

# 大豆种子贮存蛋白组成及其相关分析\*

周新安\* 盖钧镒 马育华

(南京农业大学大豆研究所)

## 摘 要

1988年选用14个,1989年选用15个蛋白质含量差异较大的主要为江淮地区的大豆品种,进行随机区组试验。大豆种子中球蛋白、清蛋白、醇溶谷蛋白以及谷蛋白的品种间平均分别为28.56%、7.50%、1.81%和5.71%,品种间变幅分别为6.08%、10.25%、1.03%和6.51%。清蛋白含量与全蛋白含量,谷蛋白含量与全蛋白含量之间显著正相关,清蛋白含量对种子全蛋白含量品种间差异的相对贡献最大,而球蛋白含量对品种间全蛋白含量差异的相对贡献最小。球蛋白含量与株高、分枝数和单株粒重存在显著的正相关;但株高和清蛋白含量、单株荚数及单株粒数和谷蛋白含量有显著负相关。

**关键词** 大豆;种子贮存蛋白;相关

大豆种子贮存蛋白是人类蛋白食物的主要来源之一。本文目的在于探究大豆品种间种子贮存蛋白各组分含量的差异及其与全蛋白含量及一些农艺性状间的关系,为改良大豆品质,特别是大豆蛋白质制品如豆腐豆浆等的加工品质提供依据。

## 材 料 与 方 法

在杨德(1990)等研究的基础上,选用主要为江淮地区的16个蛋白质含量不同的品种,其中有5个含量超过46%的高蛋白品种(崇明铁梗豆,科丰一号,长汀高脚红花青,徐豆104和沔阳牛嘴桩),8个含量为42~45%的中蛋白品种(南农73-932,苏协一号,淮豆2号,江浦兔子眼,关青豆,87C-38,87C-39和高脚猴儿背)和3个含量低于39%的低蛋白品种(新沂花脸茶豆,多枝176和沔阳白果园)。试验在南京农业大学卫岗试验站进

\* 现在中国农业科学院油料作物研究所工作。

本文于1991年9月10收到。 This paper was received on Sep. 10, 1991.

行,采用随机区组设计,1988年用14个品种三次重复,1989年用15个品种两次重复,5行区,行长3m,行距0.4m,株距0.1m,于每年6月下旬播种,田间管理与一般大田生产相似,收获时每小区取10株,进行室内考种,考察的性状包括:株高、单株荚数,百粒重和单株粒重等农艺性状。

贮存蛋白各组分的测定方法如下:将大豆种子在70℃恒温下干燥至恒重,磨成粉末,过80目筛,称取一定量的样本,分别加入有关提取剂,连续提取大豆种子贮存蛋白各组分。球蛋白和清蛋白的提取用改进的Osborne方法(Wolf,1959),即加磷酸缓冲液(0.035 M 磷酸盐缓冲液,0.4 M NaCl,0.01 M  $\beta$ -巯基乙醇,pH7.6),振荡后离心取上清液,连续二次。上清液用透析法分离清蛋白和球蛋白(John,1984)。加70%乙醇提取醇溶谷蛋白;加0.4%NaOH提取谷蛋白(Wolf,1959)。全蛋白含量和贮存蛋白各组分含量用改良双缩脲法测定。(张龙翔,1981)。

对所获得的试验数据进行方差分析,相关分析(马育华,1982)和通径分析(高之仁,1986)。

## 结果与分析

### 1. 大豆品种间种子贮存蛋白各组分含量的差异

1988年14个,1989年15个大豆品种种子贮存蛋白的四种组分(球蛋白,清蛋白,谷蛋白和醇溶谷蛋白)、水溶性蛋白(球蛋白和清蛋白二者之和)和全蛋白含量的品种间差异都达到显著或极显著水平。综合两年试验结果,大豆种子全蛋白和贮存蛋白各组分含量及其变异列于表1。大豆种子全蛋白品种间平均占种子干重的44.19%,其中种子干重的28.46%为球蛋白,占全蛋白的65.43(%);5.71%为谷蛋白,占全蛋白的12.91(%);7.5%为清蛋白,占全蛋白17.27(%);1.81%为醇溶谷蛋白,约占全蛋白的4.39(%)。因此,在大豆种子贮存蛋白中,球蛋白含量最高,清蛋白含量次之,谷蛋白含量又低于清蛋白含量,而醇溶谷蛋白含量最低;以球蛋白和清蛋白两者合计的水溶性蛋白约占全蛋白的82.70%。

表1还说明,贮存蛋白各组分含量在品种间存在较大的变异,其中又以清蛋白含量的变异最大。在16个品种中,清蛋白含量最低只有3.10%,最高达13.35%,变幅约10.25%,接近全蛋白含量的变幅(11.77%),其品种间变异系数是四种组分中最高的(35.33%)。谷蛋白含量的变异仅次于清蛋白,变幅为6.51%,变异系数为30.30%;球蛋白含量是四种组分中最高的,品种间也存在较大变异,变幅为6.08%,变异系数为6.15%;醇溶谷蛋白的变幅仅1.03%,但变异系数为16.67%。此外,水溶性蛋白含量在品种间的变幅为7.90%,它与球蛋白含量的变幅相近而小于清蛋白含量的变幅。

### 2. 大豆种子贮存蛋白各组分含量与种子全蛋白含量的相关和通径分析

表2列出了根据各品种的各个性状平均数估算的全蛋白含量和贮存蛋白各组分含量相互间的相关系数。在大豆种子贮存蛋白的四种组分中,清蛋白含量与全蛋白含量之间存在极显著正相关( $r=0.72^{**}$ ),谷蛋白含量与全蛋白含量之间的相关达到显著水平( $r=$

0.56<sup>\*</sup>)。此外,清蛋白含量与水溶性蛋白含量也存在极显著的正相关( $r=0.81^{**}$ )。

表 1 大豆种子贮存蛋白的组成及其变异

Table 1 The components and variations of seed storage protein of soybean

性 状 Trait	平 均 Mean		变 幅 Range	标 准 差 S	变 异 系 数 CV%
	占种子干重(%) To dry seed weight	占全蛋白(%) To total protein			
全 蛋 白 Total protein	44.19	—	37.21~48.98	3.17	7.17
水溶性蛋白 Water-soluble protein	35.96	82.70	32.52~40.42	2.48	6.89
球 蛋 白 Globulin	28.46	65.43	25.29~31.37	1.75	6.15
清 蛋 白 Albumin	7.50	17.27	3.10~13.35	2.65	35.33
醇溶谷蛋白 Prolamine	1.81	4.39	1.41~2.44	0.30	16.67
谷 蛋 白 Glutelin	5.71	12.91	2.16~8.67	1.73	30.30

表 2 大豆种子贮存蛋白各组分含量和全蛋白含量相互间的相关

Table 2 The correlations among the component contents of  
seed storage protein and total protein content

性 状 Trait	全蛋白含量 Total protein content	水溶性蛋白含量 Water-soluble protein content	球蛋白含量 Globulin content	清蛋白含量 Albumin content	醇溶谷蛋白含量 Prolamine content
水溶性蛋白含量 Water-soluble protein content	0.81 <sup>**</sup>				
球蛋白含量 Globulin content	0.12	0.35			
清蛋白含量 Albumin content	0.72 <sup>**</sup>	0.77 <sup>**</sup>	-0.35		
醇溶谷蛋白含量 Prolamine content	0.08	0.04	-0.41	0.31	
谷蛋白含量 Glutelin content	0.56 <sup>*</sup>	-0.03	-0.22	0.14	-0.06

\*  $P=0.05, r=0.50$ ; \*\*  $P=0.01, r=0.62$

已知球蛋白含量占种子全蛋白含量的大部分,但它与全蛋白含量的相关未达到显著水平。此外,球蛋白含量与大豆种子贮存蛋白其余三种组分含量之间都未见显著相关。

根据相关分析的结果,以全蛋白含量为目标性状,以它的四个组分含量为自变量,进行通径分析,结果见图 1。从图中可以看出,清蛋白含量对种子全蛋白含量的品种间差异相对贡献最大,直接通径系数为 1.15,其次是谷蛋白含量:球蛋白含量对种子全蛋白含量差异的相对贡献最小,且为负向效应,直接通径系数为 $-0.14$ 。在通径图中,剩余因素的影响也不可忽略,其重要性仅次于清蛋白含量而居第二位,这可能是因为通径分析中未包括单株粒重和脂肪含量等与蛋白质含量有显著相关的因素。

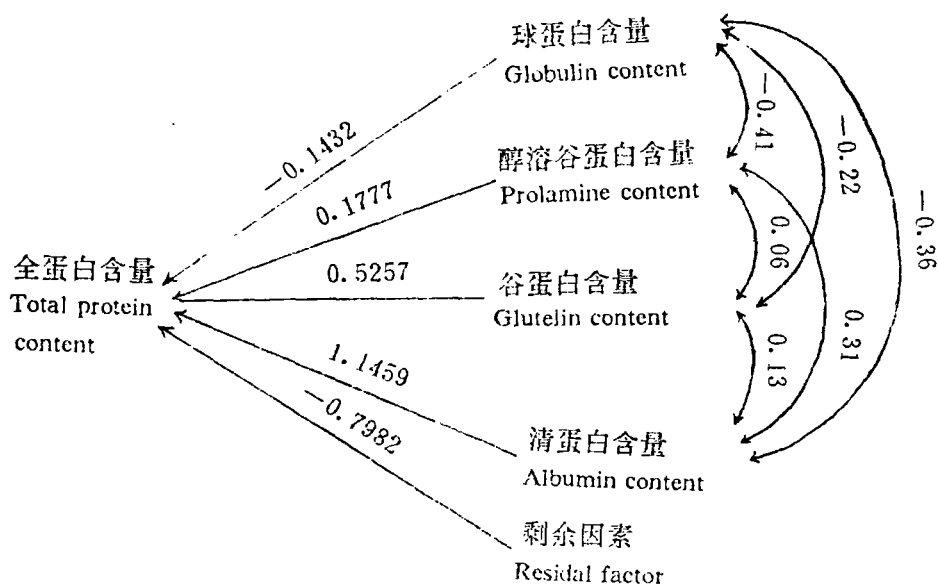


图 1 贮存蛋白各组分含量对全蛋白含量贡献图

Fig. 1 The contribution of the component contents to total protein content

### 3. 大豆种子贮存蛋白各组分含量与农艺性状间的相关

贮存蛋白各组分含量与农艺性状之间的相关系数列于表 3。全蛋白含量与单株粒数的负相关达到显著水平( $r = -0.61^*$ );球蛋白含量与株高,分枝数和单株粒重有显著的正相关,相关系数分别为  $0.56^*$ ,  $0.65^{**}$  和  $0.59^*$ ;清蛋白含量与株高的负相关达到显著水平( $r = -0.59^*$ );谷蛋白含量与生育前期天数的正相关达到显著水平( $r = 0.55^*$ ),与单株荚数和单株粒数的负相关也达到显著水平,相关系数分别为  $-0.56^*$  和  $-0.64^{**}$ 。由此,虽然清蛋白和谷蛋白含量对全蛋白含量的品种间差异的相对贡献较大,但由于它们与一些农艺性状间存在某种程度的负相关,如果通过提高清蛋白含量或谷蛋白含量来提高全蛋白含量,有可能带来这些农艺性状变劣的负效应。

表 3 大豆种子贮存蛋白各组分含量和农艺性状间的相关  
Table 3 The correlations between the component contents of  
seed storage protein and agronomic characters

性 状 Trait	全蛋白含量 Total protein content	水溶性蛋白含量 Water-soluble protein content	球蛋白含量 Globulin content	清蛋白含量 Albumin content	醇溶谷蛋白含量 Prolamine content	谷蛋白含量 Glutelin content
生育前期 Days to flowering	0.42	0.15	0.49	-0.20	-0.17	0.55*
生育后期 Days from flowering to maturity	0.24	0.13	0.25	-0.05	-0.16	0.3
全生育期 Days of growth	0.36	0.14	0.39	-0.13	-0.18	0.45
株高 Plant height	-0.17	-0.20	0.56*	-0.59*	-0.10	0.04
分枝数 No. of branch	0.10	0.35	0.65**	-0.10	-0.31	-0.30
单株荚数 No. of pods per plant	-0.48	-0.21	0.19	-0.35	0.08	-0.56*
百粒重 100-seed weight	0.32	0.20	0.47	-0.13	-0.26	0.33
单株粒数 No. of seeds per plant	-0.61*	-0.31	0.16	-0.43	0.22	-0.64**
单株粒重 Seed weight per plant	-0.12	0.01	0.59*	-0.39	-0.31	-0.16

\* p=0.05 时 r=0.50; \*\* P=0.01 时 r=0.62      \* P=0.05 at r=0.50, \*\* P=0.01 at r=0.62

讨 论

1. 大豆种子贮存蛋白的组成及其改良前景

根据蛋白质在不同溶剂中的溶解度,可把大豆种子贮存蛋白分为四大类,即球蛋白,清蛋白,谷蛋白和醇溶谷蛋白。这种分类在大豆加工特别是豆腐豆浆加工中有实用价值。从本文来看,球蛋白占全蛋白的大部分,水溶性蛋白含量占全蛋白的比例超过 80%,这与

Kapoor 等(1977)的研究结果基本一致。此外,还发现,在大豆品种间,这种比例存在较大的差异,通过遗传改良,可以改变这种比例,因而预期通过提高水溶性蛋白含量,也即是提高球蛋白含量或清蛋白含量,可以提高豆腐或豆浆等的产量和改良它们的加工品质。

### 2. 大豆种子贮存蛋白组成与大豆蛋白质品质的关系

大豆蛋白质的品质问题,不仅包括蛋白质的必需氨基酸组成和氨基酸构成的平衡性,蛋白质的可消化性以及抗营养因素的影响(胡明祥,1988),而且还包括大豆蛋白质加工过程中可利用的那一部分蛋白质的数量和质量。这一问题是由于人类食用大豆蛋白在多数情况下都是先经过一定的加工而产生的。根据前人的分析结果,不同蛋白质组分的氨基酸组成是不同的(Kupuswang, 1958; Kapoor, 1977)。大豆种子贮存蛋白的四种组分,只有醇溶谷蛋白的含硫氨基酸比较丰富,但该组分占全蛋白的比例小,在豆腐豆浆加工过程中,又不能用水提取,故对豆腐豆浆的加工品质影响不大。大豆球蛋白和大豆清蛋白的含硫氨基酸都不足,因而在改良大豆蛋白的加工品质,增加球蛋白和清蛋白所占比例时,应注意提高这两种组分的含硫氨基酸含量。关于蛋白质各种组分的氨基酸含量在品种间的差异,还有待进一步的研究。

### 3. 大豆种子贮存蛋白各组分含量与农艺性状的相关

许多研究分析了大豆种子蛋白质含量与农艺性状的相关。王金陵(1987)汇总了这方面的研究结果,指出:大豆种子全蛋白含量与产量之间有显著的负相关;并认为这种结果与结论具有普遍性,是大豆育种的重要参考依据。在本文中,虽然种子全蛋白含量与单株粒重有负相关,但未达到显著水平,这与前人的研究结果有一定的差异,全蛋白含量与单株粒数有显著负相关,这可能由于江淮地区的单株粒数较少但粒大的品种多为高蛋白质的付食品种有关。本文中,全蛋白含量与其它农艺性状间的相关,与前人的研究结果也或多或少存在一定的差异。这种差异可能是由于试验材料不同引起的,同时也说明,要揭示大豆种子贮存蛋白各组分含量与全蛋白含量间或与农艺性状间的真实相关性,需要作更深入的研究。

## 结 语

1. 在大豆种子贮存蛋白中,球蛋白含量最高,约占全蛋白的 65.43(%),其它三种组分含量高低依次是清蛋白,谷蛋白和醇溶谷蛋白。在不同品种间,这些组分的含量存在显著的变异。

2. 清蛋白含量与全蛋白含量,谷蛋白含量与全蛋白含量之间有显著正相关。清蛋白含量对种子全蛋白含量的品种间差异的相对贡献最大,而球蛋白含量对品种间全蛋白含量差异的相对贡献最小。

3. 贮存蛋白各组分含量与大豆农艺性状间存在某种程度的相关,其中球蛋白含量与株高、分枝数和单数粒重存在显著的正相关;株高和清蛋白含量,单株荚数、单株粒数和谷蛋白含量间有显著的负相关。这方面问题还宜扩大深入探讨。

## 参 考 文 献

- [1] 高之仁,1986,数量遗传学,四川大学出版
- [2] 胡明祥,1988,大豆科学,3,232~239
- [3] 林忠平,1985,科学通报,7,540~543
- [4] 马育华,1982,试验统计,农业出版社
- [5] 马育华,1982,植物育种的数量遗传学基础,江苏科技出版社
- [6] 王金陵,1987,大豆遗传,吉林农业科学院主编,中国大豆育种与栽培,农业出版社
- [7] 杨德,1990,大豆科学,9(1),10~18
- [8] 张龙翔,1981,生化实验方法和技术,人民出版社
- [9] Arora, A. K., 1983, Chemistry and biochemistry of Legumes, Edward Arnold Press
- [10] John, R. N. et al., 1984, J. Agric. Food Chem., 32,149~154
- [11] Kapoor, A. C. and Y. P. Gupta, 1977, J. Sci. Food Agric., 28,113~120
- [12] Kupuswang, S. et al., 1958, Protein in Foods, Indian Council of Medical Research Special Report Series, No. 33, New Delhi
- [13] Wolf, W. J., 1959, Arch. Biochem. Biophys., 85,186~199
- [14] Yamzdi-samadi, B. et al., 1977, Agron. J., 69,481~486

STUDES ON THE COMPONENTS OF SEED STORAGE PROTEIN  
AND THEIR CORRELATIONS IN SOYBEAN

Zhou Xinan   Gai Junyi   R. H. Ma

(Soybean Research Institute, Nanjing Agricultural University, Nanjing)

Abstract

The total storage protein of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] seed is composed of four components: globulin, albumin, glutelin and prolamine, and the role of these components in tofu or soybean milk processing is different. Fourteen and fifteen varieties with different protein content were chosen and tested in randomized block experiments in 1988 and 1989 to study the component contents of storage protein in soybean seeds. The globulin, albumin, prolamine and glutelin content were 28.46%, 7.50%, 1.81% and 5.71% of the dry seed weight, respectively, and their range among varieties were 6.08%, 10.25%, 1.03% and 6.51%, respectively. The correlations between glutelin, albumin and total protein content showed significant, the albumin content made the greatest contribution to the variability of total protein, and in contrast, the globulin content the smallest. The globulin were significantly and positively correlated with plant height, No. of branches and single plant yield, while the correlations between plant height and albumin content, glutelin content and No. of pods per plant, No. of seeds per plant were significantly negative.

**Key words** *Glycine max* (L.) Merr; Seed storage protein; Correlation