

周桂梅,陈琳,刘振兴,等.小豆种质资源农艺性状鉴定与综合评价[J].江苏农业科学,2023,51(21):44-49.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.21.007

# 小豆种质资源农艺性状鉴定与综合评价

周桂梅<sup>1</sup>,陈琳<sup>2</sup>,刘振兴<sup>1</sup>,陈健<sup>1</sup>,亚秀秀<sup>1</sup>,刘志军<sup>3</sup>

(1.唐山市农业科学研究院,河北唐山 063001; 2.湖北省食品质量监督检验研究院,湖北武汉 430075;

3.唐山润泽粮油食品有限公司,河北唐山 063001)

**摘要:**为了筛选优良品种的小豆,促进小豆产业发展,选取 28 个参加食用豆体系国家鉴定的小豆新品种资源,运用相关性分析、灰色关联度、主成分分析和聚类分析等方法,对 28 个小豆品种资源的生育期、株高、主茎分枝、主茎节数、单株荚数、单荚粒数、荚长、百粒质量、产量这 9 个农艺性状进行分析和评价。结果显示:28 个小豆品种资源在 8 个农艺性状(除生育期外)上均表现了显著的差异性,变异系数在 10.51%~30.35% 之间。8 个性状之间,株高和主茎节数、单株荚数和主茎节数、百粒质量和主茎分枝、荚长和单荚粒数、产量和单荚粒数呈显著正相关,其他性状之间没有显著相关性。通过主成分分析和聚类分析可以看出,唐红 201509-12、唐红 201301-2、品红 2019-3-3-1 这 3 个品种的得分排在前三名,综合性状较好。通过灰色关联度分析得出,品种产量和性状之间关联度密切的前 4 位为主茎分枝数、主茎节数、单荚粒数、百粒质量。通过本试验结果可以看出,唐红 201509-12、唐红 201301-2、品红 2019-3-3-1 这 3 个品种综合表现好,适宜在河北省唐山地区及生态相同区域种植。

**关键词:**小豆;种质资源;农艺性状;灰色关联度;主成分;聚类分析;变异系数

**中图分类号:**S521.02 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)21-0044-06

小豆 [*Vigna angularis* (Wild) Ohwi & Ohashi] 染色体组为  $2n=22$ ,其籽粒含有人体必需的铁、钙、磷等元素以及 18 种氨基酸,其蛋白质含量比禾谷类作物高 2~3 倍<sup>[1]</sup>。小豆在我国主要在东北、华北和西北地区种植<sup>[2]</sup>。我国小豆品种主要有唐山红小豆、天津红小豆、东北大红袍、宝清红等,产品主要用于出口;由于营养丰富,小豆在国内外市场上具有较强的竞争力,有良好的发展潜力和前景;但小规模、低效益的传统生产方式,加上对小作物的不够重视,导致小豆生产用种老化,阻碍了其产业发展<sup>[3-4]</sup>。因此,筛选优良品质的小豆新品种,对于提高小豆在国内外市场上的竞争力和促进小豆产业发展具有至关重要的作用。

农艺性状是判断小豆品种是否适合引进和推广的重要指标,生育期、荚粒数、百粒质量等指标在已有研究中得到广泛的关注<sup>[5-11]</sup>。本研究利用灰色关联度、主成分分析、聚类分析等方法,对 28 份国家鉴定小豆资源进行综合评价,以期筛选出适合当

地种植和推广的优良品种。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试小豆品种资源 28 份,来自国家食用豆产业技术体系各岗位专家和试验站,详见表 1。

### 1.2 试验场地

试验于 2011 年和 2022 年 6—10 月在河北省唐山市农业科学研究院试验场(39°37'N,118°12'E)进行,海拔 17.3 m,属于暖温带半湿润大陆性季风气候,年平均降水量 406 mm,全年日照时数 2 600~2 900 h,年平均气温 12.5℃,无霜期 180~190 d。

### 1.3 试验设计以及测定方法

种植土壤地势平坦,地力均匀,肥力中上等。小区面积 12.5 m<sup>2</sup>,5 行区,株距 15 cm,行距 50 cm,随机区组排列,重复 3 次。田间调查各资源的生育期,成熟后随机选取 5 株,调查株高、主茎分枝、主茎节数、荚长、单荚粒数、单株荚数、百粒质量、产量等数据,调查标准依据程须珍等的《小豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[12]</sup>进行。

### 1.4 数据结果分析

1.4.1 农艺性状变异系数和遗传多样性分析 用 Excel 2003 软件计算各数据的平均值( $\bar{x}$ )、变异系数

收稿日期:2023-04-14

基金项目:国家食用豆产业技术体系建设专项(编号:CARS-08-Z03);河北省唐山市科技计划(编号:22150218A)。

作者简介:周桂梅(1979—),女,河北唐山人,助理研究员,主要从事食用豆育种及栽培研究。E-mail:57552490@qq.com。

表 1 28 个小豆品种名称和来源单位

编号	品种名称	供种单位	编号	品种名称	供种单位
1	龙 11-203	芸豆育种岗	15	冀红 1105 反-5-4-1-2	绿豆育种岗位
2	龙 11-805	芸豆育种岗	16	保红 201432-8	保定综合试验站
3	H1016	长春综合试验站	17	保红 201429-8	保定综合试验站
4	H1007	长春综合试验站	18	唐红 201301-2	唐山综合试验站
5	182-320	齐齐哈尔试验站	19	唐红 201509-12	唐山综合试验站
6	195-609	齐齐哈尔试验站	20	同红 6 号	大同综合试验站
7	辽红 08704-05	沈阳综合试验站	21	同红 7 号	大同综合试验站
8	辽红 08706-12	沈阳综合试验站	22	苏红 17-606	生物防治与综合防控
9	赤红 3 号	赤峰综合试验站	23	陇红 3 号	庆阳市农科院
10	品红 2020-21-12-8-11	种质资源岗	24	贵红 2 号	毕节综合试验站
11	品红 2020-4-7-2	种质资源岗	25	贵红 3 号	毕节综合试验站
12	品红 2019-3-3-1	小豆育种岗位	26	桂红 20-9-1	南宁综合试验站
13	品红 2019-22-14-12	小豆育种岗位	27	桂红 20-21-1	南宁综合试验站
14	冀红 0921 反-4-1-3-3-4	绿豆育种岗位	28	保红 947(CK)	保定综合试验站

(CV),对各性状的遗传多样性进行评价。

1.4.2 灰色关联度分析 根据灰色系统理论要求,把 28 个小豆品种的 9 个性状组成 1 个灰色系统,系统中的每个因素分别为其中的 1 个品种,以参试品种性状指标  $X_i(i=1,2,3,\dots,28)=\{X_i(1),X_i(2),\dots,X_i(9)\}=\{\text{株高、主茎节数、主茎分枝数、单株荚数、荚长、单荚粒数、百粒质量、生育期、产量}\}$  形成的数列作为比较数列,以对照品种各项性状指标为  $X_0=\{X_0(1),X_0(2),\dots,X_0(9)\}$  组成的数列作为参考数列,各品种性状指标的平均值见表 2,根据数据计算田间性状间的关联系数和关联度。

关联系数:

$$\varepsilon_i = \frac{\min\Delta i(k) + \rho\max\Delta i(k)}{\Delta i(k) + \rho\max\Delta i(k)} \quad (1)$$

等权关联度:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k) \quad (2)$$

其中: $\Delta i(k)=|X_0(k)-X_i(k)|$ ,为数列  $X_0$  与  $X_i$  在第  $k$  点的绝对值; $\min\Delta i(k)$  为二级最小差; $\max\Delta i(k)$  为二级最大差; $\rho$  为分辨系数,通常取值 0.5; $\varepsilon$  为关联系数; $k$  为评估的性状数; $n$  为参试品种数。

1.4.3 聚类分析和主成分分析 利用 DPS 7.05 软件进行相关性分析、聚类分析和主成分分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 田间性状统计分析

由表 2 可知,除生育期的变异系数偏小

(6.12%)外,其余几个性状的变异系数均较大(>10%),其中单株荚数的变异系数最大,为 30.35%。这说明 28 个品种的表现类型丰富,可以作为育种方向进行选择,为品种的改良提供了依据。

### 2.2 农艺性状的相关性分析

从表 3 可以看出,8 个农艺性状间,株高和主茎节数、荚长和单荚粒数呈极显著正相关,单株荚数和主茎节数、百粒质量和主茎分枝呈显著正相关,其他性状之间没有显著相关性。

### 2.3 小豆资源的聚类分析

用欧氏距离、离差平方和法进行聚类分析,结果见图 1。由图 1 可以看出,欧氏距离为 6.637 0 时,28 个小豆品种资源可以分为四大类,其中 1、3、6、10、27 聚为一类,性状表现为荚长较长、产量较高;2、4、8、9 聚为一类,性状表现为株高中等、百粒质量较小;5、13、19、20、7、22、11、17、23、16、26 聚为一类,性状表现为产量较高;12、15、21、28、14、18、24、25 聚为一类,性状表现为株高较高、主茎节数较多、主茎分枝较多、荚长较长。

### 2.4 小豆资源的主成分分析

2.4.1 主成分分析 对 28 个小豆品种资源的 9 个农艺性状进行主成分分析(表 4),其中前 5 个主成分累计贡献率达到 83.17%,基本可以代表 28 个品种资源的主要遗传信息;第 1 主成分( $F_1$ )的特征值为 2.318 9,贡献率为 25.77%,其中主茎节数、主茎分枝数的贡献较大,载荷值分别为 0.651 2、0.653 1;第 2 主成分( $F_2$ )的特征值为 1.717 1,贡献率为

表2 28份小豆种质资源的农艺性状

编号	品种名称	株高 (cm)	主茎节数 (个)	主茎分枝数 (个)	单株荚数 (个)	荚长 (cm)	单荚粒数 (粒)	百粒质量 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	生育期 (d)
1	龙11-203	47.8	22.0	2.8	19.6	9.1	9.0	7.7	2 100.6	82
2	龙11-805	52.5	18.2	2.2	23.2	7.7	6.2	15.5	1 850.8	84
3	H1016	55.4	19.0	2.6	30.2	8.1	8.7	11.3	2 081.8	84
4	H1007	53.5	16.8	4.2	16.4	7.9	5.7	12.5	1 630.5	87
5	182-320	42.5	13.0	4.0	28.8	7.9	8.2	13.8	2 332.8	87
6	195-609	79.5	19.4	3.6	24.2	9.0	9.2	12.1	2 219.5	82
7	辽红08704-05	52.5	20.4	2.8	25.2	8.8	7.1	14.3	2 263.7	89
8	辽红08706-12	59.5	21.0	3.2	48.2	7.1	6.1	11.3	2 299.3	87
9	赤红3号	63.5	21.0	2.4	22.6	6.4	5.5	11.8	2 374.9	87
10	品红2020-21-12-8-11	76.5	19.4	3.4	32.6	9.2	8.1	12.9	2 038.5	87
11	品红2020-4-7-2	57.8	19.2	3.6	25.0	9.9	8.4	18.4	2 463.9	89
12	品红2019-3-3-1	86.7	21.4	4.6	36.4	9.6	8.1	17.6	2 306.5	89
13	品红2019-22-14-12	74.5	18.2	3.4	19.0	7.6	7.1	14.1	2 277.3	84
14	冀红0921反-4-1-3-3-4	64.5	23.2	5.8	40.2	8.1	6.3	20.7	2 227.5	96
15	冀红1105反-5-4-1-2	74.5	21.4	4.4	33.2	8.6	7.8	19.0	2 506.9	96
16	保红201432-8	97.9	20.4	3.2	20.4	7.9	6.6	15.0	2 137.1	94
17	保红201429-8	63.5	19.0	3.4	19.2	8.4	8.1	19.3	2 100.6	96
18	唐红201301-2	91.4	22.6	4.0	29.4	9.5	8.9	16.8	1 850.8	89
19	唐红201509-12	82.3	19.2	4.0	19.2	8.2	7.9	18.5	2 466.4	87
20	同红6号	73.7	19.0	4.0	25.6	8.1	8.5	12.9	2 501.7	89
21	同红7号	78.5	23.4	3.4	37.6	8.3	8.1	13.8	2 423.7	87
22	苏红17-606	62.5	19.2	2.6	29.4	8.8	7.2	17.9	2 556.0	91
23	陇红3号	63.5	18.2	3.2	19.2	7.8	7.5	17.1	2 324.0	102
24	贵红2号	70.5	22.4	4.2	29.2	8.5	9.2	15.0	1 863.0	91
25	贵红3号	84.3	25.6	4.2	24.2	8.4	7.9	13.0	1 645.5	101
26	桂红20-9-1	93.4	19.6	3.6	12.2	6.6	7.2	10.3	2 372.7	101
27	桂红20-21-1	86.7	21.8	2.4	30.8	9.8	8.0	11.3	2 199.0	89
28	保红947(CK)	78.5	22.4	3.6	39.8	9.1	7.5	15.7	2 238.7	89
平均值		70.28	20.23	3.53	27.18	8.37	7.65	14.63	2 201.92	89.86
标准差		14.71	2.42	0.79	8.25	0.88	1.03	3.16	249.65	5.50
变异系数(%)		20.93	11.96	22.37	30.35	10.51	13.46	21.60	11.34	6.12

表3 小豆8个农艺性状的相关性分析

农艺性状	相关系数							
	株高	主茎节数	主茎分枝数	单株荚数	荚长	荚粒数	百粒质量	产量
株高	1.00							
主茎节数	0.47**	1.00						
主茎分枝数	0.23	0.19	1.00					
单株荚数	-0.01	0.38*	0.23	1.00				
荚长	0.14	0.25	0.11	0.26	1.00			
单荚粒数	0.16	0.11	0.12	0.02	0.62**	1.00		
百粒质量	0.08	0.02	0.46*	0.17	0.25	-0.05	1.00	
产量	0.02	-0.18	-0.06	0.17	-0.07	0.02	0.22	1.00

注: \*表示显著相关( $P < 0.05$ ), \*\*表示极显著相关( $P < 0.01$ )。

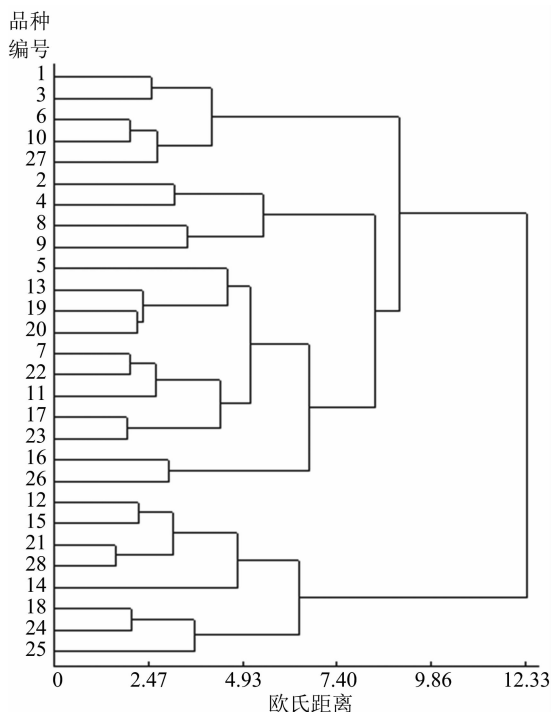


图1 28 个小豆品种资源的聚类分析

表4 28 份小豆种质资源的农艺性状的主成分分析

性状	载荷值				
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>
x <sub>1</sub>	0.591 8	-0.140 1	-0.459 5	0.063 5	0.464 2
x <sub>2</sub>	0.651 2	0.068 4	-0.458 4	-0.455 9	0.083 3
x <sub>3</sub>	0.653 1	-0.290 7	0.173 3	0.111 4	-0.390 5
x <sub>4</sub>	0.432 5	0.236 1	0.361 4	-0.732 1	-0.075 0
x <sub>5</sub>	0.545 9	0.680 2	0.132 2	0.217 4	-0.086 2
x <sub>6</sub>	0.381 6	0.673 5	-0.026 6	0.471 4	0.137 4
x <sub>7</sub>	0.545 8	-0.353 4	0.559 3	0.204 8	-0.168 3
x <sub>8</sub>	0.020 8	-0.111 7	0.641 8	-0.040 2	0.729 2
x <sub>9</sub>	0.434 8	-0.706 3	-0.183 2	0.215 4	0.068 5
特征值	2.318 9	1.717 1	1.358 4	1.119 7	0.971 6
贡献率(%)	25.77	19.07	15.10	12.44	10.79
累计贡献率(%)	25.77	44.84	59.94	72.38	83.17

19.07%，其中产量、荚长、单荚粒数的贡献较大，载荷值分别为 -0.706 3、0.680 2、0.673 5；第3主成分(F<sub>3</sub>)的特征值为 1.358 4，贡献率为 15.10%，其中生育期、百粒质量的贡献较大，载荷值分别为 0.641 8、0.559 3；第4主成分(F<sub>4</sub>)的特征值为 1.119 7，贡献率为 12.44%，其中单株荚数的贡献率最大，载荷值为 -0.732 1；第5主成分(F<sub>5</sub>)的特征值为 0.971 6，贡献率为 10.79%，其中生育期的贡献率最大，载荷值为 0.729 2。

2.4.2 综合评分评价 计算各个品种资源的主成分得分，根据5个主成分的贡献率及其得分，建立综

合评分评价数学模型： $F = (25.77 \times F_1 + 19.07 \times F_2 + 15.10 \times F_3 + 12.44 \times F_4 + 10.79 \times F_5) / 83.17$ ，根据这个模型计算各个资源性状的综合得分，并根据得分对品种的品质进行优良排序，结果见表5，可以看出，唐红 201509 - 12、唐红 201301 - 2、品红 2019 - 3 - 3 - 1 的得分排在前3名，综合性状较好。

## 2.5 灰色关联度分析

灰色关联度除了可以对品种的优劣进行评价<sup>[13-15]</sup>，还可以通过关联系数寻求各个性状之间的关系。把原始数据标准化后，求得关联系数和等权关联度，结果见表6。

由表6可以看出，品种产量、性状之间关联度密切的前4位为主茎分枝数、主茎节数、单荚粒数、百粒质量。

## 3 结论和讨论

衡量一个小豆品种是否优质，除了产量性状外，还要考虑生育期、株高、百粒质量等性状是否符合当地需求。本研究对28个参加国家鉴定的小豆新品种资源进行灰色关联度、主成分分析和聚类分析，结果显示：28个品种的9个农艺性状中，除生育期的变异系数偏小(6.12%)外，其余8个性状的变异系数均大于10%，说明这28个品种的变异较大，表现比较多样，遗传比较丰富，可以作为育种资源加以利用。

通过对除生育期外的8个性状进行相关性分析显示，8个性状间，株高和主茎节数、荚长和单荚粒数呈极显著正相关，单株荚数和主茎节数、百粒质量和主茎分枝数呈显著正相关，其他性状之间没有显著的相关性，可以根据育种目标进行相应选择。

用欧氏距离、离差平方和法进行聚类分析，在欧氏距离为6.6370时，28个资源可以分为四大类：第1类有5个品种，性状表现为荚长较长、产量较高；第2类有4个品种，性状表现为株高中等、百粒质量较小；第3类有11个品种，性状表现为产量较高；第4类有8个品种，性状表现为株高较高、主茎节数较多、主茎分枝数较多、荚长较长。这些资源可以作为目标性育种的亲本进行选择。

根据对小豆品种的主成分分析综合评价，唐红 201509 - 12、唐红 201301 - 2、品红 2019 - 3 - 3 - 1 的得分排在前3名，综合性状较好。适宜在当地种植和推广。

根据灰色关联度分析，品种产量和性状之间关

表5 28份小豆种质资源的综合评分

小豆品种	主成分得分					综合得分	排序
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>		
龙11-203	-1.169 0	1.618 9	-2.023 0	-0.081 4	-0.644 5	-0.454 1	21
龙11-805	-0.861 4	-1.319 9	0.928 3	0.460 1	-1.456 3	-0.521 1	25
H1016	-1.118 6	0.629 4	-1.262 0	-0.159 2	-0.122 5	-0.471 1	22
H1007	-0.847 3	-1.512 9	0.177 5	1.359 1	-2.462 3	-0.693 4	27
182-320	-2.365 9	0.216 3	-0.517 5	1.105 8	1.025 7	-0.479 0	23
195-609	0.751 7	1.248 9	-0.825 3	0.654 0	0.225 9	0.496 6	5
辽红08704-05	-1.015 9	0.049 1	0.397 5	-0.239 8	-0.081 2	-0.277 7	20
辽红08706-12	-0.782 8	-1.810 5	-1.228 5	-2.388 6	0.606 6	-1.159 3	28
赤红3号	0.120 8	-2.308 6	-0.868 5	-0.150 2	0.545 8	-0.601 2	26
品红2020-21-12-8-11	0.308 3	0.567 6	-0.102 6	-0.214 4	-0.515 3	0.108 1	14
品红2020-4-7-2	-0.853 7	1.389 0	1.533 8	0.293 1	0.705 6	0.467 8	6
品红2019-3-3-1	1.039 5	0.641 0	1.030 4	-0.758 0	0.294 3	0.580 9	3
品红2019-22-14-12	0.665 9	-0.828 7	-0.087 3	1.163 1	0.327 5	0.216 9	12
冀红0921反-4-1-3-3-4	-0.539 5	-1.177 0	1.321 5	-1.779 2	-0.230 2	-0.493 1	24
冀红1105反-5-4-1-2	0.019 1	0.196 1	0.904 5	-0.645 2	1.132 8	0.265 6	8
保红201432-8	2.023 8	-1.070 6	0.473 8	0.849 2	-0.246 7	0.562 6	4
保红201429-8	-0.729 3	0.459 9	1.276 0	1.053 0	-0.366 1	0.221 1	11
唐红201301-2	1.360 5	1.147 9	0.690 0	-0.190 9	-1.372 1	0.603 5	2
唐红201509-12	1.064 3	-0.031 1	0.957 3	1.186 4	0.986 9	0.801 9	1
同红6号	0.132 2	0.473 0	-1.035 3	0.478 1	1.394 5	0.213 9	13
同红7号	0.640 4	0.154 6	-0.697 3	-1.507 2	0.909 7	-0.000 1	17
苏红17-606	-0.522 7	-0.009 8	1.401 0	-0.182 3	1.235 9	0.223 2	10
陇红3号	-0.919 9	-0.091 6	0.527 7	1.078 3	0.626 3	0.032 3	16
贵红2号	-0.264 8	1.084 8	-0.608 7	-0.370 1	-1.146 5	-0.147 9	18
贵红3号	0.719 6	0.289 7	-0.840 0	-0.587 1	-2.291 3	-0.248 2	19
桂红20-9-1	1.419 5	-0.976 7	-1.901 8	1.666 4	0.996 2	0.249 1	9
桂红20-21-1	1.187 8	0.900 2	-0.160 9	-0.592 1	-0.121 9	0.440 9	7
保红947(CK)	0.537 3	0.071 0	0.539 3	-1.501 0	0.043 1	0.061 8	15

联度密切的前4位为主茎分枝、主茎节数、单荚粒数、百粒质量;根据相关性分析,产量和田间性状的相关性排序前4位为单荚粒数、主茎分枝数、株高、主茎节数。结合2种分析结果,主茎分枝数、主茎节数、单荚粒数和小豆产量有密切的关系,可作为小豆育种研究的选种依据。

本研究选取2021年、2022年的平均数据加以分析,结果和前人的研究结果<sup>[5,9-11]</sup>基本一致,有个别性状的表现有差异,可能和品种的地域表现或者试验当年的气候及生产条件有关,需要做进一步的研究加以验证。

大田种植小豆情况下,除了要选择优良品种外,栽培方法和病虫害防治同样重要。在选育和选

择优良品种的同时,还要研究和品种配套的栽培模式及其病虫害的防治方法。三者相辅相成,促进小豆产业更快更好地发展。

#### 参考文献:

- [1]徐宁,王明海,包淑英,等.小豆种质资源、育种及遗传研究进展[J].植物学报,2013,48(6):676-683.
- [2]田静.小豆生产技术[M].北京:北京教育出版社,2016.
- [3]李洪.我国小宗粮豆产业发展探讨[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [4]韩听儒,宋莉莉.我国绿豆、小豆生产特征及产业发展趋势[J].中国农业科技导报,2019,21(8):1-10.
- [5]姜翠棉,徐东旭,高运青,等.小豆品种资源的灰色关联度分析与综合评价[J].河北农业科学,2014,18(2):25-28.
- [6]薛晨晨,李春,张炯,等.江苏省小豆地方品种资源农艺性状

表6 产量和其他性状的关联系数

品种编号	关联系数							
	株高	主茎节数	主茎分枝数	单株荚数	荚长	荚粒数	百粒质量	生育期
1	0.666 9	0.663 8	0.814 1	0.815 3	0.644 5	0.566 6	0.556 0	0.687 5
2	0.921 4	0.799 2	0.892 3	0.708 9	0.779 4	1.000 0	0.571 2	0.869 7
3	0.810 3	0.991 7	0.764 4	0.726 5	0.931 8	0.599 2	0.797 7	0.794 9
4	0.661 7	0.720 7	0.416 1	0.696 1	0.561 5	0.848 4	0.581 4	0.558 8
5	0.481 3	0.389 1	0.971 5	0.874 6	0.678 9	0.998 4	0.741 2	0.683 0
6	0.802 7	0.846 4	0.994 4	0.840 3	0.777 1	0.610 4	0.720 8	0.599 5
7	0.606 4	0.929 6	0.657 4	0.823 0	0.904 8	0.743 9	0.866 4	0.849 4
8	0.666 8	0.972 2	0.736 4	0.509 1	0.548 7	0.543 0	0.608 2	0.712 2
9	0.660 7	0.858 9	0.513 4	0.642 7	0.431 7	0.447 0	0.585 2	0.649 4
10	0.676 0	0.879 9	0.821 7	0.631 1	0.583 4	0.672 7	0.957 4	0.945 9
11	0.541 4	0.603 4	0.701 1	0.630 8	0.763 9	0.877 0	0.941 7	0.650 8
12	0.764 0	0.974 9	0.705 6	0.763 4	0.695 4	0.994 6	0.812 4	0.797 4
13	0.996 6	0.663 4	0.829 9	0.634 4	0.654 9	0.730 6	0.828 5	0.621 5
14	0.820 6	0.666 3	0.446 3	0.603 0	0.846 4	0.615 0	0.551 6	0.689 2
15	0.706 4	0.753 5	0.953 1	0.821 8	0.700 8	0.676 8	0.934 6	0.958 1
16	0.511 8	0.873 6	0.937 4	0.800 9	0.891 5	0.749 8	0.857 9	0.689 5
17	0.979 2	0.959 5	0.904 6	0.801 1	0.838 2	0.727 3	0.542 9	0.595 7
18	0.440 5	0.484 1	0.527 8	0.572 2	0.453 6	0.460 8	0.516 7	0.642 3
19	0.904 7	0.601 8	0.830 8	0.525 0	0.641 4	0.734 5	0.933 1	0.586 8
20	0.699 0	0.567 5	0.789 2	0.617 1	0.597 5	0.858 5	0.561 7	0.623 2
21	0.873 8	0.843 4	0.681 3	0.858 5	0.698 7	0.834 6	0.661 2	0.614 5
22	0.535 0	0.548 7	0.463 1	0.661 6	0.707 9	0.547 8	0.856 5	0.649 7
23	0.703 1	0.628 4	0.713 1	0.606 3	0.663 0	0.781 8	0.886 2	0.566 1
24	0.620 5	0.498 3	0.503 5	0.583 2	0.598 5	0.438 9	0.603 2	0.588 9
25	0.412 8	0.334 5	0.420 8	0.545 4	0.497 5	0.475 0	0.566 9	0.344 5
26	0.717 3	0.704 5	0.792 0	0.472 4	0.452 4	0.668 2	0.521 4	0.625 9
27	0.665 9	0.773 6	0.612 7	0.834 3	0.576 9	0.865 8	0.683 0	0.942 4
28	0.846 9	0.750 4	0.978 4	0.618 7	0.767 1	0.888 1	0.923 6	0.883 1
等权关联度	0.703 3	0.724 3	0.727 6	0.686 4	0.674 5	0.712 7	0.720 3	0.693 6

注:最小差值  $\Delta_{\min} = 0.007\ 62$ ,最大差值  $\Delta_{\max} = 4.447\ 70$ 。

研究[J]. 浙江农业科学,2018,59(10):1770-1773.

- [7] 韩粉霞,李桂英,李新美. 小豆主要农艺性状的相关分析[J]. 中国农学通报,1997,13(6):53-54.
- [8] 张盼盼,任志元,李鑫,等. 20个小豆品种在榆林地区的农艺性状表现及产量比较[J]. 榆林学院学报,2020,30(6):20-26.
- [9] 周桂梅,刘振兴,陈健,等. 小豆品种形态特征研究及综合评价[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(5):1144-1149.
- [10] 王晓磊,康泽然,魏云山,等. 20份小豆种质资源农艺性状鉴定与综合评价[J]. 江苏农业科学,2023,51(2):98-104.
- [11] 高运青,李姝彤,郑丽珍,等. 小豆种质资源鉴定与评价[J]. 耕

作与栽培,2021,41(3):45-48.

- [12] 程须珍,王素华,王丽侠,等. 小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.
- [13] 蒋自可,王淑君,解慧芳,等. 基于灰色关联度和聚类分析的谷子品种(系)综合评价与筛选[J]. 农业科技通讯,2023(1):27-30,35.
- [14] 姜敏,饶庆琳,胡廷会,等. 贵州花生产量与农艺性状灰色关联度分析[J]. 贵州农业科学,2021,49(11):41-46.
- [15] 孙强,秦明,张云玲,等. 哈密地区9个青贮玉米品种的灰色关联度分析与综合评价[J]. 安徽农业科学,2021,49(9):42-44,47.