



# 江西大豆种质资源表型及品质性状综合分析与评价

赵朝森<sup>1</sup>, 王瑞珍<sup>1</sup>, 李英慧<sup>2</sup>, 邱丽娟<sup>2</sup>, 赵现伟<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 作物科学研究所, 北京 10081)

**摘要:**为评价江西省大豆种质资源的表型多样性,给亲本选择和品种改良提供科学依据,以431份江西省大豆种质资源为对象,分析13个描述型性状的遗传多样性,并对6个重要农艺性状和品质性状的遗传变异度及其相关性进行综合分析与评价。结果表明:13个描述型性状多样性指数为0.073 3~1.331 6,株高多样性指数最高,而子叶色多样性指数最小;6个农艺及品质性状的遗传变异系数为3.19%~43.18%,蛋脂总含量的遗传变异最小,而株高的遗传变异最大;生育日数、株高、百粒重的遗传变异系数大,而品质性状的遗传变异系数小;蛋白质含量和蛋脂总含量高而脂肪含量低是江西省大豆种质资源的突出特点。相关分析表明生育日数与株高、百粒重、脂肪含量极显著正相关,百粒重与蛋白质含量无显著相关性。筛选出21份优异种质,其中靖安大黄豆、萍乡白毛豆、贵溪懒豆3份大豆种质的蛋白质含量超过52%。本研究揭示了江西省大豆种质资源遗传多样性的丰富程度及其群体品质性状的突出特征,筛选出的高蛋白质大豆种质可用于江西省及我国高蛋白质大豆新品种选育、种质创新和蛋白质特异基因挖掘。

**关键词:**大豆;种质资源;江西;表型;品质

## Comprehensive Analysis and Evaluation of the Phenotype and Quality Traits of Jiangxi Soybean Germplasm Resources

ZHAO Chao-sen<sup>1</sup>, WANG Rui-zhen<sup>1</sup>, LI Ying-hui<sup>2</sup>, QIU Li-juan<sup>2</sup>, ZHAO Xian-wei<sup>1</sup>, GUO Bing-fu<sup>1</sup>

(1. Institute of Crop Sciences, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 10081, China)

**Abstract:** This study attempted to evaluate the diversity of Jiangxi soybean germplasm resources by phenotypic characters and thus provide scientific basis for parental selection and variety improvement. A total of 13 phenotype and 6 quality characters were investigated on 431 Jiangxi soybean germplasm resources. The genetic diversity of 13 descriptive traits ranged from 0.073 3 to 1.331 6. The diversity index of plant height was the largest, while the diversity index of cotyledon color was the smallest. The variation coefficient of 6 agronomic and quality traits ranged from 3.19% to 43.18%. The variation of total protein and fat content was the smallest and that of plant height was the largest. Growth duration, plant height and 100-seed weight were presented more large genetic variation coefficient, but the genetic variation coefficient of quality traits was small. High protein content, high total protein and fat content, but low fat content was the prominent characteristics of Jiangxi soybean germplasm resources. By correlation analysis, growth duration was positively correlated with plant height, 100-seed weight and fat content at  $P < 0.01$  level, while 100-seed weight was not significantly correlated with protein content at  $P < 0.05$  level. 21 excellent germplasm were selected from 431 accessions. In which, 3 accessions of Dahuangzhu, Baimaodou and Landou originated in Jingan, Pingxiang and Guixi respectively, had protein content exceeded 52%, they were the basis resource of new high-protein soybean varieties breeding, germplasm innovation and protein-specific gene mining in Jiangxi province and the whole China.

**Keywords:** Soybean; Germplasm resources; Jiangxi province; Phenotype; Quality

大豆原产我国,种植历史悠久,在长期的种植过程中,经过自然选择和人工选择,形成了丰富多彩、类型各异的大豆品种资源。我国有22 637份大豆品种资源,数量居世界之首<sup>[1]</sup>。大豆地方品种具有较强的适应性、耐病性、抗逆性和稳产性,蕴含着丰富的优良基因源,是选育创造优良品种不可缺少的物质基础<sup>[1-2]</sup>。因此,收集、整理、保存和深入研究大豆品种资源、鉴定出优异品种能够为创造新品种、新种质提供亲本材料,并能为挖掘新的优异基

因资源和开展大豆生态适应性研究提供科学依据。国内外学者对大豆种质资源的研究已有大量的报道。围绕高产、优质、多抗、广适应育种目标,盖钧镒等<sup>[2]</sup>从群体水平上探明了我国南方8 000余份地方资源主要农艺、品质性状的遗传变异和选择潜力,发现蛋白质含量较高而油脂含量较低是南方群体的突出特点,平均蛋白质含量约43.7%,油脂含量约18.5%,提出从个体水平上挖掘优异基因资源的方法。围绕遗传多样性、核心种质利用,邱丽娟

收稿日期:2019-03-22

基金项目:国家重点研发计划(2016YFD0100201);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES27);公益性行业科技专项子项目(201503122-14)。

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资源研究。E-mail:zcsoybean@163.com。

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

等<sup>[3]</sup>指出大豆核心种质为性状鉴定、新基因发掘、新种质创造和新品种培育等理论研究和实际应用提供材料基础,具有潜在的应用前景。宋启建等<sup>[4-8]</sup>等分别对长江中游夏大豆、浙江春夏大豆、四川、广西、云南大豆地方品种资源特点及遗传变异进行了综合分析与评价,并分别提出了各地资源的应用潜力。实践证明,大豆种质资源的系统研究与利用,将促进我国大豆种质资源由数量保存型向研究应用型转变。

大豆是喜温需水较多的短日照作物。江西省属亚热带气候,光、温、水资源丰富,较适宜大豆生长。江西大豆生产有春、夏、秋 3 种不同播种类型,种植方式有净种、间套种等<sup>[9]</sup>。江西栽培大豆遍布全省各地,类型十分丰富。谭正宝等<sup>[10]</sup>对江西育成的 8 个大豆品种进行了系谱分析。程春明等<sup>[11-12]</sup>搜集并利用 SSR 分子标记分析了 192 份江西省 49 个县(区)野生大豆的遗传多样性,结果表明:江西野生大豆平均基因遗传多样性指数 0.736 9,具有较为丰富的遗传多样性;不同纬度和不同海拔的野生大豆其遗传多样性不同,高纬度及低海拔地区野生大豆遗传多样性高。但长期以来,江西大豆地方品种资源没有经过系统的分析与评价,许多优良特性并没有得到应用。本研究利用《中国大豆品种资源目录(续编一、二、三)》<sup>[13-15]</sup>中 1976-2013 年收录的江西大豆地方品种资源数据,分析品种资源的群体特征和遗传丰富程度及分类特性,科学评价种质材料的真实表现,为新品种选育、种质创新、优异种质挖掘和合理利用提供参考依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试材料为收录在《中国大豆品种资源目录(续编一、二、三)》中的江西大豆地方品种资源 431 份,其中春大豆 98 份、夏大豆 179 份秋大豆 154 份。

### 1.2 方法

描述型性状按照《大豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[16]</sup>进行分级赋值(表 1)。所有描述性表型性状、数值性表型性状和品质性状的观测和测定数据摘录于《中国大豆品种资源目录(续编一、二、三)》。其中描述性表型性状包括播种类型、生长习性、结荚习性、花色、茸毛色、叶形、粒色、粒形、脐色、子叶色、生育期类型、株高分类、籽粒大小 13 个涉及生育生长、形态特征等的性状。数值性表型性状包括生育日数、株高、百粒重,为重要的大豆农艺性状。品质性状包括蛋白质含量、脂肪含量及蛋脂总含量。

### 1.3 数据分析

采用 Excel 2007 整理性状的数据。描述型性状的遗传多样性根据其分级和赋值采用 Shannon's 信息指数( $H'$ )进行描述和评价,计算公式: $H' = -\sum P_i \times \ln P_i$ ,其中, $P_i$  表示某性状第  $i$  种变异类型出现的频率。应用 SAS V 8.0 计算各数值型性状的最大值、最小值、平均值和变异系数,并进行相关性分析。

表 1 大豆种质描述型性状的分级与赋值  
Table 1 Grading and assignment of descriptive trait in soybean germplasm

性状 Trait	分级与赋值 Grading and assignment
播种类型 Sowing season type	1:春大豆;2:夏大豆;3:秋大豆;4:冬大豆
生长习性 Growth habit	1:直立;3:半直立;5:半蔓生;7:蔓生
结荚习性 Stem termination	3:无限;5:亚有限;7:有限
花色 Flower color	1:白;2:紫
茸毛色 Pubescence color	1:灰;2:棕
叶形 Leaf shape	1:披针;2:卵圆;3:椭圆;4:圆
粒色 Seedcoat color	1:黄;2:绿;3:黑;4:褐;5:双色
粒形 Seed shape	1:圆;2:扁圆;3:椭圆;4:扁椭圆;5:长椭圆
脐色 Hilum color	1:黄;2:淡褐;3:褐;4:深褐;5:蓝;6:淡黑;7:黑
子叶色 Cotyledon color	1:黄;2:绿
生育期类型 Maturity type	1:早熟,春、秋大豆生育期 90 d 以下,夏大豆生育期 120 d 以下;2:中熟,春、秋大豆生育期 91~100 d,夏大豆生育期 121~130 d;3:晚熟,春、秋大豆生育期 101~110 d,夏大豆生育期 131~140 d;4:极晚熟,春、秋大豆生育期 111 d 以上,夏大豆生育期 141 d 以上
株高 Plant height	1:高,株高 91 cm 以上;2:较高,株高 81~90 cm;3:中等,株高 61~80 cm;4:较矮,株高 41~60 cm;5:矮,株高 40 cm 以下
籽粒大小 Seed size	1:极小,百粒重<5.0 g;2:小,5.0 g≤百粒重<12.0 g;3:中,12.0 g≤百粒重<20.0 g;4:大,20.0 g≤百粒重<30.0 g;5:极大,百粒重≥30.0 g

## 2 结果与分析

### 2.1 描述型性状的多样性分析

江西大豆种质资源表型性状表现出丰富的遗传多样性(表2)。按光温生态适应性,江西大豆种质资源分为春、夏、秋3种播种类型,夏、秋播种类型占比大(0.7726),多样性指数1.0695。生长习性以直立生长为主,结荚习性以有限结荚为主,花色以开紫花居多,茸毛色以棕毛为主,叶形以椭圆、卵圆占比较大。粒色以黄、绿为主,其次为黑、褐色,兼有双色,多样性指数高达1.3143。种子粒形以椭圆为主,兼有圆、扁圆、扁椭圆、长椭圆,多样性指数仅

为0.3758。种子脐色以褐、黑为主,其次为深褐、淡褐,兼有黄色种脐,多样性指数较高,达1.3033。种子子叶色以黄色为主,仅有6份资源表现绿色,多样性指数最小(0.0733)。生育期类型以早熟、中熟居多,晚熟和极晚熟占比0.3063,多样性指数1.2898。株高以较矮、矮为主,其次为中等和高,较高仅占比0.0209,多样性指数最大(1.3316)。籽粒大小以中居多,其次为大、小,特大和特小各有1份资源。13个描述型性状的多样性指数大小顺序为:株高>粒色>脐色>生育期类型>播种类型>籽粒大小>结荚习性>叶形>生长习性>茸毛色>花色>粒形>子叶色。

表2 大豆种质资源描述型性状的频率分布与多样性指数

Table 2 Frequency distribution and diversity index of descriptive traits of Jiangxi soybean germplasms						
性状 Trait		性状描述( 份数/频率) Characters description( Number/radio of distribution)				多样性指数 H'
播种类型 Sowing season type	春(98/0.2274)	夏(179/0.4153)	秋(154/0.3573)			1.0695
生长习性 Growth habit	直立(317/0.7355)	半直立(106/0.2459)	半蔓生(8/0.0186)			0.6449
结荚习性 Stem termination	无限(38/0.0882)	亚有限(60/0.1392)	有限(333/0.7726)			0.6879
花色 Flower color	白(71/0.1647)	紫(360/0.8353)				0.4474
茸毛色 Pubescence color	灰(100/0.2320)	棕(331/0.7680)				0.5417
叶形 Leaf shape	卵圆(164/0.3805)	椭圆(266/0.6172)	圆(1/0.0023)			0.6796
粒色 Seedcoat color	黄(182/0.4223)	绿(124/0.2877)	黑(81/0.1879)	褐(37/0.0858)	双色(7/0.0162)	1.3143
粒形 Seed shape	圆(14/0.0325)	扁圆(5/0.0116)	椭圆(397/0.9211)	扁椭圆(11/0.0255)	长椭圆(4/0.0093)	0.3758
脐色 Hilun color	黄(3/0.0070)	淡褐(53/0.1230)	褐(190/0.4408)	深褐(72/0.1671)	黑(113/0.2622)	1.3033
子叶色 Cotyledon color	黄(425/0.9861)	绿(6/0.0139)				0.0733
生育期类型 Maturity type	早熟(172/0.3991)	中熟(127/0.2947)	晚熟(84/0.1949)	极晚熟(48/0.1114)		1.2898
株高 Plant height	高(37/0.0858)	较高(9/0.0209)	中等(83/0.1926)	较矮(179/0.4153)	矮(123/0.2854)	1.3316
籽粒大小 Seed size	极小(1/0.0023)	小(99/0.2297)	中(216/0.5012)	大(114/0.2645)	特大(1/0.0023)	1.0640
平均 Mean						0.8325

2.2 重要农艺性状的变异分析

3 个重要农艺性状生育日数、株高、百粒重的遗传变异系数较大(表 3)。江西春、夏、秋播大豆平均生育日数分别为 93.6、132.6 和 92.9 d,遗传变异系数分别为 8.07%、12.67%、6.23%,而总群体的生育日数最大为 161 d,最小为 73 d,两者相差 88 d,遗传变异系数达 20.79%。江西春、夏、秋播大豆平均株高分别为 43.7、71.2 和 41.5 cm,遗传变异系数分别为 22.71%、35.27%和 32.15%,而总群体的株高最大为 143.4 cm,最小为 20.0 cm,相差 123.4 cm,

遗传变异系数高达 43.18%。江西春、夏、秋播大豆平均百粒重分别为 12.9、18.0 和 16.9 g,遗传变异系数分别为 23.4%、30.85%、31.71%,而总群体的百粒重最大为 30.2 g,最小为 4.6 g,两者相差 25.6 g,遗传变异系数达 32.72%。表明江西夏播大豆生育期长、植株高大、籽粒较大,而春、秋播大豆生育期短、植株矮小、籽粒相对较小。生育日数的遗传变异夏播大豆>春播大豆>秋播大豆,株高的遗传变异夏播大豆>秋播大豆>春播大豆,百粒重的遗传变异秋播大豆>夏播大豆>春播大豆。

表 3 大豆种质资源重要农艺性状的变异情况

播种类型 Sowing season type	生育日数 Growth duration/d				株高 Plant height/cm				百粒重 100-seed weight/g			
	最大	最小	平均	CV	最大	最小	平均	CV	最大	最小	平均	CV
	Max.	Min.	Mean		Max.	Min.	Mean		Max.	Min.	Mean	
春 Spring	115.0	73.0	93.6	8.07	76.4	23.2	43.7	22.71	22.5	7.8	12.9	23.40
夏 Summer	161.0	73.0	132.6	12.67	143.4	30.6	71.2	35.27	29.5	4.6	18.0	30.85
秋 Autumn	112.0	76.0	92.9	6.23	82.1	20.0	41.5	32.15	30.2	5.1	16.9	31.71
总体 Total	161.0	73.0	109.6	20.79	143.4	20.0	54.3	43.18	30.2	4.6	16.5	32.72

2.3 品质性状的变异和分布特点分析

品质性状的遗传变异系数较小(表 4)。江西春、夏、秋播大豆蛋白质平均含量分别为 47.3%、46.9%、46.5%,遗传变异系数分别为 3.86%、4.69%、4.27%。春、夏、秋播大豆脂肪平均含量分别为 17.5%、17.9%、17.0%,遗传变异系数分别为 6.31%、6.65%、8.88%。春、夏、秋播大豆蛋脂总含量平均值分别为 64.81%、64.83%、63.52%,遗传变异系数分别为 2.78%、2.88%、3.38%。江西大豆种质的蛋白质含量、脂肪含量、蛋脂总含量最大

值分别为 52.7%、21.4%、69.8%,最小值分别为 41.0%、13.4%、57.5%,平均为 46.9%、17.5%、64.4%,遗传变异系数分别为 4.4%、7.71%、3.19%。以上分析表明,江西大豆种质资源的蛋白质含量春播大豆>夏播大豆>秋播大豆,而遗传变异系数夏播大豆>秋播大豆>春播大豆;脂肪含量夏播大豆>春播大豆>秋播大豆,而遗传变异系数秋播大豆>夏播大豆>春播大豆;蛋脂总含量夏播大豆>春播大豆>秋播大豆,而遗传变异系数秋播大豆>夏播大豆>春播大豆。

表 4 大豆种质资源品质性状的变异分析

播种类型 Sowing season type	蛋白质含量 Protein content/%				脂肪含量 Fat content/%				蛋脂总含量 Total protein & fat content/%			
	最大	最小	平均	CV	最大	最小	平均	CV	最大	最小	平均	CV
	Max.	Min.	Mean		Max.	Min.	Mean		Max.	Min.	Mean	
春 Spring	51.2	42.6	47.3	3.86	21.0	15.3	17.5	6.31	69.1	60.7	64.81	2.78
夏 Summer	52.7	41.6	46.9	4.69	21.4	13.8	17.9	6.65	69.8	59.2	64.83	2.88
秋 Autumn	52.1	41.0	46.5	4.27	20.7	13.4	17.0	8.88	68.8	57.5	63.52	3.38
总体 Total	52.7	41.0	46.9	4.40	21.4	13.4	17.5	7.71	69.8	57.5	64.36	3.19

蛋白质和蛋脂总含量高而脂肪含量低是江西大豆种质资源的突出特点(表 5)。春、夏、秋播大豆脂肪含量在 15%~19%的种质分别占 90.81%、

84.36%、83.77%,夏、秋大豆脂肪含量低于 15.0%的种质分别有 1 和 8 份,而仅有 1 份夏大豆种质脂肪含量超过 21.0%(44GN00093,脂肪含量

21.4%)。春、夏、秋播大豆蛋白质含量超过45%的种质分别占88.77%、82.68%、79.87%,蛋白质含量超过49%的春、夏、秋大豆种质分别有12,38和13份。仅有2份秋大豆种质蛋脂总含量低于59%(上太岭黄豆,59.0%;赣豆3号,57.5%),其余种质的蛋脂总含量均高于59%;蛋脂总含量超过67%

的春、夏、秋大豆种质分别有13,18和9份。我国1981-2000年育成的563个大豆品种的平均蛋白质含量为42.04%<sup>[17]</sup>,而江西大豆种质资源的平均蛋白质含量46.9%,高出全国育成品种平均水平4.86个百分点,说明江西大豆种质资源蛋白质含量高,江西是我国高蛋白大豆生产优势产区。

表5 大豆种质资源品质性状的分布特征

蛋白质含量 Protein content/%				脂肪含量 Fat content/%				蛋脂总含量 Total protein & fat content/%			
区间 Interval	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	区间 Interval	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	区间 Interval	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn
37.0 < P ≤41.0	0/0.00	0/0.00	1/0.65	13.0 < F ≤15.0	0/0.00	1/0.56	8/5.19	T≤59.0	0/0.00	0/0.00	2/1.30
41.0 < P ≤45.0	11/11.22	31/17.32	30/19.48	15.0 < F ≤17.0	33/33.67	40/22.35	76/49.35	59.0 < T ≤63.0	17/17.35	29/16.20	67/43.51
45.0 < P ≤49.0	75/76.53	110/61.45	110/71.43	17.0 < F ≤19.0	56/57.14	111/62.01	53/34.42	63.0 < T ≤67.0	68/69.39	132/73.74	76/49.35
49.0 < P ≤53.0	12/12.24	38/21.23	13/8.44	19.0 < F ≤21.0	9/9.18	26/14.53	17/11.04	67.0 < T ≤71.0	13/13.27	18/10.06	9/5.84
				21.0 < F ≤23.0	0/0.00	1/0.56	0/0.00				

表格中的数据格式为份数/百分率。P:蛋白质含量; F:脂肪含量; T:蛋脂总含量。

The data in the table cells is formatted as copies/percentage. P:Protein content; F:Fat content; T:Total protein & fat content.

2.4 重要农艺性状、品质性状的相关性分析

表6反映了江西大豆种质资源几个重要农艺性状与品质性状的相关关系。生育日数与株高、百粒重、脂肪含量、蛋脂总含量正相关达极显著水平,与蛋白质含量正相关但未达显著水平。株高与蛋脂总含量正相关达极显著水平,与脂肪含量、蛋白质含量正相关达显著水平,与百粒重正相关但未达显

著水平。百粒重与脂肪含量正相关但不显著,而与蛋白质含量、蛋脂总含量负相关但不显著。脂肪含量与蛋白质含量极显著负相关,而与蛋脂总含量极显著正相关。蛋白质含量与蛋脂总含量极显著正相关。可见,生育日数是江西大豆种质的重要农艺性状,直接影响植株高矮、籽粒大小和脂肪含量高低,籽粒大小对品质性状无明显的影响。

表6 大豆种质重要农艺、品质性状的相关关系

性状 Trait	生育日数 Growth day	株高 Plant height	百粒重 100-seed weight	脂肪含量 Fat content	蛋白质含量 Protein content
株高 Plant height	0.693 **	1			
百粒重 100-seed weight	0.264 **	0.026	1		
脂肪含量 Fat content	0.275 **	0.121 *	0.077	1	
蛋白质含量 Protein content	0.072	0.118 *	-0.076	-0.334 **	1
蛋脂总含量 Total protein & fat content	0.253 **	0.198 **	-0.026	0.321 **	0.785 **

\*\* 和 \* 分别表示在  $P < 0.01$  和  $P < 0.05$  水平相关性极显著和显著。

\*\* and \* indicate extremely significant different at  $P < 0.01$  level and significant different at  $P < 0.05$  level repectively.

2.5 优异种质的筛选

表 7 列出了江西省蛋白质、脂肪含量高的大豆种质资源。蛋白质含量在 51% 以上的江西大豆种质有 11 份种质,比高蛋白大豆品种国家审定标准(蛋白质含量 $\geq 45\%$ )高 6~7 个百分点,它们分别是靖安的大黄豆、萍乡的白毛豆、贵溪的贵溪懒豆、临川的水花豆、新余的赣豆 2 号、铜鼓的铜鼓青皮豆、横峰的白宝豆、吉安的本 地褐豆和 3 份江西考察豆 44GN00101、44GN00044、44GN00106,而其中的靖安大黄豆、萍乡白毛豆、贵溪懒豆 3 份大豆种质的蛋白质含量超过 52%。这 11 份高蛋白江西大豆种

质,是江西省乃至我国高蛋白大豆新品种选育、新种质创新和蛋白质特异基因挖掘的优异种质资源。脂肪含量在 20% 以上的江西大豆种质有 10 份,分别是江西考察豆 44GN00093、永新五月黄、铅山八月青豆、武宁绿皮豆、江西考察豆 44GN00088、万年八月爆、铅山大乌豆、南昌赣豆 5 号、江西考察豆 44GN00132、武宁黑皮豆。虽然这 10 份大豆种质脂肪含量较高,但均未达到国家高油大豆品种审定标准(脂肪含量 $\geq 21.5\%$ )。因此,这些大豆种质不适用于培育江西高含油量大豆新品种。

表 7 蛋白质和脂肪含量高的大豆优异种质  
Table 7 Excellent soybean germplasm with high protein or fat content in Jiangxi province

项目 Item	统一编号 Accession number	品种名称 Variety name	来源 Origin	播种类型 Sowing season type	生育日数 Growth day/d	株高 Plant height /cm	百粒重 100-seed weight/g	脂肪含量 Fat content /%	蛋白质含量 Protein content /%	蛋脂总含量 Total protein & fat content/%
高蛋白含量	ZDD14284	大黄豆	靖安	夏	134.0	96.0	24.0	16.1	52.7	68.8
High protein content	ZDD14323	白毛豆	萍乡	夏	120.0	67.7	26.8	15.6	52.5	68.1
	ZDD14463	贵溪懒豆	贵溪	秋	95.0	35.9	6.1	13.4	52.1	65.5
	ZDD14417	水花豆	临川	秋	101.0	36.7	22.0	17.2	51.6	68.8
	ZDD25146	赣豆 2 号	新余	秋	107.0	45.0	24.0	15.7	51.6	67.3
	ZDD14347	铜鼓青皮豆	铜鼓	夏	133.0	56.1	19.5	17.9	51.5	69.4
	ZDD14298	白宝豆	横峰	夏	121.0	57.7	14.5	17.1	51.5	68.6
	ZDD25201	44GN00101	—	夏	161.0	112.9	21.8	16.8	51.4	68.2
	ZDD25156	44GN00044	—	春	78.0	42.1	15.2	17.9	51.2	69.1
	ZDD25189	44GN00106	—	夏	158.0	99.4	13.9	16.0	51.0	67.0
	ZDD14475	本地褐豆	吉安	秋	95.0	54.2	10.4	15.9	51.0	66.9
	平均 Mean				118.5	64.0	18.0	16.3	51.6	68.0
高脂肪含量	ZDD25188	44GN00093	—	夏	150.0	101.7	16.8	21.4	42.6	64.0
High fat content	ZDD14228	五月黄	永新	春	102.0	30.9	15.9	21.0	47.1	68.1
	ZDD14448	八月青豆	铅山	秋	95.0	38.6	20.1	20.7	44.2	64.9
	ZDD14435	绿皮豆	武宁	秋	93.0	20.5	12.4	20.7	41.9	62.6
	ZDD25167	44GN00088	—	夏	150.0	94.5	14.3	20.5	43.2	63.7
	ZDD14288	八月爆	万年	夏	129.0	73.9	18.7	20.4	46.8	67.2
	ZDD14380	大乌豆	铅山	夏	132.0	41.4	20.3	20.3	43.1	63.4
	ZDD24189	赣豆 5 号	南昌	秋	86.0	71.0	20.5	20.2	47.3	67.5
	ZDD25179	44GN00132	—	夏	100.0	63.5	15.2	20.2	42.0	62.2
	ZDD14372	黑皮豆	武宁	夏	137.0	75.9	20.7	20.0	44.9	64.9
	平均 Mean				117.4	61.2	17.5	20.5	44.3	64.9

### 3 讨论

#### 3.1 表型性状多样性及遗传变异度评价与利用

形态学标记是作物遗传变异的重要外部体现,是能直接反映物种基因资源丰富度的一项指标。表型性状受植物本身基因型和环境因素的综合作用,表现出稳定性和变异性共存特点,如何有效地评价种质资源表型多样性是种质资源创新利用的基础。盖钧镒等<sup>[2]</sup>研究表明蛋白质、油脂及蛋脂总含量的遗传变异均以加性遗传效应为主,在组合选择中可根据中亲或早代平均表现进行。早代对高蛋白含量性状进行选择,而高代对农艺性状、产量进行选择,两者结合是选育高产高蛋白农艺性状优越品系的合理策略。谭正宝等<sup>[10]</sup>分析了江西育成的8个大豆品种,其中矮脚青、7406、赣豆1号、赣豆2号是从地方品种中系统选育,赣豆3号、赣豆5号以江西地方品种及育成品种杂交选育而成,赣豆4号由上海地方品种六月白和具有福建莆田大黄豆、江苏滨海大白花血缘的融豆21杂交育成。可见,大豆地方优异种质资源在大豆育种和生产应用上发挥了重要作用。本研究通过对431份江西大豆种质资源的13个描述型性状进行多样性分析,结果显示表型性状的Shannon's信息多样性指数为0.073 3~1.331 6,说明江西大豆种质资源具有比较丰富的多样性。6个重要农艺、品质性状(生育日数、株高、百粒重、蛋白质含量、脂肪含量、蛋脂总含量)的遗传变异系数为3.19%~43.18%,不同播种类型间表现出不同的遗传变异度,农艺性状的遗传变异程度大,而品质性状的遗传变异程度小。相关分析表明,生育日数是江西大豆种质的重要农艺性状,直接影响植株高矮、籽粒大小、脂肪含量高低和籽粒大小,但对品质性状无明显的影响。在品种选育过程中,首先要明确亲本的播种类型,母本选择产量高的主推品种,父本选择生育期适中、蛋白质或脂肪含量高的地方优异品种,而后进行杂交组配。早代通过近红外仪分析鉴定高蛋白、脂肪含量优异株系,淘汰低蛋白、脂肪含量株系,高世代进行优良农艺性状和高产株系的选择,从而选育出高产优质新品种。

#### 3.2 高蛋白大豆种质资源与育种利用潜力

蛋白质含量较高而油脂含量较低是我国南方大豆资源群体的突出特点。我国南方大豆资源中约有23%的地方品种蛋白质含量超过45%,是蛋白质含量基因资源宝库<sup>[2]</sup>。万超文等<sup>[17]</sup>分析出

1981-2000年我国南方多作大豆区44个育成品种的蛋白质平均含量为43.81%,略高于黄淮海夏大豆区(43.04%),比北方春大豆区(41.0%)高2.81个百分点;南方大豆脂肪含量为19.43%,稍低于黄淮海夏大豆(19.54%)和北方春大豆(20.0%)。王燕平等<sup>[18]</sup>分析了东北三省一区1923-2010年选育的340份春大豆品种的品质,发现蛋白质含量为40%~44%的品种有141份,占41.47%,蛋白质含量高的3个品种是蒙豆11(45.1%)、丰收11(44.4%)和黑河7号(44.3%);脂肪含量为21%~23%的品种有235份,占69.12%,脂肪含量高的2个品种是绥农20(24.40%)、黑农64(23.85%)。本研究中,江西春、夏、秋播大豆蛋白质平均含量分别为47.3%、46.9%和46.5%,蛋白质含量超过45%的种质分别占88.77%、82.68%和79.87%,蛋白质含量超过51%的种质有11份;江西春、夏、秋播大豆脂肪平均含量分别为17.5%、17.9%和17.0%,脂肪含量在15%~19%的种质分别占90.81%、84.36%和83.77%,仅有1份夏大豆种质脂肪含量超过21.0%(ZDD25188:44GN00093,脂肪含量21.4%)。本研究结果表明江西大豆种质资源群体蛋白质含量高而脂肪含量低,符合我国南方大豆种质资源品质性状表现的突出特点,与前人的研究结果一致。江西有丰富的高蛋白含量大豆地方品种资源,比如靖安大黄豆、萍乡白毛豆、贵溪懒豆蛋白质含量均超过52%,是高蛋白大豆品种改良的良好供体。同时江西大豆种质资源群体脂肪含量偏低,为在高含油量方面取得突破性品种,必须引进并利用东北和黄淮海以及国外高含油量大豆种质,选用适应当地生态环境的高产主栽品种作为受体亲本进行杂交、选育,实现高油、高蛋白、高产、抗性强优良性状的聚合,培育出更高产更优质的具有生产应用价值的大豆新品种。

### 4 结论

本研究对431份江西大豆种质资源的19个表型和品质性状进行综合分析,揭示了江西大豆种质遗传多样性的丰富程度,得出蛋白质和蛋脂总含量高而脂肪含量低是江西大豆种质资源的突出特点的结论。筛选出的3份高蛋白种质靖安大黄豆、萍乡白毛豆、贵溪懒豆,蛋白质含量均超过52%,可以为江西省及我国高蛋白大豆新品种选育、种质创新和蛋白质特异基因挖掘提供资源基础。

参考文献

[1] 常汝镇, 孙建英, 邱丽娟. 中国大豆种质资源研究进展[J]. 作物杂志, 1998, 3: 7-9. (Chang R Z, Sun J Y, Qiu L J. Research progress of soybean germplasm resources in China [J]. Crops, 1998, 3: 7-9.)

[2] 盖钧镒, 崔章林. 我国南方大豆地方品种群体特点和特异种质的发掘与遗传基础研究[J]. 中国农学通报, 1993, 9(2): 1-5. (Gai J J, Cui Z L. Studies on the properties of soybean land-race population from southern China and on the germplasm with specific target traits and their genetic background[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 1993, 9(2): 1-5.)

[3] 邱丽娟, 李英慧, 关荣霞, 等. 大豆核心种质和微核心种质的构建、验证与研究进展[J]. 作物学报, 2009, 35(4): 571-579. (Qiu L J, Li Y H, Guan R X, et al. Establishment, representative testing and research progress of soybean core collection and mini core collection[J]. Acta Agronomica Sinica, 2009, 35(4): 571-579.)

[4] 宋启建, 盖钧镒, 马育华. 长江中游夏大豆地方品种资源特点及遗传变异[J]. 南京农业大学学报, 1987(3): 29-36. (Song Q J, Gai J Y, Ma Y H. A study on the peculiarity and genetic variability of soybean land race population from the Middle-Yangtze valley[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 1987(3): 29-36.)

[5] 寿惠霞, 朱文英, 朱丹华, 等. 浙江省春、夏大豆地方品种资源的遗传分析和主成分分析[J]. 浙江农业学报, 1993, 5(1): 31-37. (Shou H X, Zhu W Y, Zhu D H, et al. Genetic and main component analysis of Zhejiang local soybean varieties[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 1993, 5(1): 31-37.)

[6] 周述明, 谢林, 林文君. 四川大豆地方品种资源初步研究遗传距离测定及聚类分析[J]. 四川农业大学学报, 1994, 12(1): 3-41. (Zhou S M, Xie L, Lin W J. Genetic-distance and cluster analysis in local soybean varieties of Sichuan[J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 1994, 12(1): 3-41.)

[7] 杨守臻, 李初英, 陈怀珠, 等. 广西春大豆地方品种农艺性状鉴定及聚类分析[J]. 广西农业科学, 2005, 36(1): 71-74. (Yang S Z, Li C Y, Chen H Z, et al. Agronomic traits and cluster analysis of local spring soybean varieties in Guangxi[J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2005, 36(1): 71-74.)

[8] 赵银月, 耿智德, 保丽萍, 等. 云南省大豆地方品种资源的主成分分析及聚类分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(8): 120-122. (Zhao Y Y, Geng Z D, Bao L P, et al. Principal component analysis and cluster analysis of local soybean varieties of Yunnan[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences Edition), 2007, 33(8): 120-122.)

[9] 程春明, 王瑞珍, 吴问胜, 等. 新时期江西大豆生产与发展的探讨[J]. 江西农业学报, 2008, 20(11): 42-44. (Cheng C M, Wang R Z, Wu W S, et al. Discussion on the soybean production and development of Jiangxi province in the new period[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2008, 20(11): 42-44.)

[10] 谭正宝, 熊冬金. 江西大豆育成品种分析及前景展望[J]. 江西农业学报, 2007, 19(10): 28-29. (Tan Z B, Xiong D J. Analysis of bred soybean cultivars and prospects of soybean development in Jiangxi province [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2007, 19(10): 28-29.)

[11] 程春明, 王瑞珍, 叶厚专, 等. 江西野生大豆种质资源考察初报[J]. 江西农业学报, 2005, 17(4): 6-65. (Cheng C M, Wang R Z, Ye H Z, et al. Investigation on wild soybean germplasm resources in Jiangxi province[J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2005, 17(4): 6-65.)

[12] 程春明, 杨存义, 马启彬, 等. 江西野生大豆遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(6): 928-933, 940. (Cheng C M, Yang C Y, Ma Q B, et al. Genetic diversity analysis of wild soybean resources in Jiangxi [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2011, 12(6): 928-933, 940.)

[13] 中国农业科学院作物品种资源研究所. 中国大豆品种资源目录(续编一)[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 372-384. (Institute of Crop Germplasm Resources, China Academy of Agricultural Sciences. Catalogues of Chinese soybean germplasm resources (Continuation I) [M]. Beijing: Agricultural Press, 1991: 372-384.)

[14] 中国农业科学院作物品种资源研究所. 中国大豆品种资源目录(续编二)[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 216-220. (Institute of Crop Germplasm Resources, China Academy of Agricultural Sciences. Catalogues of Chinese soybean germplasm resources (Continuation II) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1996: 216-220.)

[15] 中国农业科学院作物科学研究所. 中国大豆品种资源目录(续编三)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 98, 158-162. (Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences. Catalogues of Chinese soybean germplasm resources (Continuation III) [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2013: 98, 158-162.)

[16] 邱丽娟, 常汝镇. 大豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 2. (Qiu L J, Chang R Z, et al. Descriptoes and data standard for soybean (*Glycine* Spp.) [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2006: 2.)

[17] 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.)

[18] 王燕平, 宗春美, 孙晓环, 等. 东北春大豆种质资源表型分析及综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(5): 837-845. (Wang Y P, Zong C M, Sun X H, et al. Phenotype analysis and comprehensive evaluation on northeast spring soybean resources in Mudanjiang[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(5): 837-845.)