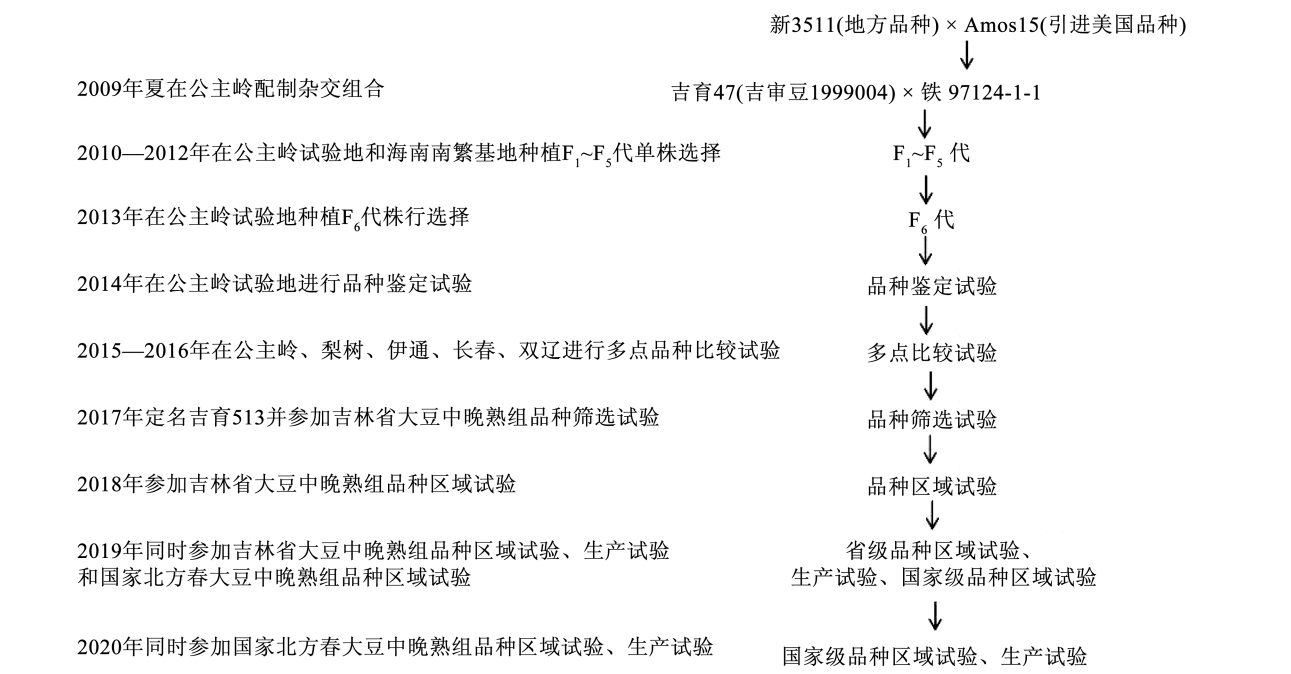


图3 吉育 513 系谱图

Fig.3 Family tree of JiYu 513

2 特征特性

2.1 农艺性状

吉育 513 具有无限的结荚特性,其平均株高约为 99.4 cm,株型收敛半开张,主要为主茎生长形态,主茎节数为 15.9 个,有效分枝 2.5 个。其叶片呈圆形,花色为紫色,茸毛色棕,荚果多为 3 粒,成熟时荚色呈黄褐色(图 4 和图 5)。田间表现如图 6 所示。

2.2 生长周期

吉育 513 从萌芽到成熟需要平均 130 d,相比对照品种吉育 72 晚 1 d,为中晚熟大豆品种。

2.3 品质特性

吉育 513 的种子呈圆形,外皮为黄色,表面稍有光泽,脐色黄,单株有效荚数 52.6 个,百粒重达 16.4 g。根据农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)的检测,其种子的脂肪含量为 20.34%,蛋白质含量达到 37.07%(表 1)。

2.4 抗病性

2019—2020 年, 吉育 513 经人工接种 SMV1、SMV3, 鉴定结果均表现为抗; 人工接种鉴定大豆胞囊线虫, 为中感大豆胞囊线虫病(表 2)。

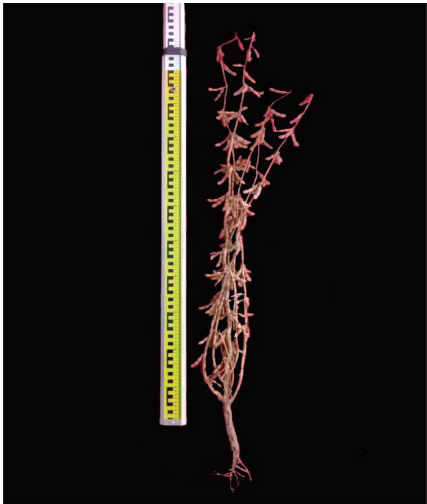


图 4 吉育 513 收获后植株
Fig.4 Harvested plant of Jiyu513



图 5 吉育 513 荚果与籽粒
Fig.5 Pods and seeds of Jiyu513



图 6 吉育 513 田间表现
Fig.6 Field performance of Jiyu 513

表 1 吉育 513 品质分析

Table 1 Quality analysis of Jiyu 513

单位: %

年份 Year	蛋白质含量 Protein content	脂肪含量 Oil content	蛋脂总和 Total protein and oil content
2019	38.01	20.30	58.31
2020	36.13	20.37	56.50
平均 Mean	37.07	20.34	57.41

表 2 吉育 513 接种鉴定结果

Table 2 Identification result of Jiyu 513 disease resistance with inoculation

年份 Year	SMV1		SMV3		SCN	
	病情指数	抗性	病情指数	抗性	病情指数	抗性
	Disease index/%	Resistance	Disease index/%	Resistance	Disease index/%	Resistance
2019	8.00	抗病 R	20.00	抗病 R	52.70	中感 MS
2020	22.67	中抗 MR	27.69	中抗 MR	50.68	中感 MS

3 产量表现

3.1 区域试验产量表现

2019—2020 年参加国家北方春大豆中晚熟组区域试验,其中 2019 年区域试验,10 个试验点(本溪、承德、抚顺、公主岭、开原、梨树、武威、贺兰、双辽和张掖)平均产量为 3 207.5 kg·hm⁻²,比对照吉育 72 增产 5.0%,增产极显著,较对照增产的试验点比例为 80%。生育期 130 d,生育期比对照晚熟 1 d。2020 年区域试验,10 个试验点(承德、公主岭、

开原、梨树、武威、贺兰、平罗、怀仁、双辽和张掖)平均产量为 3 289.5 kg·hm⁻²,比对照吉育 72 增产 7.2%,增产极显著,较对照增产的试验点比例为 70%,生育期 129 d,生育期与对照相同。两年区域试验平均产量 3 248.5 kg·hm⁻²,比对照吉育 72 增产 6.1%,较对照增产的试验点比例为 75%。其中 2019 年 10 个有效点次中仅 2 个点次减产,其余点次均表现为增产。2020 年 10 个有效点次中仅 3 个点次减产,其余点次均表现为增产,并且 10 个增产的有效点次中 4 个增产超过 10%(表 3)。

表 3 吉育 513 区域试验产量结果
Table 3 Yield result of Jiyu 513 in regional test

年份 Year	地点 Location	吉育 513 Jiyu 513/ (kg·hm ⁻²)	CK/ (kg·hm ⁻²)	增减产 Increased or decreased yield rate/%
2019	本溪(辽宁省) Benxi (Liaoning Province)	4372.5	3610.5	21.1
	承德(河北省) Chengde (Hebei Province)	2473.5	2581.5	-4.2
	抚顺(辽宁省) Fushun (Liaoning Province)	3238.5	3024.0	7.1
	公主岭(吉林省) Gongzhuling(Jilin Province)	3329.0	3153.0	5.6
	开原(辽宁省) Kaiyuan (Liaoning Province)	2718.0	2577.0	5.5
	梨树(吉林省) Lishu (Jilin Province)	3220.5	3083.0	4.4
	武威(甘肃省) Wuwei (Gansu Province)	3000.0	3233.0	-7.2
	贺兰(宁夏回族自治区) Helan (Ningxia Hui Autonomous Region)	3333.0	3181.5	4.8
	双辽(吉林省) Shuangliao (Jilin Province)	3263.0	3120.0	4.6
	张掖(甘肃省) Zhangye (Gansu Province)	3127.5	2997.0	4.4
	平均 Mean	3207.5	3056.0	5.0
2020	承德(河北省) Chengde (Hebei Province)	2868.0	2421.0	18.5
	公主岭(吉林省) Gongzhuling (Jilin Province)	3670.5	3397.5	8.0
	开原(辽宁省) Kaiyuan (Liaoning Province)	2700.0	2559.0	5.5
	梨树(吉林省) Lishu (Jilin Province)	3243.0	2943.0	10.2
	武威(甘肃省) Wuwei (Gansu)	2707.5	2805.0	-3.5
	贺兰(宁夏回族自治区) Helan (Ningxia Hui Autonomous Region)	4774.5	4099.5	16.5
	平罗(宁夏回族自治区) Pingluo (Ningxia Hui Autonomous Region)	3250.5	3330.0	-2.4
	怀仁(山西省) Huairen (Shanxi Province)	2244.0	2077.5	8.0
	双辽(吉林省) Shuangliao (Jilin Province)	4189.5	3660.0	14.5
	张掖(甘肃省) Zhangye (Gansu Province)	3250.5	3383.0	-3.9
	平均 Mean	3289.5	3067.5	7.2

3.2 生产试验产量表现

2020 年吉育 513 参加国家北方春大豆中晚熟组生产试验,10 个试验点(承德、公主岭、开原、梨树、武威、贺兰、平罗、怀仁、双辽和张掖)平均产量

3 301.5 kg·hm⁻²,比对照吉育 72 增产 12.1%,增产明显。较对照增产的试验点比例为 100%,其中公主岭、梨树、贺兰和双辽增产幅度超过了 10%,承德增产幅度超过了 20%(表 4)。

表 4 吉育 513 生产试验产量结果
Table 4 Yield results of Jiyu 513 production trial

地点 Location	吉育 513 Jiyu 513/ (kg·hm ⁻²)	CK/ (kg·hm ⁻²)	增减产 Increased or decreased yield rate/%
承德(河北省) Chengde (Hebei Province)	2928.0	2415.0	21.2
公主岭(吉林省) Gongzhuling (Jilin Province)	3105.0	2775.0	11.9
开原(辽宁省) Kaiyuan (Liaoning Province)	2782.5	2599.5	7.0
梨树(吉林省) Lishu (Jilin Province)	3465.0	2925.0	18.5
武威(甘肃省) Wuwei (Gansu Province)	2899.5	2839.5	2.1
贺兰(宁夏回族自治区) Helan (Ningxia Hui Autonomous Region)	4050.0	3447.0	18.0
平罗(宁夏回族自治区) Pingluo (Ningxia Hui Autonomous Region)	3690.0	1957.5	6.7
怀仁(山西省) Huai ren (Shanxi Province)	2077.5	1905.0	9.1
双辽(吉林省) Shuangliao (Jilin Province)	4362.0	3687.0	18.3
张掖(甘肃省) Zhangye (Gansu Province)	3652.5	3402.0	7.4
平均 Mean	3301.5	2946.0	12.1

4 栽培技术关键点与适宜区域

4.1 种子处理

种子播种前要进行精选,用大豆选种机或人工挑选,剔除病粒、残粒、虫蛀粒及杂粒。选择取得国家农药登记的大豆种衣剂进行严格规范包衣,以有效地防治大豆苗期病虫害促进大豆幼苗生长。促进种子发芽和根系生长,提高苗期生长速度,提高种子的存活率。自然阴干后装袋存放。

4.2 适时播种

吉育 513 属于中晚熟品种,适宜在 4 月下旬到 5 月上旬播种,确保种子在温度和湿度条件适宜的情况下进行萌发,播种前可使用种衣剂进行拌种。推荐的播种量为 50 kg·hm⁻²,可以保证足够的种子密度以支持充足的产量。播种完成后,及时对土壤进行压实,这有助于保存水分和湿度,为种子的正常发育提供有利的条件。在大豆苗期,及时对苗情进行整理,如有需要,进行移苗补苗,并按照适当的密度进行定苗,建议保持 18 万~20 万株·hm⁻²的苗量。

4.3 水肥管理

播种之前根据土壤肥力情况施肥,推荐施用有机肥 20 t·hm⁻²,以及专用于大豆的复合肥 300 kg·hm⁻²。这种肥料的配比能够为大豆的生长提供全面的养分支持。在大豆生长期,尤其是在鼓粒期,如果遇到干旱情况,应及时进行灌溉,以保持土壤的湿润度,同时也要注意预防植株倒伏。

4.4 防病防虫

推荐通过苗前封闭加苗后化学除草的方式进行除草,这种方法既可以保证大豆的生长环境,也能避免农药对大豆的直接伤害。在大豆生长期,应高度警惕大豆蚜虫的出现,一旦发现应尽快进行有效防治。8 月的上旬和中旬,是大豆食心虫高发期,此时应使用化学防治手段进行防治。

4.5 收获时间

9 月底到 10 月初植株叶片完全脱落,籽粒成熟圆满,接近收获的最佳时期。当植株轻轻摇动时,籽粒与荚壳之间能发出清晰的声响,此时为最佳收获时期。

4.6 适应区域

吉育 513 品种的生长适应性强,特别适合在吉林省中南部、辽宁省东部和北部、宁夏回族自治区北部、山西省北部、河北省承德地区以及甘肃省张掖地区春播种植。

5 应用前景

大豆产量和品质受到大豆品种、气候因素与人为因素等多种因素的影响。目前国内大豆品种以北方大豆为主,在产量、适应性、品质、抗性等方面都有提升空间,因此培育高产高抗优质新品种是大豆生产亟待解决的问题^[10]。吉育 513 是中晚熟品种。北方春大豆中晚熟区包括吉林省南部、辽宁省北部和东北部、甘肃省河西走廊、宁夏回族自治区的北部,跨越面积大,雨量充沛或便于灌溉,土质肥沃,较适合大豆的生长发育^[8-9]。

吉育 513 蛋白质含量 41.25%、粗脂肪含量 18.92%,蛋脂总含量达到 60.71% 的水平,高于大多数普通品种。此外,施肥等人为因素是提升大豆品质与产量的可控措施^[11-12],吉育 513 这一品种是在高肥力环境中经过筛选而培育出的,因此,它具有显著的产量增长潜力,并且抗逆性和防止倒伏能力较强。如研究发现有机肥和化肥不同比例混合施用可以不同程度的提高大豆产量,生物有机肥具有提高大豆品质的作用^[13],而有机无机复混肥具有增加产量和提高高品质的双重作用^[14]。孟凡钢等^[15]研究结果说明施肥有促进节数和百粒重增加的趋势,高肥量与不施肥和低肥量之间差异显著。

邹继军等^[16]研究发现高肥品系具有更大的产量潜力且更利于选育出抗倒伏的材料。因而,如果优化好有机和无机的配施比例,吉育 513 将更能发挥其高产潜力。

6 育种思考

与其他作物相比,大豆生产与消费之间存在明显差距,导致了我国大豆对外贸易依存度高达 86% 以上。这种格局使得国产大豆在市场竞争中处于不利地位^[6-7]。面对这一现状,需要通过有效的战略调整 and 措施,提升我国大豆产业的竞争力,以期实现更加稳健和可持续的发展。因而,加快大豆的遗传改良,促进大豆品种的迭代更新是解决我国大豆产业问题的关键途径^[17]。大豆生产的成功不仅依赖于选用优质品种,还需精心搭配相应的生产方式,并提供适宜的水肥条件,以充分发挥品种潜在的高产特性,实现产量和效益的最大化提升。这种综合优化的策略不仅能确保生产效率,还有助于丰富大豆生产的可持续发展路径。

参考文献

[1] 刘旭,黎裕,李立会,等.作物种质资源学理论框架与发展战略[J].植物遗传资源学报,2023,24(1): 1-10. (LIU X, LI Y, LI L H, et al. Theoretical framework and development strategy for the science of crop germplasm resources[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2023,24(1): 1-10.)

[2] 周延争,周静,付贵阳,等.夏大豆新品种山宁 17 的选育及栽培技术[J].山东农业科学,2014,46(1): 122-123. (ZHOU Y Z, ZHOU J, FU G Y, et al. Study on the high-yielding cultivation technology for a new variety Shanning 17 of summer soybean[J]. Shandong Agricultural University, 2014,46(1): 122-123.)

[3] 李娜.试谈振兴我国大豆产业[J].粮油食品科技,2008(1): 67-68. (LI N. Try to talk about revitalizing soybean industry in China[J]. Grain, Oil and Food Science and Technology, 2008 (1): 67-68.)

[4] 郑伟,郭泰,王志新,等.黑龙江省不同年代育成大豆品种主要农艺性状的遗传改良[J].中国油料作物学报,2015,37(6): 797-802. (ZHENF W, GUO T, WANG Z X, et al. Genetic improvement of major agronomic traits on soybean cultivars of different years in Heilongjiang Province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2015,37(6): 797-802.)

[5] YU M, LIU Z, JIANG S, et al. QTL mapping and candidate gene mining for soybean seed weight per plant[J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2018, 32(4): 908-914.

[6] 李洋,洪小丽,贾广微,等.吉林省大豆价格支持政策实施影响分析[J].农业科技管理,2021,40(6): 74-77,89. (LI Y, HONG X L, JIA X L, et al. Analysis on the impact of soybean price support policy implementation in Jilin Province [J]. Management of Agricultural Science and Technology, 2021,40 (6): 74-77,89.)

[7] 郎敏,刘帅,许鹤,等.大豆振兴背景下吉林省大豆供给反应研究-基于 Nerlove 模型的实证分析[J].中国农机化学报,2021,42(8): 134-140. (LANG M, LIU S, XU H, et al. Study

on soybean supply response in Jilin Province under the background of soybean revitalization; Empirical analysis based on Nerlove model[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2021, 42(8): 134-140.)

[8] 邱强,闫晓艳,张伟,等.北方春大豆中晚熟区域品种适应性的研究[J].吉林农业科学,2009,34(5): 4-6. (QIU Q, YAN X Y, ZHANG W, et al. Studies on adaptability of spring soybean varieties in middle-late-maturity soybean area of northern China [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2009,34(5): 4-6.)

[9] 邱强,于维,赵婧,等.2014 年北方春大豆中晚熟区品种适应性筛选与分析[J].吉林农业科学,2015,40(6): 1-4. (QIU Q, YU W, ZHAO J, et al. Screening and analysis of adaptability of northern spring soybean varieties in middle-late maturity area in 2014[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2015, 40(6): 1-4.)

[10] 杨旭,赵云,周静,等.播期对大豆品种山宁 16 号生育期、农艺性状及产量的影响[J].山东农业科学,2014,46(6): 61-63. (YANG X, ZHAO Y, ZHOU J, et al. Effect of sowing date on growth period, agronomic characters and yield of soybean cultivar Shanning 16[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2014, 46(6): 61-63.)

[11] 王楠,赵宽,兰磊,等.大豆新品种长农 39 的选育及栽培技术要点[J].农业科技通讯,2020(9): 279-281. (WANG N, ZHAO K, LAN L, et al. Key points of breeding and cultivation technology of new soybean variety Changnong 39[J]. Agricultural Technology Communication, 2020(9): 279-281.)

[12] 魏丹,蔡姗姗,王伟,等.黑土肥力与大豆产量及品质的通径分析[J].大豆科学,2021,40(1): 89-97. (WEI D, CAI S S, WANG W, et al. Path analysis on black soil fertility *via* soybean yield and quality[J]. Soybean Science, 2021,40(1): 89-97.)

[13] 朱宝国,于忠和,王因因,等.有机肥和化肥不同比例配施对大豆产量和品质的影响[J].大豆科学,2010,29(1): 97-100. (ZHU B G, YU Z H, WANG N N, et al. Effect of different proportion combined application of organic and chemical fertilizer on soybean yield and quality[J]. Soybean Science, 2010,29(1): 97-100.)

[14] 李鸣雷,谷洁,高华,等.不同有机肥对大豆植株性状、品质和产量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2007(9): 67-72. (LI M L, GU J, GAO H, et al. Effect of different proportion combined application of organic and chemical fertilizer on soybean yield and quality[J]. Journal of Northwest A & F University(Nat. Sci. Ed.), 2007(9): 67-72.)

[15] 孟凡钢,饶德民,赵婧,等.不同基因型大豆品种对肥料的响应研究[J].东北农业科学,2018,43(6): 9-12. (MENG F G, RAO D M, ZHAO J, et al. Studies on response of different genotype soybean varieties to fertilizer[J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2018,43(6): 9-12.)

[16] 邹继军,杨庆凯,王继安,等.高低肥力对大豆品系的选择效应比较[J].大豆科学,1997,16(4): 13-17. (ZHOU J J, YANF Q K, WANG J A, et al. Selection effects of high - vs. low - fertility on soybean lines[J]. Soybean Science, 1997,16(4): 13-17.)

[17] 刘佳瑞,张钰,彭国庆,等.基因编辑技术在大豆基因功能鉴定及遗传改良上的应用[J/OL].植物遗传资源学报:1-14 [2023-12-01]. <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231113003>. (LIU J R, ZHANG Y, PENG G Q, et al. The application of gene editing technology to soybean in gene function identification and genetic improvement [J]. Journal of Plant Genetic Resources: 1-14 [2023-12-01]. <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231113003>.)