

# 南方大豆高含硫氨基酸 资源筛选指标的探讨\*

杨 德 盖钧镒 马育华

(南京农业大学大豆研究所、南京 210014)

## 摘 要

采用南方 3769 份夏大豆地方品种按省分层随机抽样所得 143 份材料在南京两年三重复试验结果,按三个优蛋白(胱氨酸组分、甲硫氨酸组分、含硫氨基酸组分)性状值高低,划分出相应的三个蛋白特异群体及地方群体。判别分析得到,高胱氨酸、高甲硫氨酸、高含硫氨基酸等三个特异群体由农艺性状构成的 19 个简易判别函数中,有 17 个与经济系数或粒茎比有关。三个优蛋白性状与经济系数或高粒茎比密切相关。选择高经济系数或高粒茎比后,胱氨酸组分及含硫氨基酸组分间接地显著相对提高 5~7%,甲硫氨酸组分略有增加。由此建议高经济系数或高粒茎比,可作为优蛋白资源的田间筛选指标。在资源评价中可考虑经济系数或粒茎比作为鉴定指标之一。

**关键词** 大豆;资源筛选;含硫氨基酸组分;经济系数;判别分析

大豆乃人类的重要植物蛋白源,其品质受到蛋白质和脂肪的数量与质量影响。由于蛋白质中甲硫氨酸组分较低,氨基酸分数仅为 74%<sup>[1]</sup>。甲硫氨酸成为大豆中第一限制性氨基酸。目前氨基酸分析耗资费时,蛋白质改良由此受到制约而进展缓慢<sup>[12]</sup>。种资鉴定虽然已在展开<sup>[6~11]</sup>,并发现栽培大豆内含硫氨基酸存在广泛的遗传变异<sup>[5,9]</sup>,由于氨基酸测定的离子交换色谱分析法成本较高,一些学者对含硫氨基酸的筛选指标及方法进行了研究,如测定总硫量估计含硫氨基酸含量,然而此方法尚不足<sup>[11]</sup>。Radford 发现采用硫氮比值(S/N)较好<sup>[12]</sup>。因此 Maranville 等提出了使用能量分散 X 射线荧光光谱法(EDXRF)测定总硫量后采用 S/N 指标来筛选高含硫氨基酸组分材料的方法<sup>[13]</sup>。但是对于高含硫氨基酸材料筛选的田间农艺指标及方法作者迄今未见报道。鉴于此,在对南方地方品种群体的遗传分析基础上<sup>[5]</sup>,本文进行了优蛋白特异(高胱氨酸、高甲硫氨酸、高含硫氨基酸)群体与地方群体间农艺性状的简易判别分析,旨在探讨优蛋白资源的简易农艺筛选指标,并分

\* 国家自然科学基金资助项目。

本文于 1992 年 4 月 17 日收到。 This paper was received on April 17, 1992.

析其筛选指标在品质及农艺性状上的间接影响,为优蛋白资源筛选提供新的途径。

## 材料与方 法

### 一、供试材料与试验方法

143份材料乃采用按省分层随机抽样方法,由本所保存的南方13省3769份夏大豆地方品种抽样而得,并组成南方地方品种群体。两年试验均采用随机区组设计,三次重复<sup>[3]</sup>,测定性状及序号为:1.生育前期;2.生育后期;3.生育期;4.粒茎比;5.倒伏性;6.单株粒重;7.单株秆重;8.小区产量;9.百粒重;10.株高;11.结荚高度;12.分枝数;13.主茎节数;14.一粒荚数;15.二粒荚数;16.三粒荚数;17.单株荚数;18.每节荚数;19.单株粒数;20.每荚粒数;21.茎粗;22.蛋白质含量;23.脂肪含量;24.蛋脂总含量;25.经济系数;26.蛋白质产量;27.脂肪产量;28.胱氨酸组分(g/16gN);29.甲硫氨酸组分(g/16gN);30.含硫氨基酸组分(g/16gN)。

### 二、主要统计方法

#### (一)特异群体的构成

构成某性状特异群体时,首先将143个品种两年平均值按该性状大小排序,尔后采用Duncan氏多重比较方法<sup>[3]</sup>,将各品种依次与具有此性状极大值品种比较。当差异显著时即为截断点,由前面数个高值品种组成该性状的特异群体,并将其余品种组成地方群体以供判别分析用。共组成5个性状的特异群体,即高胱氨酸;高甲硫氨酸;高含硫氨基酸;高粒茎比;高经济系数特异群体。

#### (二)判别分析

按常用方法对3个优蛋白特异群体及相应地方群体进行判别分析,建立单指标或双指标构成简易判别函数,对样品所属群体进行回报以检验判别效果,并进行Wilks统计量的显著性检验<sup>[3]</sup>。

#### (三)群体间平均数比较

两群体间平均数比较,采用方差不等时的t测验。当进行平均数相对比较时,在t测验差异显著后,设一群体某性状平均值为 $X_1$ ,而地方群体为对照群体,其相应性状平均值为 $X_2$ ,则相对比较百分率(RC%)为: $RC(\%) = (X_1 - X_2) / X_2 \times 100\%$

地方群体的平均数、遗传力、相关遗传力<sup>[4]</sup>、遗传相关系数、简单相关系数估计均采用两年一地试验资料按一般方法进行<sup>[2,5]</sup>

## 结果分析与讨论

### 一、高胱氨酸群体判别分析

由24个农艺性状及蛋白、脂肪、蛋脂含量三个品质性状,分别构成对高胱氨酸组分特异群体的27个单指标判别函数的分析结果(略)表明,生育后期、粒茎比、单株粒重、单株秆重、分枝数、经济系数、脂肪含量、产量、蛋白产量对高胱氨酸群体的判别效果均大于

65%。但生育后期、单株秆重、分枝数、脂肪含量对地方群体判别能力较低,此4个性状相应的显著性测验均不显著。而粒茎比、单株粒重、经济系数、产量、蛋白产量均达显著水平。由上述9个性状上取2个组合构成36个双指标判别函数来看,性状组合以生育后期与经济系数;粒茎比与分枝数;单株秆重与经济系数;分枝数与经济系数;产量与蛋白产量等均具有较好的判别效果且达到显著水平(5%)。但是产量及蛋白产量属产量指标,不适宜作筛选指标。据此选入7个判别函数(表1中disc1-7)。在3个单指标判别及4个双指标判

表1 南方大豆品质特异群体的简易判别函数

Table 1 Simple functions of discriminating Special Land Race Population (SLRPs) from Land Race Population (LRP) of soybean in Southern China

特异群体 SLRPs		判别函数方程 Discriminant function equations	判别效果(%) Predicted results in classifications		显著性测验 Tests of significance	
名称 Names	样本数 No.		特异群体 SLRP	地方群体 LRP	$\Lambda$ ②	P
高胱氨酸 群 体 High cys. land race population	20	disc1: $y = -3.58 + 4.71x_4$ ①	65.0	64.2	0.9406	0.0034
		disc2: $y = -3.11 + 0.08x_6$	65.0	66.7	0.9618	0.0193
		disc3: $y = -5.82 + 0.14x_{25}$	70.0	56.9	0.9444	0.0046
		disc4: $y = -9.05 + 0.04x_2 + 0.16x_{25}$	75.0	56.1	0.9403	0.0134
		disc5: $y = -5.66 + 4.78x_4 + 0.53x_{12}$	75.0	66.7	0.9269	0.0049
		disc6: $y = -7.08 + 0.01x_7 + 0.16x_{25}$	80.0	56.1	0.9245	0.0158
		disc7: $y = -7.69 + 0.49x_{12} + 0.14x_{25}$	80.0	61.0	0.9337	0.0082
高甲硫氨 基酸群体 High met. land race population	24	disc8: $y = -8.10 + 0.13x_1$	66.7	57.1	0.9640	0.0232
		disc9: $y = -9.38 + 0.07x_3$	66.7	59.7	0.9604	0.0171
		disc10: $y = -3.58 + 4.71x_4$	66.7	64.7	0.9402	0.0032
		disc11: $y = -5.83 + 0.14x_{25}$	79.2	57.1	0.9410	0.0035
		disc12: $y = -0.81 - 0.03x_1 + 3.87x_4$	79.2	63.0	0.9375	0.0109
		disc13: $y = -2.58 - 0.03x_1 + 0.12x_{25}$	83.3	58.0	0.9383	0.0116
		disc14: $y = -1.57 - 0.02x_3 + 0.11x_{25}$	83.3	58.8	0.9373	0.0108
		disc15: $y = -4.55 + 2.81x_4 + 0.06x_{25}$	79.2	63.9	0.9393	0.0125
		disc16: $y = -5.65 - 0.002x_7 + 0.14x_{25}$	79.2	57.1	0.9411	0.0142
		disc17: $y = -6.71 + 1.34x_{21} + 0.15x_{25}$	79.2	56.3	0.9407	0.0138
高含硫氨 基酸群体 High SAA land race population	21	$y = -3.50 + 4.61x_4$	61.9	59.8	0.9807	0.0984
		$y = -5.72 + 0.14x_{25}$	76.2	49.2	0.9790	0.0840

注:①、 $\Lambda$ , wilks 统计量。

②.  $x_1$ , 生育前期;  $x_2$ , 生育后期;  $x_3$ , 生育期;  $x_4$ , 粒茎比;  $x_6$ , 单株粒重;  $x_7$ , 单株秆重;  $x_{12}$ , 分枝数;  $x_{21}$ , 茎粗;  $x_{25}$ , 经济系数。

Notes: ①、 $\Lambda$ , wilks' statistics.

②.  $x_1$ , days to flowering;  $x_2$ , days from flowering to maturity;  $x_3$ , days of growth;  $x_4$ , seed to stem ratio;  $x_6$ , seed weight per plant;  $x_7$ , stem weight per plant;  $x_{12}$ , branches on main stem;  $x_{21}$ , main stem diameter;  $x_{25}$ , economic coefficient.

别中,对于高胱氨酸的选择方向是:disc1,高粒茎比;disc2,高单株粒重;disc3,高经济系

数;disc4, 长生育后期及高经济系数;disc5, 高粒茎比及多分枝;disc6, 高单株秆重及高经济系数;disc7, 多分枝及高经济系数。显然, 7 个判别函数选择指标多与高粒茎比及高经济系数有关。

## 二、高甲硫氨酸群体判别分析

由 27 个农艺和品质性状分别构成对高甲硫氨酸组分特异群体的 27 个单指标判别函数(略)来看, 生育前期、生育期、粒茎比、单株秆重、茎粗、经济系数对高甲硫氨酸群体的判别能力均高于 62.0%, 但单株秆重、茎粗对地方群体判别能力较低, 故未达显著水平, 其余 4 个均达显著水平(5%)。由此 6 个性状中取 2 个组合构成 15 个双指标判别函数来看, 性状组合有 4 对达显著水平(5%), 对高甲硫及地方群体的判别能力均高。据此选入了 10 个判别函数(表 1 中 disc 8—17)。它们对高甲硫氨酸群体的选择方向为: disc 8, 短生育前期; disc 9, 短生育期; disc 10, 高粒茎比; disc 11, 高经济系数; disc 12, 短生育前期及高粒茎比; disc 13, 短生育前期及高经济系数; disc 14, 短生育期及高经济系数; disc 15, 高粒茎比及高经济系数; disc 16, 低单株秆重及高经济系数; disc 17, 粗茎及高经济系数。显然这 10 个判别函数与高胱氨酸群体的 7 个判别函数类似, 选择指标多与高粒茎比及高经济系数有关。

## 三、高含硫氨基酸群体判别分析

由 27 个农艺及品质性状分别构成对高含硫氨基酸组分特异群体的 27 个单指标判别函数(略)来看, 生育后期、生育期、粒茎比、倒伏性、单株秆重、脂肪含量、经济系数对高含硫氨基酸群体判别能力均高于 61%, 但对地方群体判别能力均低。在显著性测验中, 除粒茎比及经济系数的概率分别为 0.0984 及 0.0840 外, 其它 5 个均大于 10%, 故此 7 个均未达到显著水平(5%)。由此 7 个性状中取 2 个组合构成 21 个双指标判别函数也均未达到显著水平(5%)。因此未提出筛选的判别函数, 但供参考起见, 表 1 中也附上了粒茎比及经济系数两个单指标的相应判别函数, 它们对高含硫氨基酸群体的选择方向分别为高粒茎比及高经济系数。

## 四、选择经济系数或粒茎比对胱氨酸、甲硫氨酸、含硫氨基酸组分的相关选择效果

由前述可知, 优蛋白(高胱、高甲硫、高含硫)资源的判别指标多与高经济系数或高粒茎比有关, 因此初步考虑此两性状可作为筛选优蛋白源的指标, 并进一步分析间接选择中相应的预期相关选择响应。在地方群体中, 从经济系数来看, 它与胱、甲硫、含硫的遗传相关分别为 0.6239、0.9419、0.9009; 相关遗传力分别为 0.3296、0.3556、0.4227; 由此估计出选择高经济系数后在胱、甲硫、含硫三性状上预期相关选择响应分别为 4.79%, 11.85%, 7.64%。从粒茎比来看, 它与胱、甲硫、含硫的遗传相关分别为 0.6874、0.8563、0.8840, 相关遗传力分别为 0.3602、0.3209、0.4115。选择高粒茎比后在此三性状上预期相关选择响应分别为 5.65%, 11.53%, 8.03%。与其它性状相比, 在与胱、甲硫、含硫三性状间相关程度、预期相关选择响应等方面, 经济系数及粒茎比乃居 24 个农艺性状之冠。

现对地方群体直接进行高经济系数或高粒茎比选择, 分别得到 19 个或 14 个地方品种组成的高经济系数或高粒茎比特异群体, 并与地方群体进行平均数相对比较, 由此可以从一个方面近似估计选择经济系数或粒茎比后在胱、甲硫、含硫上的相关选择效果(表 2), 选择高经济系数后, 胱氨酸组分由地方群体平均值 1.4286g/16gN<sup>[5]</sup>增到高经济系数

特异群体平均值 1.504g/16gN, 显著相对增加 5.28%; 含硫氨基酸组分由 2.4004g/16gN<sup>[5]</sup>增至 2.528g/16gN, 显著相对增加 5.32%; 甲硫氨酸组分由 0.9719g/16gN<sup>[5]</sup>增至 1.024g/16gN, 相对增加 5.36%, 但未达显著水平, 从高经济系数群体与地方群体在经济系数及其它性状间平均数相对比较来看, 选择高经济系数后, 经济系数显著相对增加 23.8%, 直接选择效果显著; 并且生育期(-8.6%), 粒茎比(45.9%), 倒伏性(-22.2%), 产量(18.8%), 株高(-21.0%), 脂肪含量(2.6%)也相对显著改善, 但蛋白质含量降低(-2.4%); 另外单株粒重、三粒荚数、单株荚数、每节荚数、单株粒数显著增加, 单株秆重、结荚高度、分枝数、节数、茎粗显著减少, 只有百粒重、蛋脂总含量、一粒、二粒荚数未产生显著变化。显然, 选择经济系数后在大多数农艺性状上间接效果良好。从高粒茎比特异群体与地方群体平均数相对比较来看, 选择高粒茎比后, 胱氨酸组分由 1.4286g/16gN<sup>[5]</sup>增至 1.537g/16gN, 显著相对增加 7.59%; 含硫氨基酸组分增至 2.5728g/16gN, 显著相对增加 7.18%; 甲硫氨酸组分增至 1.035g/16gN, 相对增加 6.49%, 但未达显著水平, 选择高粒茎比后, 本性状显著相对增加 51.3%, 并且生育期(-7.8%), 倒伏性(-31.3%), 产量(20.4%), 株高(-21.7%), 脂肪含量(3.6%)也相对显著改善, 但蛋白质含量降低(-2.4%); 在其余性状上与选择高经济系数的效果完全一致。显然, 选择高粒茎比后在大多数性状上间接选择效果也是良好的。

表 2 南方大豆高经济系数群体和高粒茎比群体与地方群体间性状平均数的比较

Table 2 The trait mean comparisons between High Economic Coefficient Land Race Population (HECLRP) and Land Race Population (LRP) and between High Seed-to-Stem Ratio Land Race Population (HSSRLRP) and LRP of soybean in Southern China

性 状 Traits	群 体 Populations			
	高经济系数群体 HECLRP		高粒茎比群体 HSSRLRP	
	平 均 数 Means (g/16gN)	相对比较 2) Relative comparisons (%)	平 均 数 Means (g/16gN)	相对比较 Relative comparisons (%)
胱氨酸组分 Cystine acid	1.504**1)	5.3	1.537***	7.6
甲硫氨酸组分 Methionine acid	1.024	5.4	1.035	6.5
含硫氨基酸组分 Cyst. + Meth	2.528*	5.3	2.573**	7.2

注: 1) \* 表示 t 测验显著性, 其对照群体为地方群体, \*, \*\*, \*\*\* 分别表示 5%、1%、0.1% 的显著水平。

2) 相对比较百分率为  $(x_1 - x_2) / x_2 \times 100$ , 其中  $x_1$  为高经济系数或高粒茎比群体,  $x_2$  为地方群体平均数。

Notes: 1). \*, \*\*, \*\*\* significantly difference of t test at the 0.05, 0.01 and 0.001 probability levels, respectively.

2. The relative comparisons RC(%) =  $(x_1 - x_2) / x_2 \times 100\%$ , where  $x_1$  is the mean of HECLRP or HSSRLRP,  $x_2$  is the mean of LRP.

综上所述, 在中国南方大豆品种资源中将高经济系数或高粒茎比作为优蛋白资源的初步筛选指标, 既可以间接地提高胱、甲硫、含硫氨基酸组分, 又有利于大多数农艺性状的

改善。

## 结 论

通过本研究可以得到以下初步结论:在南方大豆地方品种群体中,

1. 由农艺性状组成的优蛋白(高胱氨酸组分、高甲硫氨酸组分、高含硫氨基酸组分)特异群体的简易判别函数,大多数与高经济系数或高粒茎比有关。

2. 选择高经济系数或高粒茎比后,在胱氨酸组分、甲硫氨酸组分、含硫氨基酸组分上可获得较高的预期相关选择响应,相对提高 4.79~11.85%。

3. 选择高经济系数或高粒茎比后在胱氨酸组分、甲硫氨酸组分、含硫氨基酸组分上间接选择估计效果明显,相对提高 5.28%~7.59%;粒茎比及经济系数显著提高;在大多数性状(如产量、生育期、倒伏性、株高、脂肪含量)上相关变化良好,但蛋白质含量明显降低。

4. 建议高经济系数或高粒茎比可作为大豆资源材料优蛋白资源(高胱氨酸组分、高甲硫氨酸组分、高含硫氨基酸组分)的农艺筛选指标。大豆资源评价中应将经济系数或粒茎比作为鉴定指标之一。

## 参 考 文 献

- [1] 天津轻工业学院、无锡轻工业学院,1981,食品生物化学,轻工业出版社,342~343
- [2] 马育华,1982,试验统计,农业出版社,
- [3] 张尧庭、方开泰,1982,多元统计分析引论,科学出版社
- [4] 戴君惕等,1983,遗传学报,10:375~383
- [5] 杨德、盖钧镒、马育华,1990,大豆科学,8(1):11~20
- [6] 徐豹等,1988,大豆科学,7(3):175~184
- [7] 徐豹等,1984,大豆科学,3(4):327~331
- [8] 吕景良等,1988,大豆科学,7(3):193~201
- [9] 平春板等,1976,日作纪,45(3):381~393
- [10] 福井重郎等,1972,育种学杂志,22(4):197~202
- [11] Sarwar, G et al., 1983, J. Food Sci 48:526~531
- [12] Radford, R. L. et al., 1977, Crop Sci 17:273~277
- [13] Maranville, J. W. et al., 1984, Crop Sci 24: 303~305

THE TRAITS USED IN SCREENING FOR SOYBEAN  
GERMPLASM WITH HIGH SU—SULFUR—CONTAINING AMINO ACID  
COMPOSITION IO SEED PROTEIN IN SOUTHERN CHINA

Yang De Gai Jinyi Ma Yuhua

(*Soybean Research Institute Nanjing Agricultural University, Nanjing 210014*)

Abstract

The southern land race population (LRP) was represented by 143 accessions which were sampled with stratified random sampling method from a collection of 3769 soybean indigenous cultivars preserved at Soybean Research Institute, Nanjing Agricultural University. Three superior protein quality populations were composed of 20 cultivars with high cystine acid composition in protein, 24 cultivars with high methionine acid composition in protein, 21 cultivars with high sulfur—containing amino acid (cys. + met.) composition in protein, in LRP respectively. The simple discriminant functions (discl—17) were chosen by means of discriminant analysis between LRP and 3 populations with superior protein quality. Two traits, economic coefficient (EC) and seed—to—stem ratio (SSR), were appeared on many occasions in the discriminant functions. The simple, phenotypic, genetic correlation coefficient and correlative heretability between one of two traits (EC, SSR) and one of 3 amion acids (cys., met., SAA) were positive and high. The cystine acid and SAA composition of the cultivars, which had been chosen high EC or high SSR cultivars in LRP, were increased by 5—7% significantly, meanwhile, the methionine acid composition of them was increased slightly. The results suggest that the high economic coefficient or seed—to—stem ratio may ba used for screening indigenous cultivars with high sulfur—containing amino acid composition in Southern indigenous germplasm.

**Key words** Soybean; Screening germplasm; Sulfur—containing amino acid; Economic coefficient; Discriminant analysis