



# 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

赵朝森<sup>1</sup>, 赵现伟<sup>1</sup>, 杨中路<sup>2</sup>, 何艳琴<sup>3</sup>, 王瑞珍<sup>1</sup>, 郭兵福<sup>1</sup>

(1. 江西省农业科学院 作物研究所, 江西 南昌 330200; 2. 中国农业科学院 油料作物研究所, 湖北 武汉 430062; 3. 农业部全国农业技术推广服务中心, 北京 100026)

**摘要:**为指导国家长江流域高产优质春大豆新品种的选育和推广, 分析了 2006-2017 年国家区试长江流域春大豆组 12 年间的品种试验数据, 并通过方差分析与相关性分析研究了参试品种的重要农艺性状、产量及其品质性状的遗传变化规律与相互关系。结果表明: 12 年间 90 个参试品种有 16 个通过试验并申请国家审定; 参试品种性状的遗传变异中, 品质性状的变异最小, 其次是产量及其相关性状, 重要农艺性状的变异最大; 随着年度的递增, 参试品种的生育天数、株高、底荚高度、主茎节数、单株有效荚数、单株粒数呈现缓慢下降的总趋势, 而产量、单株粒重、百粒重呈缓慢增加的总趋势, 单株有效分枝数、粗蛋白质含量、粗脂肪含量、蛋白质与脂肪总含量的变化趋势不明显。相关性分析表明, 产量与单株粒重、百粒重极显著正相关, 而与生育天数、粗蛋白质含量负相关且达极显著及显著水平。因此, 在长江流域春大豆新品种的选育过程中, 应适当缩短生育天数和降低粗蛋白质含量, 达到提高产量的目的。

**关键词:**长江流域; 春大豆; 产量; 品质; 农艺性状; 演变

## Evolution of Agronomic, Yield and Quality Traits of Spring Soybean Varieties Attending National Regional Test of Yangtze River Basin

ZHAO Chao-sen<sup>1</sup>, ZHAO Xian-wei<sup>1</sup>, YANG Zhong-lu<sup>2</sup>, HE Yan-qin<sup>3</sup>, WANG Rui-zhen<sup>1</sup>, GUO Bing-fu<sup>1</sup>

(1. Institute of Crop Sciences, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062, China; 3. National Agriculture Technology Extension Center, Agriculture Ministry, Beijing 100026, China)

**Abstract:** In order to guide the breeding and promotion of new spring soybean varieties with high yield and high quality, the data of 12 years' variety test of spring soybean group in the Yangtze river basin from 2006 to 2017 were analyzed, and the genetic change and correlation of the important agronomic characters, yield and quality trait of the cultivars through the analysis of variance and the correlation analysis were studied. The results showed that 16 out of 90 varieties tested in 12 years had passed the test and applied for national review. The genetic variation of quality traits was the least, the genetic variation of important agronomic traits was the largest, while the genetic variation of yield and its related traits was the middle. As the annual increment, testing varieties of growing days, plant height, height of the lowest pod, nodes on main stem, effective pods per plant and seed numbers per plant showed a general trend of slow decline. Seed weight, yield, and 100-seed weight showed a general trend of slow increase. Effective branches per plant, crude protein content, crude fat content, total protein and fat content change trend was not obvious. The correlation analysis showed that the yield was positively correlated with seed weight and 100-seed weight, and negatively correlated with growth days and crude protein content. Therefore, during the breeding of new spring soybean varieties in the Yangtze river basin, growth days and crude protein content should be shortened to increase the yield.

**Keywords:** Yangtze river basin; Spring soybean; Yield; Quality; Agronomic traits; Evolution

大豆是短日照作物, 日照长短对大豆生长发育和品种分布关系很大。大豆品种的适应范围较窄, 一个品种往往只能在 2~3 个纬度范围内才能充分发挥其丰产性能<sup>[1]</sup>。新育成的大豆品种与原有地方品种相比, 在早熟性、抗倒伏性、丰产性、抗病虫性、品质等方面均有不同程度的改善<sup>[2-3]</sup>。我国学者从不同的角度对国家区试品种的品质、产量及主要农艺性状的遗传改良规律进行了大量的探讨。万超文等<sup>[4]</sup>分析了我国 1923-2000 年 840 余个育成大豆品种的品质性状的演变规律, 发现蛋白质含

量以“八五”期间育成的品种为最高, 脂肪含量以“六五”期间选育的品种为最高; 冷建田等<sup>[5]</sup>通过聚类与回归分析将 2004 年国家大豆区试 166 个参试品系分为 6 个特性不同的组群, 发现株高、主茎节数、主茎分枝数、产量等 8 个主要农艺性状在组群间各性状的差异主要源于不同生态区之间育种目标的差异, 粗蛋白含量和粗脂肪含量与纬度均存在一元线性关系; 成雪峰<sup>[6]</sup>对黄淮海地区通过审定的 212 份大豆品种的主要农艺性状演变进行了分析, 发现随着年代推进, 在分枝数和单株荚数下降的情

收稿日期: 2018-11-01

基金项目: 大豆优异种质资源精准鉴定与创新利用(2016YFD0100201); 国家现代农业产业技术体系(CARS-04-CES27)。

第一作者简介: 赵朝森(1978-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事大豆遗传育种与栽培研究。E-mail: zcssoybean@163.com。

通讯作者: 王瑞珍(1958-), 女, 研究员, 主要从事大豆遗传育种和栽培技术与推广工作。E-mail: dadouzu@163.com。

况下,由于百粒重的增加单产也随之增加,蛋白质含量以 90 年代育成品种最高,脂肪含量逐年稳步增长。邱强等<sup>[7]</sup>分析了北方春大豆晚熟区审定品种的遗传进展与演变,多位学者分别探讨了黑龙江<sup>[3,8-10]</sup>、吉林<sup>[11]</sup>、山东<sup>[12-13]</sup>育成或审定的大豆品种的性状演变趋势。国家区试长江流域大豆品种试验是国家大豆区试的重要组成部分,地跨我国四川、重庆、湖北、湖南、安徽、江西、浙江、江苏 8 个省市,自然地理、气候条件及轮作复种制度复杂多样,按生态类型又细分为长江流域春大豆组、夏大豆早中熟组和晚熟组品种试验。因此,要求育种家根据育种目标利用当地优良种质,引进特异种质,应用现代育种方法培育新品种,以适应该地大豆生产对品种的需求。对国家区试长江流域春大豆参试品种的产量、品质及重要农艺性状的遗传演变规律的研究尚未见报道。本研究对 2006 - 2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种的重要农艺性状、产量及其品质的遗传演变规律进行分析,以期为指导大豆育种提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

数据来源于 2006 - 2017 年的国家大豆区试长江流域春大豆组品种试验田间调查和室内考种结果。

1.2 方法

分析的主要性状为品种的生育天数、产量、株

高、底荚高度、主茎节数、单株有效分枝数、单株有效荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重、粗蛋白质含量、粗脂肪含量、蛋白质与脂肪总含量。每个参试品种的参试年份的粗蛋白质和粗脂肪含量的品质分析由农业部谷物品质监督检验测试中心完成,粗蛋白质含量按 NY/T3 - 1982 执行,粗脂肪含量按 NY/T4 - 1982 执行。

1.3 数据分析

采用 Excel 2007 和 SAS V8 软件对数据进行整理、绘图处理和方差分析、LSD 多重比较与相关性分析。

2 结果与分析

2.1 2006 - 2017 年长江流域国家级春大豆育种成效

2006 - 2017 年国家大豆区试长江流域春大豆组品种试验,各年份参试品种数及其选育单位归属省份,年度通过国家试验申请国家审定的品种数量情况如表 1 所示。参试的大豆品种共 90 个,来自 7 个省份,其中河北 1 份、江西 5 份、湖南 6 份、江苏 11 份、浙江 20 份、四川 21 份、湖北 26 份;浙江、四川、湖北 3 个育种大省的参试品种占总参试品种的 74.44%;除 2013、2014 和 2015 年 3 年没有参试品种通过国家试验程序外,其它年份均有 1 ~ 3 个品种完成国家试验程序,并申请国家审定的品种数量为 16 份,占总参试品种数的 17.78%。

表 1 2006 - 2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种情况  
Table 1 The varieties of spring soybean group in Yangtze river basin participated in the national soybean regional test from 2006 to 2017

年份 Year	品种数 No. of varieties	来源 Origin	报审品种数 No. of the released varieties
2006	8	湖南 1、江苏 1、四川 2、浙江 2、湖北 2	1
2007	11	湖南 1、江西 1、江苏 2、四川 2、浙江 2、湖北 3	2
2008	10	江西 1、江苏 1、四川 2、浙江 3、湖北 3	1
2009	10	江西 1、江苏 1、浙江 1、湖南 2、湖北 2、四川 3	1
2010	11	湖南 1、湖北 2、江苏 2、浙江 2、四川 4	3
2011	8	江苏 1、四川 1、浙江 3、湖北 3	1
2012	7	河北 1、江苏 1、浙江 1、湖北 1、四川 3	2
2013	3	江西 1、浙江 1、江苏 1	0
2014	3	湖北 1、浙江 2	0
2015	5	浙江 2、湖北 3	0
2016	7	四川 1、江苏 1、浙江 1、湖北 4	2
2017	7	江西 1、湖南 1、湖北 2、四川 3	3
合计 Sum	90	河北 1、江西 5、湖南 6、江苏 11、浙江 20、四川 21、湖北 26	16

2.2 参试品种性状的遗传变异

2006 – 2017 年国家大豆区试长江流域春大豆组参试品种的主要农艺性状、产量及其品质的遗传变异情况如表 2 所示。参试品种的生育天数、粗蛋白质含量、粗脂肪含量、蛋白质与脂肪总含量的遗传变异系数分别为 8.49%、5.10%、7.04% 和 2.56%，均≤10%；产量、株高、底荚高度、主茎节数、单株有效粒数、单株粒重、百粒重的遗传变异系数

为 11.43% ~ 18.70%；单株有效分枝数的遗传变异系数最大,为 25.08%。13 个性状的遗传变异系数由小到大排序为:蛋白质与脂肪总含量 < 粗蛋白质含量 < 粗脂肪含量 < 生育天数 < 产量 < 百粒重 < 单株粒重 < 主茎节数 < 单株有效荚数 < 单株粒数 < 底荚高度 < 株高 < 单株有效分枝数。可见,参试品种的品质性状的遗传变异小、产量及其相关性状的遗传变异较大、重要农艺性状的遗传变异最大。

表 2 2006 – 2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种性状的遗传变异表现

Table 2 The genetic variation of spring soybean group in Yangtze river basin participated in the national soybean regional test from 2006 to 2017

性状 Trait	最大值 Max	最小值 Min	平均 Mean	变异系数 Coefficient of variation/%
生育天数 Growth days/d	130	86	103.4	8.49
产量 Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )	3039	1368	2509.5	11.43
株高 Plant height/cm	82.3	34.5	55.9	18.70
底荚高度 Height of the lowest pod/cm	22.2	8.5	13.7	17.77
主茎节数 Nodes on main stem	15.1	2.2	11.7	14.50
单株有效分枝数 Effective branches per plant	3.8	0.9	2.4	25.08
单株有效荚数 Effective pods per plant	36.9	18.8	26.7	15.20
单株粒数 Seed numbers per plant	77.0	28.7	56.2	17.70
单株粒重 Seed weight/g	15.5	7.4	11.3	13.27
百粒重 100-seed weight/g	27.2	15.6	21.4	12.12
粗蛋白质含量 Crude protein content/%	49.92	38.82	44.04	5.10
粗脂肪含量 Crude fat content/%	22.99	17.18	19.76	7.04
蛋白质与脂肪总含量 Total protein and fat content/%	67.81	60.56	63.80	2.56

2.3 参试品种重要农艺性状变化

2006 – 2017 年国家区试长江流域春大豆参试品种的重要农艺性状年份间的差异达到显著或极显著水平(表 3)。参试品种的平均生育天数 102 d,比对照品种晚熟 2.1 d,其中 2011 年度平均生育天数为 94.3 d,而 2010 年度平均生育天数达 114.3 d,年份间的生育天数差异极显著。随着年度的递增,参试品种年度的平均生育天数表现出先增后减的趋势,总体趋势是缓慢缩短。12 年间平均株高为 55.7 cm,比对照品种低 0.6 cm;2011 年度平均为 45.8 cm,2008 年度平均为 65.7 cm,年份间差异极显著;随着年度的递增,参试品种年度的平均株高呈波浪式变化,总体趋势是缓慢降低。底荚高度,12 年间的平均值为 13.6 cm,比对照品种高 0.7 cm,

2009 年度表现最高,达 15.2 cm,2011 年度表现最低,为 12.0 cm,年份间差异显著。底荚高度的年度变化趋势与株高的十分相似。主茎节数,12 年间平均为 11.7 个,比对照品种减少 0.5 个。2008 年度平均为 12.9 个,2011 年度平均为 10.4 个,年份间差异极显著。主茎节数随年度的递增,呈现出“升 – 降 – 升 – 降”跳跃式的变化趋势。单株有效分枝数,12 年间平均为 2.4 个,比对照品种少 0.4 个。2009 年度为 2.7 个,2011 年度为 1.8 个,年份间差异显著。随年度的递增,单株有效分枝数的变化趋势不明显。可见,随着年度的递增,国家区试长江流域春大豆参试品种的生育天数、株高、底荚高度、主茎节数呈现缓慢下降的整体趋势,单株有效分枝数变化趋势不明显。

表3 2006–2017年国家区试长江流域春大豆组参试品种重要农艺性状的变化情况

Table 3 Changes of main agronomic traits of the participating varieties of spring soybean group in the Yangtze river basin from 2006 to 2017

年份 Year	生育天数 Growth days/d		株高 Plant height/cm		底荚高度 Bottom pods height/cm		主茎节数 Main stem nodes		单株有效分枝数 Effective branches per plant	
	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls
2006	108.1 abc	3.4	57.9 abc	3.0	14.8 ab	1.9	12.4 abc	0.2	2.5 ab	−0.6
2007	104.4 bcde	−1.1	51.0 bc	−2.2	12.7 ab	0.3	11.9 abc	−1.1	2.5 ab	−0.6
2008	109.7 ab	4.7	65.7 a	−1.8	14.7 ab	1.0	12.9 a	0.2	2.4 ab	−0.8
2009	106.2 bed	4.2	59.3 ab	−1.3	15.2 a	0.8	10.6 bc	−1.2	2.7 a	−0.7
2010	114.3 a	4.5	58.2 ab	2.7	14.5 ab	1.3	11.7 abc	0.1	2.5 ab	0.1
2011	94.3 f	2.3	45.8 c	−4.0	12.0 b	0.1	10.4 c	−1.1	1.8 b	−0.9
2012	100.1 def	4.1	60.2 ab	4.9	14.2 ab	1.4	12.6 ab	0.0	2.3 ab	−0.5
2013	95.7 f	−2.3	55.5 abc	−0.8	13.0 ab	−0.3	11.8 abc	−0.6	2.3 ab	−0.3
2014	101.7 cdef	1.7	58.9 ab	−0.4	13.3 ab	0.3	12.3 abc	−0.8	2.8 a	0.0
2015	97.8 ef	1.0	52.2 bc	−1.6	13.4 ab	0.3	11.5 abc	−0.8	2.3 ab	0.1
2016	95.6 f	2.7	50.0 bc	−1.3	12.3 ab	0.7	10.7 bc	−0.4	2.5 ab	−0.3
2017	95.7 f	0.3	53.1 bc	−4.5	12.7 ab	0.9	11.6 abc	−1.0	2.3 ab	−0.4
平均 Mean	102.0	2.1	55.7	−0.6	13.6	0.7	11.7	−0.5	2.4	−0.4

不同字母表示  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

Different lowercase indicates significant difference at  $P<0.05$  level. The same below.

### 2.4 参试品种产量及其相关性状变化

2006–2017年国家区试长江流域春大豆组参试品种的产量及其相关性状年度间的差异达到显著或极显著水平(表4)。长江流域春大豆组参试品种的平均产量为 $2\,538.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比对照品种平均增产 $39.3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。2006年度平均产量为 $2\,219.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比对照平均减产 $2.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,年度间差异极显著。2016年度平均产量达到 $2\,792.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,比对照平均增产 $251.6\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。产量从2006年至2009年不断攀升至新高度,2010年大幅下降至新低后再缓慢攀升,总体上呈不断攀升的趋势。单株有效荚数,12年间年平均26.5个,比对照品种减少0.8个。2008年度最高,平均29.8个,而2011年度平均为23.4个,年度间差异极显著。随年度的递增,单株有效荚数呈现波动式变化,总体上呈缓慢下降趋势。单株粒数,12年间年平均55.7粒,比对照品种减少4.2粒。2008年度最高,平均65.5粒,而2011年度平均为47.4粒,年度间差异达极显著水平。单株粒数随年度的变化规律与单株有效荚数的十分相似。单株粒重,12年间年平均11.4g,比对照品种增重0.4g,2008年度达到最重,高达12.7g,而2010年度最轻,平均仅为10.1g,年度间差异极显著。随年度的递增,单株粒重先缓慢增加再下降后又缓慢增加。百粒重,12年间年平均21.7g,比对照品种增重2.3g。2014年度最高,平均23.6g,而2006年度平均为19.4g,年度间差异显著;百粒重随年度的递增呈缓慢增加的趋势。以上分析表明,产量、单株粒重、百粒重随年度递进呈现出缓慢增加的总趋势,而单株有效荚数、单株粒数呈现出缓慢减少的总趋势。

表 4 2006 – 2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种产量及其相关性状的变化情况

Table 4 Changes of yield and related traits of varieties participating in the spring soybean group in the Yangtze river basin from 2006 to 2017

年份 Year	产量 Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )		单株有效荚数 Effective pods per plant		单株粒数 Seed numbers per plant		单株粒重 Seed weight per plant/g		百粒重 100-seed weight/g	
	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls	平均 Mean	比对照 Compared with controls
2006	2219.8 c	-2.4	25.0 abc	-3.3	56.5 abcd	-8.6	10.2 c	-0.7	19.4 b	1.3
2007	2290.9 c	76.1	27.1 abc	-3.8	59.2 abc	-12.8	10.5 bc	-1.4	19.6 b	0.9
2008	2581.7 ab	47.9	29.8 a	2.8	65.5 a	2.3	12.7 a	1.2	20.3 b	1.3
2009	2720.9 a	175.4	28.8 ab	0.2	61.0 ab	-3.9	12.1 ab	0.2	21.3 ab	1.7
2010	2280.7 c	20.3	26.0 abc	0.7	50.8 bcd	-2.3	10.1 c	1.6	21.2 ab	1.8
2011	2382.0 bc	-71.2	23.4 c	-2.2	47.4 d	-4.6	10.4 c	0.2	23.5 a	3.4
2012	2609.4 ab	-87.6	27.8 abc	-1.4	58.5 abcd	-3.4	11.7 abc	0.1	22.0 ab	2.1
2013	2553.5 ab	-64.0	26.1 abc	-2.9	54.5 abcd	-8.4	11.5 abc	0.3	22.0 ab	3.3
2014	2702.0 a	102.5	28.4 abc	0.2	56.7 abcd	-3.4	12.5 a	1.2	23.6 a	3.6
2015	2584.2 ab	54.0	23.8 bc	0.3	48.1 cd	-0.2	11.3 abc	0.6	23.5 a	2.2
2016	2792.8 a	251.6	27.3 abc	2.5	58.1 abcd	2.0	12.3 a	1.9	22.0 ab	3.0
2017	2739.9 a	-31.3	25.3 abc	-2.6	51.8 bcd	-7.0	11.2 abc	-0.3	22.5 ab	2.5
平均 Mean	2538.1	39.3	26.5	-0.8	55.7	-4.2	11.4	0.4	21.7	2.3

2.5 参试品种品质变化

表 5 反映了 2006 – 2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种的品质表现。粗蛋白质含量平均为 44.2%，比对照品种高 1.67 个百分点，其中 2011 年度表现最高，平均为 46.12%，而 2009 年度表现最低，平均为 42.24%，年度间差异显著。随着年度的递增，粗蛋白质含量从 2006 年至 2009 年稍有下降后再缓慢上升，至 2011 年后又再次缓降，总体上变化趋势不明显。粗脂肪含量，年平均为 19.67%，比对照低 1.59 个百分点。2009 年度表现最高，平均为 20.7%，而 2017 年度表现最低，平均值为 18.49%，年度间差异极显著。粗脂肪含量，2006 年至 2010 年呈“升 – 降 – 升 – 降”波浪式变化，至 2011 年下降到新低点后缓慢上升，2015 年上升到新的高度后再下降至 2017 年的最低点，总体上变化趋势不明显。蛋白质与脂肪总含量，年平均为 63.87%，比对照高 0.58 个百分点，其中 2011 年度表现最高，平均为 64.93%，而 2009 年度表现最低，平均值为 62.94%，年度间差异不显著。随着年度的递进，蛋白质与脂肪总含量 2006 年至 2007 年稍

微上升后下降到 2010 年新低，再次开始上升至 2011 年新高度又缓慢下降至 2017 年的新低点，总趋势变化不明显。可见，国家区试长江流域春大豆品种的粗蛋白质含量、粗脂肪含量、蛋白质与脂肪总含量随着年度的递进变化趋势不明显。

2.6 国家区试长江流域春大豆产量、品质和重要农艺性状的关系

表 6 显示了国家区试长江流域春大豆产量、品质与重要农艺性状的相关关系。相关性分析表明，产量分别与单株粒重、百粒重极显著正相关，而与生育天数极显著负相关，与粗蛋白质含量显著负相关；产量分别与单株有效荚数、单株粒数、粗脂肪含量正相关但不显著，而分别与株高、底荚高度、主茎节数、单株有效分枝数、蛋白质与脂肪总含量负相关但不显著。粗蛋白质含量分别与百粒重、蛋白质和脂肪总含量极显著正相关，而分别与单株有效分枝数、单株有效荚数、单株粒数、粗脂肪含量极显著负相关；粗蛋白质含量分别与株高、底荚高度、主茎节数正相关但不显著，而分别与生育天数、单株粒重负相关但不显著。粗脂肪含量与单株粒数显著

正相关,而与百粒重显著负相关;粗脂肪含量分别与生育天数、株高、单株有效分枝数、单株有效荚数、单株粒重正相关但不显著,而分别与底荚高度、主茎节数、蛋白质与脂肪总含量负相关但不显著。蛋白质与脂肪总含量与百粒重极显著正相关,与株高、底荚高度、主茎节数正相关但不显著,而分别与

单株有效分枝数、单株有效荚数、单株粒数极显著负相关,与单株粒重负相关但不显著。以上分析表明,增加单株粒重和百粒重,适当缩短生育天数和降低粗蛋白质含量有利于国家区试长江流域春大豆产量的提升。

表 5 2006–2017 年国家区试长江流域春大豆组参试品种品质性状变化情况

Table 5 The change of quality traits of the varieties tested in spring soybean group in Yangtze river basin from 2006 to 2017

年份 Year	粗蛋白质含量 Crude protein content/%				粗脂肪含量 Crude fat content/%				蛋白质与脂肪总含量 Total protein and fat content/%			
	最小值 Min	最大值 Max	平均 Mean	比对照 Compared with controls	最小值 Min	最大值 Max	平均 Mean	比对照 Compared with controls	最小值 Min	最大值 Max	平均 Mean	比对照 Compared with controls
2006	42.04	48.19	44.57 ab	−0.56	17.18	21.57	19.54 abc	1.51	62.24	66.02	64.10 a	0.06
2007	40.50	48.24	44.05 ab	−0.63	18.95	22.39	20.65 a	4.29	62.89	67.46	64.70 a	0.89
2008	41.05	48.45	43.69 ab	−1.51	17.38	21.91	19.91 abc	6.30	62.60	65.83	63.61 a	0.82
2009	38.82	46.65	42.24 b	−3.01	18.81	22.50	20.70 a	5.94	61.32	67.11	62.94 a	−0.24
2010	41.13	47.31	43.54 ab	0.86	18.28	21.13	19.43 abc	−1.47	60.56	66.46	62.97 a	0.13
2011	43.78	49.92	46.12 a	4.96	17.79	20.53	18.81 bc	−5.05	62.81	67.81	64.93 a	1.85
2012	42.22	48.11	44.66 ab	1.02	17.36	22.58	19.49 abc	−3.94	62.28	66.00	64.16 a	−0.53
2013	43.34	45.78	44.79 ab	2.64	18.54	20.43	19.17 abc	−6.26	63.77	64.33	63.97 a	−0.19
2014	43.81	46.38	45.40 a	5.26	17.39	20.26	19.20 abc	−9.56	63.77	65.95	64.60 a	0.37
2015	41.21	45.29	43.40 ab	0.09	19.25	22.94	20.46 ab	2.66	61.62	66.65	63.86 a	0.92
2016	42.69	44.07	43.38 ab	3.51	19.28	22.99	20.18 abc	−2.93	62.29	66.85	63.57 a	1.39
2017	41.77	46.19	44.50 ab	7.46	17.71	19.93	18.49 c	−10.55	61.38	64.75	62.99 a	1.47
平均	41.86	47.05	44.20	1.67	18.16	21.60	19.67	−1.59	62.29	66.27	63.87	0.58

表 6 参试品种产量、品质与重要农艺性状的相关性

Table 6 Correlation between yield, quality and main agronomic traits of the tested varieties

性状 Trait	产量 Yield	粗蛋白质含量 Crude protein content	粗脂肪含量 Crude fat content	蛋白质与脂肪总含量 Total protein and fat content
生育天数 Growth days	−0.274 **	−0.066	0.073	−0.028
株高 Plant height	−0.155	0.019	0.016	0.040
底荚高度 Height of the lowst pod	−0.171	0.086	−0.041	0.084
主茎节数 Nodes on main stem	−0.137	0.033	−0.034	0.016
单株有效分枝数 Effective branches per plant	−0.048	−0.346 **	0.207	−0.300 **
单株有效荚数 Effective pods per plant	0.050	−0.276 **	0.112	−0.284 **
单株粒数 Seed numbers per plant	0.104	−0.369 **	0.236 *	−0.307 **
单株粒重 Seed weight	0.488 **	−0.168	0.033	−0.203
百粒重 100-seed weight	0.271 **	0.385 **	−0.252 *	0.315 **
粗蛋白质含量 Crude protein content	−0.246 *	1.000	−0.691 **	0.787 **
粗脂肪含量 Crude fat content	0.168	−0.691 **	1.000	−0.098
蛋白质与脂肪总含量 Total protein and fat content	−0.195	0.787 **	−0.098	1.000

\*\* 和 \* 分别表示在  $P < 0.01$  和  $P < 0.05$  水平下相关性极显著和显著。  
\*\* and \* indicate extremely significant and significant at  $P < 0.01$  and  $P < 0.05$  level respectively.

### 3 讨 论

国家大豆区试长江流域春大豆组参试品种的产量与单株粒重、百粒重极显著正相关,而与生育天数极显著负相关,与粗蛋白质含量显著负相关。这些性状是决定产量的关键性状,亲本的单株生产力、百粒重、熟期、粗蛋白质含量直接影响后代的性状遗传,在杂交后代群体中决选品系时要同时兼顾这些性状的选择。产量分别与单株有效荚数、单株粒数、粗脂肪含量正相关但不显著,而与株高、底荚高度、主茎节数、单株有效分枝数、蛋白质与脂肪总含量负相关但不显著。表明单株有效荚数、单株粒数、粗脂肪含量的提高有利于产量的提高,而株高、底荚高度、主茎节数、单株有效分枝数、蛋白质与脂肪总含量的提高不利于产量的提高。郑伟等<sup>[3]</sup>研究发现黑龙江省不同年代育成大豆品种单产水平的提高主要是生育日数和生殖生长期延长,节间缩短,有效分枝减少,抗倒伏能力增加,单株荚数和单株粒数增加等因素共同作用的结果,与本研究结果有所不同。这可能是长江流域的气候和耕作制度与黑龙江省的差异,引起了两地区的大豆育成品种的性状差异。生育天数和株高,在长江流域春大豆新品种选育时是必须考虑的,其新品种的熟期必须满足二季作物的要求,收获太晚遭遇高温高湿天气、病虫害发生加剧,容易引起烂荚烂种,产量和品质大大下降,同时影响下季作物的及时播种。株高太高抗倒伏性差引起倒伏,植株群体荫蔽落花落荚,严重影响产量的提高。随着年度的递增,长江流域春大豆组参试品种的生育天数、株高、底荚高度、主茎节数、单株有效荚数、单株粒数呈现缓慢下降的总趋势,产量、单株粒重、百粒重呈缓慢增加的总趋势。这一结果与成雪峰<sup>[6]</sup>对黄淮海地区大豆品种主要农艺性状演变分析结果一致。可能是因为长江春大豆对光照较不敏感而对温度更为敏感,更接近于黄淮夏大豆。

优质高产品种选育,要从当地生态条件 and 市场需求来进行调整育种目标。2006–2017 年的 12 年间,国家区试长江流域春大豆组参试品种的粗蛋白质含量平均为 44.2%,粗脂肪含量平均为 19.67%,蛋白质与脂肪总含量平均为 63.87%。万超文等<sup>[4]</sup>统计分析了 1981–2000 年共 20 年间全国 563 个育成品种的品质,平均蛋白质含量 42.04%,脂肪含量 19.77%,平均蛋白质与脂肪总含量 61.81%,南方多作大豆区 44 个育成品种平均蛋白质含量、平均脂

肪含量分别为 43.81% 和 19.43%。可见,长江流域春大豆的品质优于全国大豆的平均水平,并超过了南方多作大豆区,是我国优质食用大豆的优势生产区域。从国家区试长江流域春大豆组试验结果看,产量为  $1\,368 \sim 3\,039 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,产量的年平均遗传改进 1.55%,未有产量超过  $4\,500 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  的超高产新品种出现,离超高产育种攻关仍有很大距离。国家新的高油高蛋白一级商品大豆质量指标蛋白质含量  $\geq 38\%$ 、脂肪含量  $\geq 19\%$ 。长江流域地域辽阔、自然地理、气候条件及轮作复种制度复杂多样,形成了丰富的大豆栽培品种资源,我国保存有长江春大豆型品种资源达 2 089 份<sup>[14]</sup>。因此,在今后的新品种选育过程中,应深挖该生态区的高产、抗性强的大豆优异资源,引进特异资源,通过提高脂肪含量降低蛋白质含量、优化两者合理比例提高大豆单产,再结合抗病、优异农艺性状聚合育种,选育出适应该地区大豆生产需求的新品种。

### 4 结 论

本研究结果表明,国家区试长江流域春大豆的产量与单株粒重、百粒重极显著正相关,而与生育天数、粗蛋白质含量负相关达极显著及显著水平。因此,在今后的长江流域春大豆新品种选育过程中,应适当缩短春大豆新品系的生育天数、降低其粗蛋白质含量,以达到提高产量的目的。

### 参考文献

- [1] 吕世霖,程舜华,程创基,等. 我国大豆栽培区划的研讨[J]. 山西农业大学学报,1981(6):10-17. (Lyu S L, Cheng S H, Cheng C J, et al. Discussion on the division of soybean cultivation in China[J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 1981(6): 10-17.)
- [2] 隋德志,王连铮,王培英. 黑龙江省大豆品种遗传改进的初步研究[J]. 大豆科学,1986,5(1): 11-16. (Sui D Z, Wang L Z, Wang P Y. Preliminary studies on the genetic improvement of soybean in Heilongjiang province[J]. Soybean Science, 1986, 5(1): 11-16.)
- [3] 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. (Zhang 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.)
- [4] 万超文,邵桂花,吴存祥,等. 中国大豆育成品种品质性状的演变[J]. 大豆科学,2004,23(4):289-295. (Wan C W, Shao G H, Wu C X, et al. Evolution of quality traits of developed soybean varieties in China[J]. Soybean Science, 2004, 23(4):

- 289-295. )
- [5] 冷建田,陈应志,王英,等. 中国不同地区大豆育成品种的特点分析及品种选育方向的探讨[J]. 大豆科学,2007,26(6):293-304. (Leng J T,Chen Y Z, Wang Y, et al. Character analysis of newly-developed soybean varieties and breeding objectives in different regions of China [J]. Soybean Science, 2007, 26(6): 293-304. )
- [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, 595. (Cheng X F. Evolution of soybean major agronomy characters in Huang-Huai-Hai region[J]. Soybean Science,2011,30(4):585-588, 595. )
- [7] 邱强,于维,赵婧,等. 北方春大豆晚熟区审定品种的遗传进展与演变[J]. 广东农业科学,2016,43(4):44-48. (Qiu Q, Yu W, Zhao J, et al. Genetic evolution of authorized late-maturing northern spring soybean varieties[J]. Guangdong Agricultural Sciences,2016,43(4):44-48. )
- [8] 薛恩玉,李文华,姜妍. 黑龙江省大豆育成品种农艺性状演化趋势[J]. 大豆科学, 2006, 25(4): 445-449. (Xue E Y, Li W H, Jiang Y. The evolution tendency of agronomic characters of soybean cultivars released in Heilongjiang province [J]. Soybean Science,2006,25(4):445-449. )
- [9] 费志宏,薛盈文,刘梦红,等. 黑龙江省中熟大豆品种遗传改良过程中产量和主要农艺性状的演变[J]. 大豆科学, 2014,33(6):838-840. (Fei Z H,Xue Y W, Liu M H, et al. Evolution of yield and main agronomic traits with genetic improvement of mid-maturity soybean cultivars in Heilongjiang province [J]. Soybean Science,2014,33(6):838-840. )
- [10] 薛永国,魏岷,唐晓飞,等. 黑龙江省育成大豆品种性状演变的分析[J]. 大豆科学,2015,34(3):361-366. (Xue Y G,Wei L, Tang X F, et al. Analysis and evolution on different traits of soybean varieties from Heilongjiang province [J]. Soybean Science, 2015, 34(3):361-366. )
- [11] 郑宇宏,陈亮,孟凡凡,等. 吉林省不同年代大豆育成品种产量与品质性状变化趋势[J]. 东北农业科学, 2016,41(6):45-49. (Zheng Y H,Chen L,Meng F F, et al. Changes of yield and quality traits of soybean cultivars released during different stages in Jilin province [J]. Journal of Northeast Agricultural Sciences, 2016,41(6):45-49. )
- [12] 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. )
- [13] 李伟,张彦威,林延慧,等. 2005-2017 年山东省审定大豆品种农艺和品质性状演变分析[J]. 山东农业科学,2018,50(4):16-21. (Li W, Zhang Y W, Lin Y H, et al. Evolution analysis of agronomic and quality traits for soybean varieties approved in Shandong province during 2005-2017 [J]. Shandong Agricultural Sciences,2018,50(4):16-21. )
- [14] 周新安,彭玉华,王国勋,等. 中国栽培大豆遗传多样性和起源中心初探[J]. 中国农业科学,1998,31(3)1:1-4. (Zhou X A, Peng Y H, Wang G X, et al. Preliminary studies on the centres of genetic diversity and origination of cultivated soybeans in China [J]. Scientia Agricultura Sinica,1998, 31(3)1: 1-4. )