

李敏敏, 朱治佳, 孙晓慧, 等. 黄淮海夏大豆产量及相关性状演变分析[J]. 山西农业科学, 2025, 53(5): 67-75.

LI M M, ZHU Z J, SUN X H, et al. Analysis of yield and related trait evolution of summer soybeans in the Huang-Huai-Hai region [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(5): 67-75.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2025.05.08

黄淮海夏大豆产量及相关性状演变分析

李敏敏¹, 朱治佳², 孙晓慧³, 邱牧¹, 赵杨¹, 张继雨⁴, 张正睿¹

(1. 聊城市农业科学院, 山东聊城 252000; 2. 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江齐齐哈尔 161006;
3. 宝清县农业技术推广中心, 黑龙江宝清 155600; 4. 菏泽市农业科学院, 山东菏泽 274000)

摘要:为加快黄淮海地区大豆品种改良, 研究对2019—2023年我国112个黄淮海地区国审大豆品种的产量及产量相关性状演变趋势进行了综合分析。结果表明, 2019—2023年黄淮海地区选育的夏播大豆品种的区域试验、生产试验产量呈增加趋势; 株型全部为收敛型, 结荚习性以有限结荚习性为主; 产量相关因素的有效分枝数无显著变化趋势, 熟期较为稳定, 株高、主茎节数、单株粒数呈显著下降趋势, 百粒质量呈显著上升趋势。相关性分析结果表明, 生产试验产量与百粒质量呈极显著正相关。综上, 2019—2023年黄淮海国审大豆主要是通过提升百粒质量的方式提高产量。从改良大豆株型提升产量的角度考虑, 在维持匀植和高密度种植模式的前提下, 应致力于优化有限结荚习性品种的茎秆结构, 在保持抗倒伏的同时, 挖掘主茎节结荚潜力、稳定有效分枝数, 并通过提高百粒质量等途径, 实现大豆产量的提升。

关键词:黄淮海; 大豆品种; 产量; 农艺性状; 演变趋势

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2481(2025)05-0067-09

Analysis of Yield and Related Trait Evolution of Summer Soybeans in the Huang-Huai-Hai Region

LI Minmin¹, ZHU Zhijia², SUN Xiaohui³, QIU Mu¹, ZHAO Yang¹,
ZHANG Jiyu⁴, ZHANG Zhengrui¹

(1. Liaocheng Academy of Agricultural Sciences, Liaocheng 252000, China; 2. Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China; 3. Baoqing Agricultural Technology Extension Center, Baoqing 155600, China; 4. Heze Academy of Agricultural Sciences, Heze 274000, China)

Abstract: In order to accelerate the improvement of soybean varieties in the Huang-Huai-Hai region, in this study, the yield and yield-related trait evolution trends of 112 state-approved soybean varieties in the Huang-Huai-Hai region of China from 2019 to 2023 were comprehensively analyzed. The results showed that the yield of summer-sowing soybean varieties bred in the Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023 showed an increasing trend in regional tests and production tests. The plant types were all convergent, and the pod-setting habits were mainly limited pod-setting habits. There was no significant change trend in the effective branching of the yield-related factors and the maturity stage was stable, but the plant height, the number of nodes in the main stem, and the number of grains per plant showed a significant downward trend, and the 100-grain weight showed a significant upward trend. The correlation analysis results indicated that there was a extremely significantly positive correlation between production test yield and 100-grain weight. Based on the above results, the yield of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023 was mainly increased by increasing the 100-grain weight. From the perspective of improvement of soybean plant type for increase of yield, on the premise of maintaining uniform planting and high-density planting patterns, it was necessary to dedicate to optimize the stem structure of varieties with limited pod-setting habits, explore the potential for podding at the main stem nodes and stabilize the effective branching while maintaining

收稿日期: 2024-11-25

基金项目: 聊城市重点研发计划政策引导类项目(2024YD91); 聊城市南繁育种项目(37150023P99001810187J)

作者简介: 李敏敏, 高级农艺师, 博士, 主要从事大豆遗传育种与栽培研究, E-mail: liminmin527@163.com

通信作者: 朱治佳, 助理研究员, 硕士, 主要从事大豆遗传育种研究, E-mail: changym88@163.com

resistance to lodging, and achieve improvement of soybean yield by enhancement of 100-grain weight and other means.

Keywords: Huang-Huai-Hai region; soybean varieties; yield; agronomic traits; evolution trend

大豆作为油料作物,在国民经济中发挥着重要作用,其进口量常年占我国粮食进口总量 80% 以上。黄淮海地区的大豆的种植面积目前约占全国种植总面积 20.0%,大范围普通农田夏大豆平均产量通常为 2 250~3 000 kg/hm²。目前,国内大豆生产一定的问题,主要体现在产量水平低,无法满足国内市场需求,因此,如能进一步明确育种方向,提升产量,将极大地促进我国大豆产业的发展。

任海红等^[1]研究发现,1973—2017 年山西审定的 84 份大豆品种的株高、生育期、主茎节数等性状经历了由低到高、再稳步上升的过程。胡国玉等^[2]对 1983—2019 年安徽省育成的 96 份大豆品种的主要性状演变进行了分析,结果表明,单株荚数增加、百粒质量增加、产量提高、株高降低、分枝数降低,亚有限生长习性品种比例减少。余忠浩等^[3]研究表明,2002—2021 年内蒙古自治区育成 109 份大豆品种的产量逐步升高,品质性状提升较为缓慢。刘敬等^[4]研究发现,1987—2022 年湖北省审定的 60 份籽粒型大豆品种的株高、主茎节数、有效分枝数、单株荚数、单株粒质量、百粒质量、产量随年份更替呈上升趋势,全生育期呈下降趋势。杨文英等^[5]研究表明,2011—2022 年四川省审定的 28 份春大豆与 25 份夏大豆品种的单株有效分枝数、单株有效荚数及单株粒数、生育期随年份呈线性下降趋势,百粒质量、产量均随年份变化呈线性上升趋势。

成雪峰^[6]及吴昊等^[7]对 1974—2006 年黄淮海

地区大豆品种、2000—2020 年山东省审定大豆品种主要农艺性状演变特性进行了分析,近几年黄淮海审定大豆品种产量及相关性状变化趋势少有研究。因此,本研究分析比较了 2019—2023 年间我国黄淮海地区 112 个国审大豆品种的主要农艺性状、产量及品质的演变规律,旨在为黄淮海地区大豆品种的选育与栽培提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为 2019—2023 年黄淮海地区 112 个国审夏大豆品种。

1.2 试验方法

使用 GraphPad Prism 3.0 软件^[8]统计分析生育时期、株高、主茎节数、有效分枝数、单株粒数、百粒质量等农艺性状以及区域试验产量、生产试验产量等性状数据。分别使用 R 软件^[9]的 T-test、corrplot 包、kmeans 函数、agricolae 和 car 包,进行生育时期、产量相关及品质性状的显著性、相关性及聚类分析。

2 结果与分析

2.1 审定大豆品种育种情况及特点

2.1.1 审定大豆品种情况 从育成品种数量看,2019—2023 年黄淮海地区国审大豆品种共 112 个(表 1、2)。

表 1 2019—2023 年黄淮海地区国审大豆品种

Tab.1 The state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year	编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year	编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year
1	周豆 38	2023	12	皖豆 40	2023	23	安豆 6263	2023
2	中豆 63	2023	13	菏豆 37	2023	24	冀豆 33	2023
3	圣豆 21	2023	14	邯豆 13	2023	25	中黄 211	2023
4	皖宿 112	2023	15	徐豆 27	2023	26	安豆 6223	2023
5	皖宿 061	2023	16	圣育 6 号	2023	27	中黄 212	2023
6	皖豆 61	2023	17	南农 60	2023	28	中黄 203	2023
7	宿豆 051	2023	18	淮豆 17	2023	29	圣豆 102	2022
8	圣豆 118	2023	19	柳豆 108	2023	30	圣豆 24	2022
9	圣豆 10 号	2023	20	菏育 10 号	2023	31	周豆 34	2022
10	圣豆 23	2023	21	濮豆 754	2023	32	菏豆 39	2022
11	圣豆 3 号	2023	22	山宁 29	2023	33	商豆 151	2022

续表 1 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种

Tab.1(Continued) The state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year	编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year	编号 Number	审定名称 Approved name	年份 Year
34	郑 1440	2022	61	徐豆 25	2021	88	嘉豆 2号	2020
35	皖宿 0934	2022	62	华豆 22	2021	89	周豆 28	2020
36	中豆 49	2022	63	山宁 23	2021	90	嘉豆 4号	2020
37	徐豆 24	2022	64	鄂豆 1号	2021	91	科豆 10	2020
38	淮豆 16	2022	65	驻豆 26	2021	92	郑 1311	2020
39	皖宿 1019	2022	66	南农 47	2021	93	中黄 73	2020
40	嘉豆 16	2022	67	冀豆 30	2021	94	濮豆 820	2020
41	濮豆 5110	2022	68	圣豆 4号	2021	95	商豆 1201	2020
42	沂豆 12	2022	69	周豆 33	2021	96	冀豆 24	2020
43	安豆 115	2022	70	齐黄 39	2021	97	运豆 101	2019
44	邯豆 15	2022	71	皖宿 1015	2021	98	洛豆 1号	2019
45	中黄 301	2022	72	中黄 311	2021	99	圣豆 10号	2019
46	郑 1307	2022	73	晋豆 50号	2021	100	中黄 70	2019
47	中黄 219	2022	74	邯豆 13	2021	101	郑 1311	2019
48	农大豆 6号	2022	75	山宁 30	2021	102	冀豆 19	2019
49	中黄 205	2022	76	圣豆 8号	2021	103	中黄 74	2019
50	石 936	2022	77	濮豆 561	2021	104	徐豆 23	2019
51	邯豆 20	2022	78	冀豆 23	2021	105	淮豆 13	2019
52	冀豆 32	2022	79	中黄 80	2021	106	郑 1307	2019
53	圣豆 32	2021	80	安豆 1498	2021	107	皖豆 39	2019
54	圣豆 26	2021	81	中黄 206	2021	108	周豆 25	2019
55	圣豆 16	2021	82	中豆 47	2020	109	菏豆 28	2019
56	圣豆 30	2021	83	圣豆 2号	2020	110	潍科 8号	2019
57	中豆 57	2021	84	周豆 26	2020	111	皖宿 1208	2019
58	圣豆 101	2021	85	菏豆 33	2020	112	中黄 301	2019
59	郑 1427	2021	86	许豆 19	2020			
60	菏豆 36号	2021	87	临豆 11	2020			

表 2 2019—2023年我国黄淮海地区国审大豆品种的育种方式

Tab.2 Breeding method of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

年份 Year	品种数量/个 Number of varieties	育种方式 Breeding method			选育单位 Breeding unit		
		杂交 Hybridization	诱变 Mutagenesis	轮回选择 Recurrent selection	科研院所 Scientific research institutions	企业 Company	科企合作 Cooperation between science and industry
2019	16	15	0	1	14	1	1
2020	15	13	1	1	12	2	1
2021	29	29	0	0	20	8	1
2022	24	24	0	0	19	3	2
2023	28	27	0	1	20	7	1
合计 Total	112	108	1	3	85	21	6

由表 2 可知,2019—2020 年间审定数量较少(每年为 15~16 个),2021—2023 年间审定大豆品

种数量明显增多(每年为 24~29 个)。从育成方式看,2019—2023 年黄淮海地区国审大豆品种中

96.43%(108个)是通过杂交育种的方式育成,而诱变育种、轮回选择占比较少,分别为0.89%(1个)和2.68%(3个)。从育成单位看,2019—2023年5 a间黄淮海地区75.89%(85个)国审大豆品种是科研院所选育而成,18.75%(21个)是由企业选育,5.36%(6个)由科企合作选育而成。

2.1.2 亲本利用特点 我国2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种的亲本来源主要为包括郑系

列、中黄系列、菏豆系列、周豆系列、徐豆系列等在内的27个系列品种,其中以郑系列育出品种数最多,达到29个,占比25.89%;中黄系列次之,育出品种数20个,占比17.86%(图1)。郑9805作为黄淮海区域国审大豆骨干亲本,在2019—2023年的利用频率分别为2、2、2、4、1次;中黄13在2021、2023年的利用频率均高达4次。

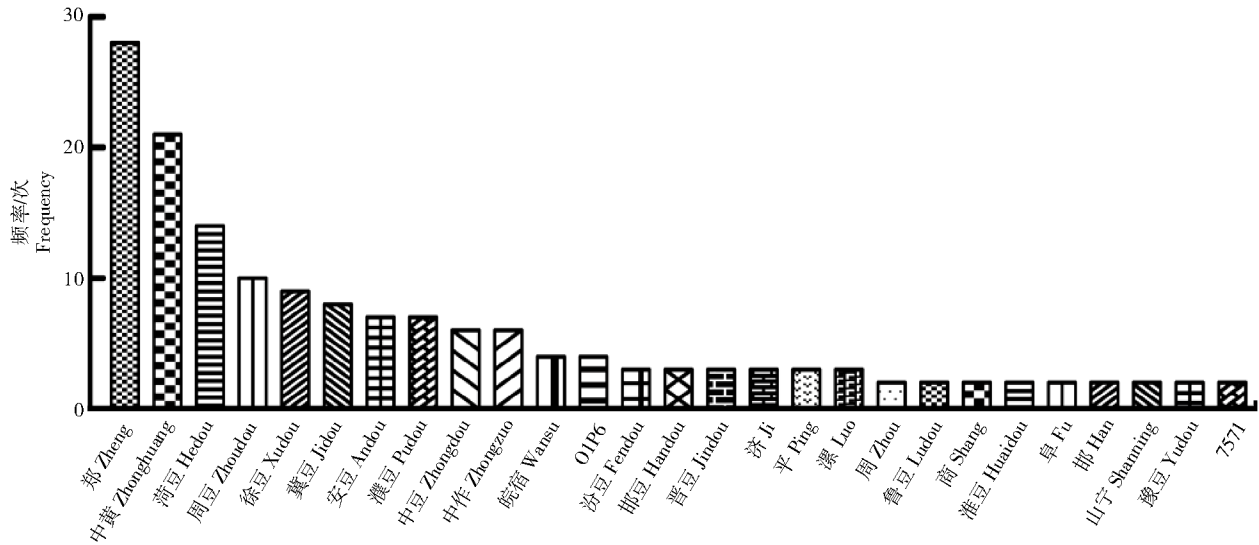


图1 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种亲本统计

Fig.1 Parental statistics of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

2.2 产量及相关性状统计分析

2.2.1 株型性状 株型是决定作物产量的重要性状,通过改变大豆生物学特性实现理想株型以达到大豆高产目标是国内外研究焦点。通过分析株型性状,发现2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种株型全部为收敛型,结荚习性以有限结荚习

性为主(89.29%),有少部分亚有限结荚习性(10.71%)。株高变化范围为48.2~118.6 cm,平均株高为75.8 cm,变异系数为15.3%;主茎节数范围为11.9~20.0个,平均节数为15.7个,变异系数为10.2%;有效分枝数范围为0.7~3.8个,平均分枝数为1.9个,变异系数为30.7%(表3、图2)。

表3 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种主要表型性状的描述统计

Tab.3 Descriptive statistics of main phenotypic traits of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

性状 Trait	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	变异系数/% Coefficient of variation	性状 Trait	最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean	变异系数/% Coefficient of variation
生育时期/d Growth period	111.0	95.5	102.1	3.1	单株粒数 Number of grains per plant	126.2	59.3	88.7	15.4
株高/cm Plant height	118.6	48.2	75.8	15.3	百粒质量/g 100-grain weight	28.2	14.9	21.2	12.9
主茎节数/(个/株) Number of nodes in main stem	20.0	11.9	15.7	10.2	区试产量/(kg/hm ²) Regional test yield	3 591.0	2 695.5	3 027.0	5.5
有效分枝数/(个/株) Effective branching	3.8	0.7	1.9	30.7	生试产量/(kg/hm ²) Production test yield	3 486.0	2 673.0	3 064.7	6.9

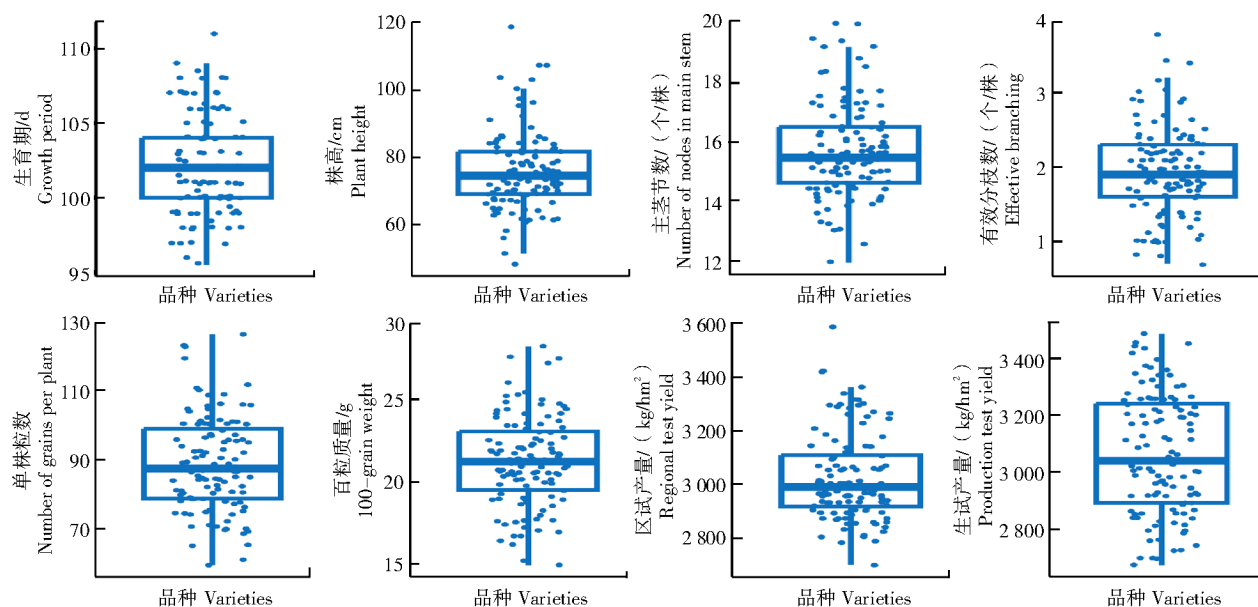


图2 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种产量及农艺性状比较

Fig.2 Comparison of yield and agronomic traits of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

2.2.2 生育期性状 大豆生育期是决定品种广适性的重要指标。2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种生育期为95.5~111.0 d,平均生育期为102.1 d,变异系数为3.1%(表3、图2)。2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种中,山宁29、皖宿0934、邯豆15、石936、圣豆101、山宁23、山宁30、临豆11、中黄70等9个品种分别比对照中黄13、齐黄34、冀豆12、菏豆12、豫豆22号、邯豆5号等早熟1~5 d,邯豆13、沂豆12、中黄74、鄂豆1号等4个品种熟期与对照相当,其余99个大豆品种比对照晚熟0.5~7.0 d。

2.2.3 产量及构成因素性状 大豆高产稳产是品种审定的主要指标。2019—2023年我国黄淮海地区通过国家审定的大豆品种区试、生试产量分别为2 695.5~3 591.0、2 673.0~3 486.0 kg/hm²,平均产

量分别为3 027.0、3 064.7 kg/hm²,变异系数分别为5.5%、6.9%(表3、图2),品种间变异范围较小,呈稳步增产趋势。另外,大豆单株粒数、百粒质量等产量构成因素直接影响产量,2019—2023年我国黄淮海地区通过国家审定的大豆品种单株粒数、百粒质量分别为59.3~126.2粒、14.9~28.2 g,平均值分别为88.7粒、21.2 g,变异系数分别为15.4%、12.9%(表3)。

2.3 产量及相关性状演变趋势

2.3.1 株型演变趋势 2019—2023年在不同年份间黄淮海地区国审大豆品种是有限结荚习性的品种数分别为13、14、24、22、27个,亚有限结荚习性的品种数分别为3、1、5、2、1个(图3)。株高、主茎节数随年份推进均整体呈极显著或显著下降趋势($P=0.001, P=0.02$),有效分枝数变化趋势未达到显著水平(图4)。

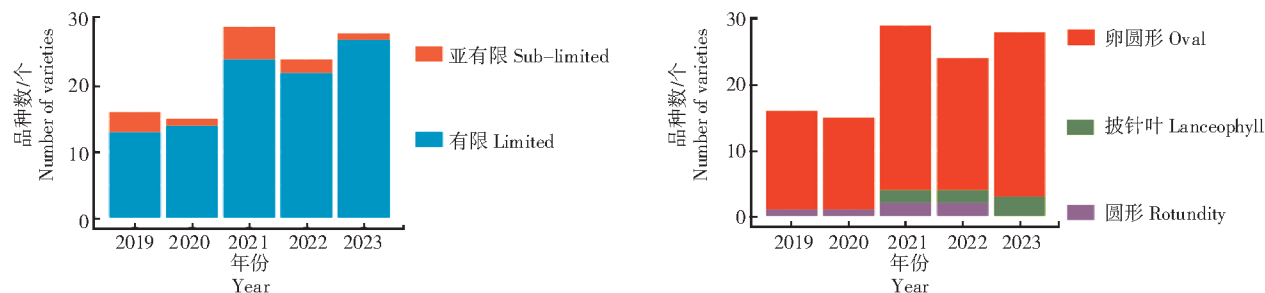
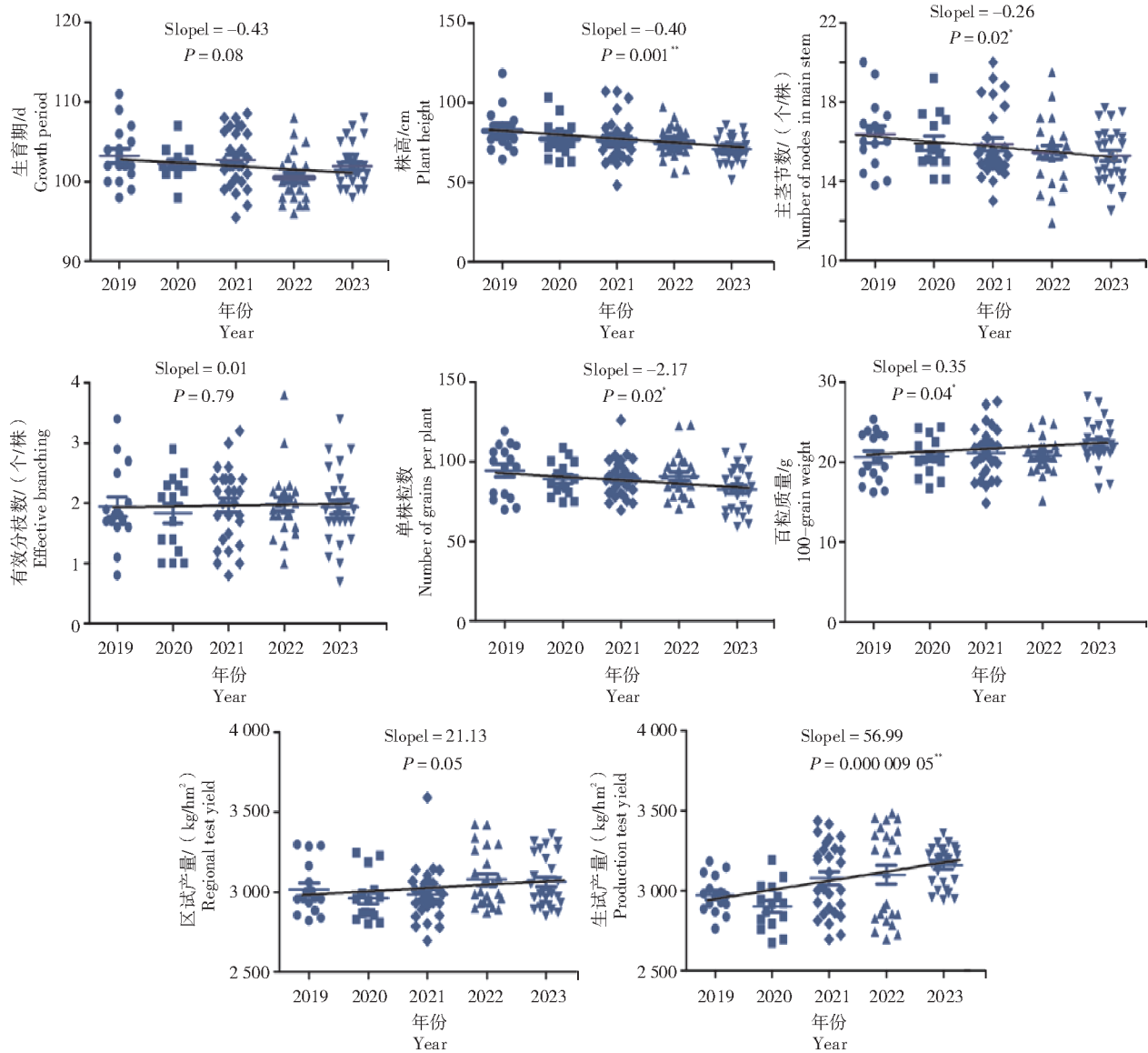


图3 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种结荚习性及时形演变分析

Fig.3 Analysis of pod-setting habits and leaf shape evolution of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

2.3.2 生育时期演变趋势 2019—2023 年我国黄淮海地区国审大豆品种全生育期随年份增加总体上呈下降趋势,但下降或上升幅度相对较小,其年

平均值在不同年份间差异均不显著(图 4),说明近 5 a 黄淮海地区国审大豆品种的生育期性状相对比较稳定。



*表示在 0.05 水平差异显著; **表示在 0.01 水平差异显著

* indicated significance at the 0.05 level; **indicated significance at the 0.01 level

图 4 2019—2023 年黄淮海地区国审大豆品种产量等农艺性状的时间演变

Fig.4 Temporal evolution of yield and agronomic traits of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

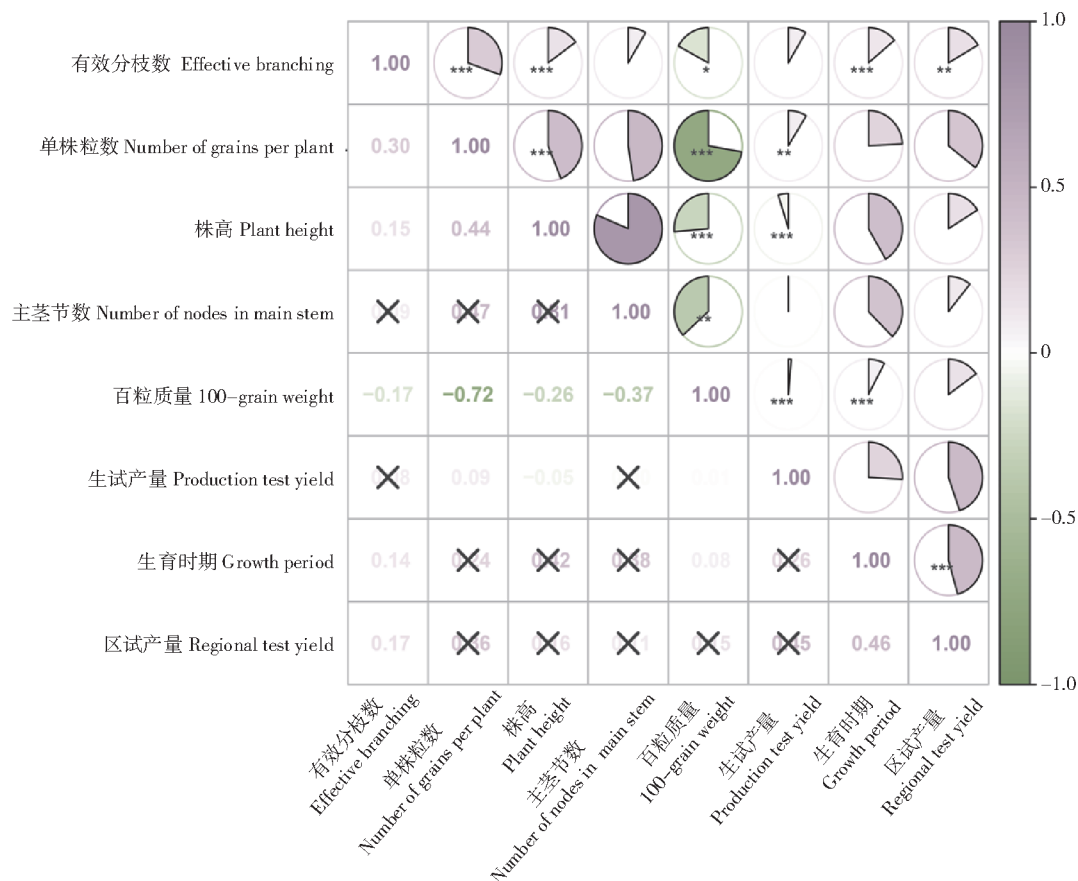
2.3.3 产量及构成因素性状演变趋势 2019—2023 年黄淮海地区国审大豆品种区域试验、生产试验产量呈逐年上升趋势,其中区域试验产量呈上升趋势,达到极显著水平($P=9.05e^{-5}$),单株粒数呈逐年下降趋势,百粒质量呈逐年上升趋势,变化趋势均显著($P=0.02, P=0.04$)(图 4)。

2.4 大豆品种产量等农艺性状相关性分析

对 2019—2023 年我国黄淮海地区国审大豆品种产量及其他主要农艺性状进行相关性分析,结果表明(图 5),生试产量分别与单株粒数、株高、百粒质量呈极显著正相关($P<0.01$),区域试验产量分别与有效分枝数、生育时期呈极显著正相关

($P < 0.01$)。另外,有效分枝数与株高、单株粒数、生育时期呈极显著正相关($P < 0.01$),与百粒质量呈显著负相关($P < 0.05$);株高与单株粒数呈极显

著正相关($P < 0.01$);百粒质量与有效分枝数、单株粒数、株高、主茎节数呈显著或极显著负相关。



*表示在0.05水平相关性显著;**表示在0.01水平相关性极显著;***表示在0.001水平相关性极显著

* indicated significant correlation at the 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at the 0.01 level; ***indicated extremely significant correlation at the 0.001 level

图5 2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种产量和其他农艺性状的相关性分析

Fig.5 Correlation analysis of yield and other agronomic traits of the state-approved soybean varieties in Huang-Huai-Hai region from 2019 to 2023

3 结论与讨论

3.1 拓宽亲本遗传背景,丰富育种方式

2019—2023年黄淮海地区国审大豆品种的亲本来源郑系列和中黄系列育出品种数占比为43.75%,大豆品种亲本选择范围狭窄,与国内其他区域如内蒙古自治区大豆品种选育亲本遗传背景狭窄情况类似^[3],导致国内丰富的大豆种质资源没有得到开发利用,需要进一步提高资源利用水平,比如采用春夏大豆杂交,或者新育成主栽品种分别与地方品种、国外品种、野生(半野生)品种杂交等方式,通过打破地域限制选择亲本,以培育高光

效突破性品种。

此外,黄淮海区域审定大豆品种育种途径较为单一,有96%的是通过杂交育种的方式育成,容易导致品种同质化。因此,应选择多元化育种方式如远缘杂交、航天诱变、基因编辑等分子生物学方式等。

3.2 合理优化产量相关的构成因素,提升产量

2021—2023年黄淮海地区国审大豆品种24~29个,明显多于2019—2020年审定的15~16个,表明随着年代推移,黄淮海地区大豆品种数量不断增多,为我国大豆种业振兴、实现大豆自给储备了力量。但大豆单产距离国外还有较大差距,需

要通过不断探索,提升其高产育种能力,提高大豆产量。

选育理想株型是提升产量的育种途径之一^[10-18]。大豆高产品种株型一般归结为半矮秆耐密植亚有限或无限结荚习性、株型紧凑匀植亚有限结荚习性、多分枝稀植无限结荚习性等 3 种株型结构,但对理想株型的研究还处于探索阶段,尚未形成一个受大众共同认可的理想株型。2021—2023 年黄淮海地区国审大豆品种株型全部为收敛型,结荚习性以有限结荚习性为主,少部分为亚有限结荚习性,与以往山东省、山西省等黄淮海夏播大豆演变趋势结果相似^[1,11];2019—2023 年黄淮海地区大豆品种株高、主茎节数呈显著下降趋势,与长江流域春大豆组参试品种^[12]及黄淮海地区 1974—2006 年大豆品种^[6]主要农艺性状演变分析结果一致。

另外,可以利用生育期、单株荚数、单株粒数、百粒质量和单株粒质量等产量相关因素各性状的协同作用提升大豆产量^[1-2,4-6,10-12,19-21]。2019—2023 年黄淮海国审大豆品种生育期性状相对比较稳定;区域试验、生产试验产量呈逐年上升趋势,其中区试产量上升趋势达到极显著水平;单株粒数呈显著下降趋势,百粒质量呈显著上升趋势。生产试验产量分别与单株粒数、株高、百粒质量呈极显著正相关,区域试验产量分别与有效分枝数、生育时期呈极显著正相关。综上,2019—2023 年黄淮海国审大豆主要是通过提升百粒质量的方式提高产量。从改良大豆株型提升产量的角度考虑,在维持匀植和高密度种植模式的前提下,应致力于优化有限结荚习性品种的茎秆结构,在保持抗倒伏的同时,挖掘主茎结荚潜力、稳定有效分枝数,并通过提高百粒质量等途径,实现大豆产量的突破和提升。

3.3 兼顾考虑其他育种目标,提升品种广适性和实用性

在保证高产的前提下,应该同时兼顾其他方面存在的问题,如为促进不同地区种质资源交流,新品种应具有对北部高寒地区、新疆灌区、黄淮春夏大豆区、南方多熟制大豆区等广阔的区域适应性,以及对不同轮作复种制度的适应性^[22];为实现大规模种植及大面积推广,应培育适应机械化栽培突破性品种,在相应的复种制度下抗倒伏、不裂荚、籽粒不破碎,以及抗灰斑病、根腐病、花叶病毒病、菌核病、胞囊线

虫病等病害的多抗高产突破性品种;为适应生产需求,使种植业与加工业及其他产业链条相结合,应培育高含硫氨基酸和高亚油酸、高油酸的优质高产突破性品种;为充分利用我国边际土地资源,避免与粮争地的矛盾,应注重培育耐逆境如耐盐碱、耐干旱、耐酸性土壤等高产突破性品种。

参考文献:

- [1] 任海红,马俊奎,刘学义,等. 山西省审定大豆品种主要农艺性状、产量及品质的演变分析[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(6): 762-768.
REN H H, MA J K, LIU X Y, et al. Evolution analysis of major agronomic traits, yield and quality of soybean varieties of Shanxi province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2018, 40(6): 762-768.
- [2] 胡国玉,李杰坤,王大刚,等. 安徽省不同年代育成大豆品种的性状演变分析[J]. 大豆科学, 2020, 39(5): 657-666.
HU G Y, LI J K, WANG D G, et al. Evolution analysis of main characters of soybean varieties released in different years in Anhui province[J]. Soybean Science, 2020, 39(5): 657-666.
- [3] 余忠浩,周伟,李志刚,等. 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2022, 41(1): 49-57.
YU Z H, ZHOU W, LI Z G, et al. Evolution analysis of main traits of soybean varieties in Inner Mongolia autonomous region from 2002 to 2021[J]. Soybean Science, 2022, 41(1): 49-57.
- [4] 刘歆,何念,杨梦婷,等. 1987—2022 年湖北省审定籽粒型大豆品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2023, 42(6): 683-691.
LIU X, HE N, YANG M T, et al. Analysis on trends of main traits of grain soybean varieties released in Hubei from 1987 to 2022[J]. Soybean Science, 2023, 42(6): 683-691.
- [5] 杨文英,于晓波,安建刚,等. 2011—2022 年四川省审定春、夏大豆品种主要性状演变趋势分析[J]. 中国油料作物学报, 2023, 45(5): 935-946.
YANG W Y, YU X B, AN J G, et al. Trends of main traits for spring and summer soybean cultivars released in Sichuan from 2011 to 2022[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2023, 45(5): 935-946.
- [6] 成雪峰. 黄淮海地区大豆品种主要农艺性状演变分析[J]. 大豆科学, 2011, 30(4): 585-588.
CHENG X F. Evolution of soybean major agronomy characters in Huang-Huai-Hai Region[J]. Soybean Science, 2011, 30(4): 585-588.
- [7] 吴昊,任宏达,刘仲阳. 2000—2020 年山东省审定大豆品种特征特性和产量演变[J]. 中国种业, 2022(7): 75-80.
WU H, REN H D, LIU Z Y. Characteristics and yield evolution of approved soybean varieties in Shandong province from 2000 to 2020[J]. China Seed Industry, 2022(7): 75-80.
- [8] 王浩,侯惠民. 科学图形计算软件 GraphPad Prism3.0[J]. 中国医药工业杂志, 2001, 32(4): 184-187.

- WANG H, HOU H M. Scientific graph software GraphPad Prism 3.0[J]. Chinese Journal of Pharmaceuticals, 2001, 32(4): 184-187.
- [9] NULL R C T R, TEAM R, NULL R C T, et al. R: A language and environment for statistical computing[J]. Computing, 2011, 1:12-21.
- [10] 胡国玉, 李杰坤, 黄志平, 等. 不同结荚习性夏大豆种质的农艺表现及其与产量的相关分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(2):417-422.
- HU G Y, LI J K, HUANG Z P, et al. Agronomic characters and their correlations with yield in summer soybean varieties of different growth habit[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(2):417-422.
- [11] 徐冉, 张礼凤, 王彩洁, 等. 山东省审定大豆品种的产量、品质及株型演变[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(3):242-247.
- XU R, ZHANG L F, WANG C J, et al. Development of yield, quality and plant type of released and registered summer-sowing soybean varieties in Shandong province[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29(3):242-247.
- [12] 赵朝森, 赵现伟, 杨中路, 等. 国家区试长江流域春大豆品种农艺、产量及品质性状的演变[J]. 大豆科学, 2019, 38(1):41-48.
- ZHAO C S, ZHAO X W, YANG Z L, et al. Evolution of agronomic, yield and quality traits of spring soybean varieties attending national regional test of Yangtze River Basin[J]. Soybean Science, 2019, 38(1):41-48.
- [13] 孙星邈, 谢建国, 郑海洋, 等. 东北春大豆区不同年代审定品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2023, 42(1):118-128.
- SUN X M, XIE J G, ZHENG H Y, et al. Evolution analysis of main characters of spring soybean varieties approved in different years in Northeast China[J]. Soybean Science, 2023, 42(1):118-128.
- [14] 高超. 播期和密度对夏播带状间作大豆株型、干物质积累和产量的影响[D]. 雅安:四川农业大学, 2023.
- GAO C. Effects of sowing date and density on plant type, dry matter accumulation and yield of summer sowing strip intercropping soybean[D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2023.
- [15] 郭蕊, 樊晋源, 武艳杏, 等. 大豆杂交后代理想株型的综合评价[J]. 山西农业科学, 2023, 51(5):485-493.
- GUO R, FAN J Y, WU Y X, et al. Comprehensive evaluation of ideal plant shape of hybrid offspring of soybeans[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2023, 51(5):485-493.
- [16] 牛永锋, 胥凯, 陈亚光, 等. 黄淮海地区(南片)夏大豆产量与农艺性状关系的分析[J]. 农业科技通讯, 2023(7):88-91.
- NIU Y F, ZAN K, CHEN Y G, et al. Analysis on the relationship between summer soybean yield and agronomic traits in Huang-Huai-Hai Region(southern region)[J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2023(7):88-91.
- [17] 韩英鹏, 杨振红. 2022年大豆抗病性、产量和品质相关性状分子标记研究进展[J]. 大豆科学, 2023, 42(4):481-487.
- HAN Y P, YANG Z H. Research progress of molecular markers related to soybean disease resistance, yield and quality traits in 2022[J]. Soybean Science, 2023, 42(4):481-487.
- [18] 滕卫丽, 高鹏, 刘晨煦, 等. 大豆株型与产量相关性状QTL定位及候选基因预测[J]. 东北农业大学学报, 2024, 55(1):1-13.
- TENG W L, GAO P, LIU C X, et al. QTL localization and candidate gene prediction for soybean plant types and yield-related traits[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2024, 55(1):1-13.
- [19] 聂波涛, 刘德泉, 陈健, 等. 北方春大豆品种农艺和品质性状分析与综合评价[J]. 作物学报, 2024, 50(9):2248-2266.
- NIE B T, LIU D Q, CHEN J, et al. Analysis and comprehensive evaluation of agronomic and quality traits of spring soybean varieties in northern China[J]. Acta Agronomica Sinica, 2024, 50(9):2248-2266.
- [20] 汪娅梅, 谭家壮, 吴小丽, 等. 2017—2022年我国花生登记品种主要性状演变分析[J]. 中国油料作物学报, 2025, 47(1):81-93.
- WANG Y M, TAN J Z, WU X L, et al. Evolution of main characteristics of peanut varieties registered in China from 2017 to 2022[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2025, 47(1):81-93.
- [21] 徐瑶, 冷苏凤, 张玉明, 等. 1982—2021年江苏省审定大豆品种主要农艺性状、产量、品质及抗性演变分析[J]. 中国油料作物学报, 2022, 44(4):780-789.
- XU Y, LENG S F, ZHANG Y M, et al. Evolution analysis of main agronomic traits, yield, quality and resistance of soybean varieties released in Jiangsu province from 1982 to 2021[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2022, 44(4):780-789.
- [22] 王海洋, 靳海洋, 宋航, 等. 不同茬口对冬小麦干物质积累和转运、氮素吸收利用及产量的影响[J]. 河南农业科学, 2025, 54(6):1-10.
- WANG H Y, JIN H Y, SONG H, et al. Effects of different preceding crops on dry matter accumulation and transportation, nitrogen absorption and utilization and yield of winter wheat[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2025, 54(6):1-10.