

# 不同大豆品种豆腐产量的研究\*

裴东红 余建章 程国华 赵艺欣 谢甫绵

(沈阳农业大学农学系)

张仁双

(辽宁省农业科学院原子能所)

## 摘 要

选用 23 个辽宁、吉林和山东的春大豆和夏大豆栽培品种为试材。调查百粒重和单株粒重,测定豆腐加工特性、籽粒蛋白质含量和籽粒蛋白质各组分含量。研究表明:筛选到豆腐产量高的品种可能性很大。可把籽粒吸水重和籽粒膨胀体积作为品种豆腐产量的间接选择性状。筛选到豆腐产量与单株粒重均高的品种难度很大,筛选到豆腐产量和籽粒蛋白质含量均高,豆腐产量和籽粒蛋白质质量均高的品种存在着一定难度。不同品种籽粒蛋白质各组分含量差异很大。籽粒谷蛋白含量低的品种豆腐产量高,籽粒醇溶谷蛋白含量高的品种豆腐产量高;品种籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白、2S 球蛋白和清蛋白含量对豆腐产量的影响不大。初步认为籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白和清蛋白在豆腐加工中利用率大,而籽粒 2S 球蛋白在豆腐加工中利用率小,这一问题还有待于进一步研究。

**关键词** 大豆;豆腐产量

大豆籽粒常用来加工成豆腐或制成豆腐后再加工成其它食品为人类食用,豆腐加工的副产品豆渣也可做牲畜饲料或做它用,因此豆腐加工十分重要。大豆育种工作者一直只重视籽粒高产品种的选育,忽视了豆腐高产品种的选育。实际上只有选育出籽粒产量和豆腐产量均高的品种,才能真正实现育成高产品种的目的。提高品种的豆腐产量,就是提高直接食用所追求的湿豆腐重和湿豆腐体积,以及深加工所追求的豆腐干重。

\* 本文于 1994 年 4 月 5 日收到。

This paper was received on April 5, 1994.

大豆籽粒蛋白质营养价值限制性必需氨基酸是含硫氨基酸和色氨酸<sup>[6,7]</sup>；提高籽粒含硫氨基酸和色氨酸含量，籽粒蛋白质质量就得到提高。籽粒 11S 球蛋白和清蛋白富含含硫氨基酸和色氨酸<sup>[8,9]</sup>。因此提高品种籽粒 11S 球蛋白和清蛋白含量，就可以提高籽粒蛋白质质量。

本文分析了品种间豆腐产量性状和籽粒蛋白质各组分含量的差异性、豆腐产量性状间以及豆腐产量性状与其它性状的相关性，以确定筛选豆腐产量高的品种的可能性，豆腐产量的间接选择性状，筛选豆腐产量与其它经济性状均高的品种的可能性，品种籽粒蛋白质各组分含量对豆腐产量的影响和籽粒蛋白质各组分在豆腐加工中被利用的情况。

## 材料与方法

### 一、试验材料、田间试验和室内考种

本试验选择 23 个辽宁、吉林和山东的春大豆和夏大豆栽培品种。1990 年种植在辽宁省农业科学院试验地。每品种按小区种植，三行区，行长 5m，行距 0.6m，株距 0.1m。管理同一般大田。每小区取 10 株，调查百粒重和单株粒重。三次重复，测定豆腐加工特性、籽粒蛋白质含量和籽粒蛋白质各组分含量。

### 二、豆腐加工特性的测定

称取籽粒 30g(干粒重)，测定体积(干粒体积)。加水 100ml，浸泡 24 小时，用纱布滤干，测定重量(湿粒重)和体积(湿粒体积)。加水 100ml，经高速组织捣碎机捣碎 2 分钟，倒出后用水 100ml 冲洗捣碎机。加热煮沸 1 分钟。用四层脱脂纱布过滤，测定湿豆渣重。加水定容至 300ml，置于 85℃ 恒温水浴中保温 1 小时后，加过饱和硫酸钙水溶液 25ml，边加边搅动，在 85℃ 恒温水浴中静止 15 分钟。然后倒入  $10 \times 7.5 \times 2 = 150\text{cm}^3$  垫有四层脱脂纱布的木模中，盖好纱布和木模上盖，加压 15 分钟，使压力达  $40\text{g}/\text{cm}^2$ 。测定湿豆腐重和湿豆腐体积。在 60℃ 下烘 48 小时，测定豆腐干重和干豆渣重。籽粒吸水重为湿粒重与干粒重之差，籽粒膨胀体积为湿粒体积与干粒体积之差。

### 三、籽粒中蛋白质含量的测定

用凯氏定 N 法。

### 四、籽粒蛋白质各组分含量的测定

球蛋白、清蛋白、谷蛋白和醇溶谷蛋白的提取：用改进的 Osborne 方法。豆粉中先加磷酸缓冲液，振荡离心。取上清液，透析离心，沉淀加磷酸缓冲液为球蛋白溶液，上清液为清蛋白溶液。后加 70% 乙醇溶液，振荡离心，上清液为醇溶谷蛋白溶液。最后加 0.4% NaOH 溶液，振荡离心，上清液为谷蛋白溶液<sup>[10]</sup>。11S 球蛋白、7S 球蛋白和 2S 球蛋白的提取：用简易盐析法。脱脂豆粉中加水，研磨过滤，溶液中加入  $\beta$ -巯基乙醇，振荡离心，上清液加  $\text{MgCl}_2$  至 0.01M，振荡冷置离心。沉淀加标准磷酸缓冲液，加  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  至 32g/100ml，振荡冷置离心，上清液为 11S 球蛋白溶液。上清液加  $\text{MgCl}_2$  使溶液中  $\text{Mg}^{++}$  至  $5 \times 10^{-2}\text{M}$ ，振荡冷置离心，上清液为 7S 球蛋白和 2S 球蛋白溶液；加 NaCl 至 1M，加  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  至 32g/100ml，振荡冷置离心，上清液为 7S 球蛋白溶液<sup>[3]</sup>。蛋白质各组分含量的测定：用紫外光谱

吸收法。

表 1 不同大豆品种的豆腐产量性状和蛋白质各组分含量  
Table 1 The tofu yield characters and protein component contents  
of different soybean varieties

品种	Varieties	湿豆腐重 Wet tofu weight (g)	湿豆腐体积 Wet tofu volume (cm <sup>3</sup> )	豆腐干重 Dry tofu weight (g)	球蛋白含量 Globulin content (%)	清蛋白含量 Albumin content (%)
白脐	Baiqi	45.733	38.400	12.833	26.471	7.837
小金黄	Xiaojinhuang	53.700	47.900	14.233	30.438	4.645
长农 4 号	Changnong 4	54.767	47.833	14.467	28.750	4.115
铁 5621	Tie 5621	53.167	44.500	14.400	28.622	6.953
大粒黄	Dalihuang	53.467	42.533	14.500	29.580	4.915
鲁豆 4 号	Ludou 4	51.800	42.400	13.933	28.034	5.981
铁丰 18 号	Tiefeng 18	53.600	45.233	14.767	28.021	6.762
文丰 5 号	Wenfeng 5	58.400	46.333	15.133	28.452	3.813
L-87-529		50.167	45.167	14.000	25.252	6.287
开育 9 号	Kaiyu 9	56.000	45.667	16.067	28.412	5.474
齐黄 23 号	Qihuang 23	48.667	42.067	13.333	24.999	4.801
铁 7555-4-2-7-3	Tie 7555-4-2-7-3	50.767	44.400	14.333	24.757	3.395
沈农 25104	Shennong 25104	56.533	46.833	15.467	29.533	7.336
铁丰 17 号	Tiefeng 17	47.600	37.500	13.000	27.684	5.644
丰收黄	Fengshouhuang	45.967	36.500	13.067	29.659	6.102
满仓金	Manchangjin	53.233	45.000	15.433	26.228	10.534
铁丰 10 号	Tiefeng 10	56.433	49.333	15.633	26.168	9.896
铁丰 13 号	Tiefeng 13	47.633	40.833	14.200	26.407	8.325
铁 7116	Tie 7116	54.733	48.667	14.400	25.498	12.872
九农 9 号	Jiunong 9	67.100	68.833	17.500	26.465	8.311
文丰 7 号	Wenfeng 7	52.133	45.333	14.933	27.463	9.099
大白眉	Dabaimai	50.600	41.633	14.167	28.978	9.354
九农 10 号	Jiunong 10	64.200	59.167	16.033	27.638	7.454
变幅	Range	45.733 -67.100	36.500 -68.833	12.833 -17.500	30.438 -24.757	12.872 -3.395
平均数	Mean	53.321	45.741	14.601	27.543	6.952
标准差	S	5.185	6.854	1.100	1.632	2.359
变异系数	CV %	9.724	14.982	7.538	5.926	33.933

品种	Varieties	谷蛋白含量 Glutelin content (%)	醇溶谷蛋白 含量 Prolamine content (%)	11S 球蛋白 含量 11S globulin content (%)	7S 球蛋白 含量 7S globulin content (%)	2S 球蛋白含量 2S globulin content (%)
白脐	Baiqi	5.429	2.264	15.888	5.492	5.541
小金黄	Xiaojinhuang	5.215	1.306	18.024	5.313	6.535
长农4号	Changnong 4	6.623	1.971	15.707	5.701	7.227
铁5621	Tie 5621	4.618	2.178	16.999	3.221	8.121
大粒黄	Dalihuang	8.230	1.976	17.155	5.595	6.830
鲁豆4号	Ludou 4	5.246	2.013	14.984	5.720	6.933
铁丰18号	Tiefeng 18	6.250	2.578	17.351	5.549	5.374
文丰5号	Wenfeng 5	6.645	2.117	19.631	6.131	3.068
L-87-529		9.755	0.806	17.687	4.814	2.452
开育9号	Kaiyu 9	5.759	1.764	18.704	6.116	3.169
齐黄23号	Qihuang 23	11.420	1.993	17.645	4.754	2.288
铁7555-4-2-7-3	Tie 7555-4-2-7-3	6.552	2.061	15.566	4.618	4.210
沈农25104	Shennong 25104	5.875	2.104	18.041	5.544	5.634
铁丰17号	Tiefeng 17	6.096	1.622	18.160	4.855	5.128
丰收黄	Fengshouhuang	5.494	2.022	16.326	6.486	7.152
满仓金	Manchangjin	4.433	1.307	17.943	4.888	3.916
铁丰10号	Tiefeng 10	0.671	2.135	15.915	5.293	5.163
铁丰13号	Tiefeng 13	4.599	1.696	17.014	5.231	4.556
铁7116	Tie 7116	1.228	2.143	15.888	5.161	3.962
九农9号	Jiunong 9	2.759	2.716	17.930	5.556	3.166
文丰7号	Wenfeng-7	2.666	1.262	18.223	5.775	3.584
大白眉	Dabaimai	3.135	1.284	19.598	5.269	4.366
九农10号	Jiunong 10	3.026	2.419	17.851	6.523	3.459
变幅	Range	11.420 ~0.671	2.716 ~0.806	19.631 ~14.984	6.523 ~3.221	8.121 ~2.288
平均数	Mean	5.292	1.901	17.314	5.374	4.862
标准差	S	2.487	0.462	1.255	0.698	1.670
变异系数	CV %	46.995	24.321	7.252	12.989	34.352

表 2 豆腐产量性状间的相关

Table 2 The correlation among tofu yield characters

		湿豆腐重 Wet tofu weight	湿豆腐体积 Wet tofu volume
湿豆腐体积 Wet tofu volume		0.930**	
豆腐干重 Dry tofu weight		0.907**	0.848**

## 结果与讨论

### 一、品种间豆腐产量的差异

从表 1 可见,湿豆腐重、湿豆腐体积和豆腐干重中,豆腐干重的变幅、标准差和变异系数最小,分别为 12.833—17.500g,1.100 和 7.538;周新安(1992)和武天龙(1986)也得到近似的结果<sup>[1,4]</sup>。表明品种间湿豆腐重、湿豆腐体积和豆腐干重均差异较大。从表 2 可见,湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重间相关系数几乎接近 1,呈极显著正相关;武天龙(1986)和陈霞(1989)也得到类似结果<sup>[4,5]</sup>。由于品种间豆腐产量差异较大,筛选到豆腐产量高的品种的可能性就很大。

表 3 豆腐产量性状与其它性状的相关

Table 3 The correlation between tofu yield characters and other characters

		湿豆腐重 Wet tofu weight	湿豆腐体积 Wet tofu volume	豆腐干重 Dry tofu weight
籽粒吸水重 Water weight soaked by seeds		0.353	0.254	0.470*
籽粒膨胀体积 Expansive volume of seeds		0.416*	0.340	0.513*
百粒重 Weight of 100 seeds		-0.072	-0.177	0.119
湿豆渣重 Wet dross weight		-0.167	-0.020	-0.146
干豆渣重 Dry dross weight		-0.588**	-0.414*	-0.648**
单株粒重 Seed weight per plant		-0.363	-0.369	-0.457*
蛋白质含量 Protein content		-0.224	-0.332	-0.249
水溶蛋白含量 Water-soluble protein content		0.163	0.103	0.224
球蛋白含量 Globulin content		0.082	-0.124	0.001
清蛋白含量 Albumin content		0.112	0.193	0.228
谷蛋白含量 Glutelin content		-0.376	-0.385	-0.427*
醇溶谷蛋白含量 Prolamine content		0.443*	0.402	0.297
11S 球蛋白含量 11S globulin content		0.255	0.136	0.307
7S 球蛋白含量 7S globulin content		0.280	0.177	0.238
2S 球蛋白含量 2S globulin content		-0.246	-0.319	-0.331

## 二、豆腐产量的间接选择性状

从表3可见,籽粒吸水重、籽粒膨胀体积与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重呈正相关,与豆腐干重达显著水平,籽粒膨胀体积与湿豆腐重也达显著水平。百粒重与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重均相关不显著;武天龙(1986)结果与此类似<sup>[4]</sup>。籽粒吸水重和籽粒膨胀体积大的品种豆腐产量高,可见将籽粒吸水重和籽粒膨胀体积作为豆腐产量的间接选择性状,以简化对品种豆腐产量的选择是可行的。

## 三、豆腐产量与其它经济性状间的相关规律

从表3可见,湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重与湿豆渣重、干豆渣重呈负相关,与干豆渣重达显著或极显著水平;武天龙(1986)和陈霞(1989)也得到相似的结果<sup>[4,5]</sup>。湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重与单株粒重呈负相关,豆腐干重与单株粒重达到显著水平。豆腐产量高的品种单株粒重低,说明筛选到豆腐产量和单株粒重均高的品种十分困难。在品种选择时,应尽最大努力来协调这种关系,以达到豆腐产量和单株粒重均高的目的。湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重与籽粒蛋白质含量相关不显著;本试验与周新安(1992)和陈霞(1989)的结果<sup>[1,5]</sup>近似,而与武天龙(1986)的结果<sup>[4]</sup>有出入,这可能与武天龙(1986)选用的试材数目少<sup>[4]</sup>有关。品种的豆腐产量与籽粒蛋白质含量间的相关无规律可循,给豆腐产量和籽粒蛋白质含量均高的品种的筛选工作带来一定困难。在品种选择时应力求做到豆腐产量和籽粒蛋白质含量均高。湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重与籽粒中11S球蛋白、清蛋白含量呈不显著正相关;周新安(1992)也得到近似结果<sup>[1]</sup>。品种中的豆腐产量和籽粒蛋白质质量间的相关无规律可循,给筛选到豆腐产量和籽粒蛋白质质量均高的品种带来一定困难。在品种选择时,也应力求做到豆腐产量和籽粒蛋白质质量均高。

## 四、籽粒蛋白质各组分含量在品种间的差异、对豆腐产量的影响以及籽粒蛋白质各组分在豆腐加工中的利用情况

从表1可见,籽粒蛋白质各组分含量的变幅、标准差和变异系数均较大;周新安(1992)分析了籽粒球蛋白、清蛋白、谷蛋白和醇溶谷蛋白含量,陈霞(1989)分析了籽粒球蛋白含量,得到与此基本一致的结果<sup>[2,5]</sup>。表明品种间籽粒蛋白质各组分含量差异较大。

周新安(1992)、武天龙(1986)和陈霞(1989)在籽粒蛋白质各组分含量对豆腐产量的影响和籽粒蛋白质各组分在豆腐加工中的利用情况问题上都进行过研究,但结果不一<sup>[1,4,5]</sup>,这可能与试材数目少、试材来源、类型单一和测定项目不完全有关。

由表3可见,籽粒谷蛋白含量与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重呈负相关,与豆腐干重达到显著水平,籽粒醇溶谷蛋白含量与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重呈正相关,与湿豆腐重达到显著水平;籽粒11S球蛋白、7S球蛋白、2S球蛋白和清蛋白含量与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重均相关不显著。反映出籽粒谷蛋白含量低的品种豆腐产量高,籽粒醇溶谷蛋白含量高的品种豆腐产量高;籽粒11S球蛋白、7S球蛋白、2S球蛋白和清蛋白含量对品种豆腐产量影响不大。出现这种情况的原因还有待于做进一步的研究。

籽粒水溶性蛋白或球蛋白在豆腐加工中利用率高<sup>[1,4,5]</sup>。而水溶性蛋白含有球蛋白和清蛋白,球蛋白又含有11S球蛋白、7S球蛋白和2S球蛋白。籽粒11S球蛋白、7S球蛋白、

2S 球蛋白和清蛋白因溶解度和分子大小不同,在豆腐加工中被利用的情况肯定有所不同。籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白、清蛋白含量与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重呈正相关,籽粒 2S 球蛋白含量与湿豆腐重、湿豆腐体积、豆腐干重呈负相关;本试验结果表明了籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白和清蛋白含量之和平均占蛋白质总量的 71%,加工成的豆腐只平均利用了籽粒蛋白质总量的 64%<sup>[1]</sup>,前者远远大于后者,也就是说籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白和清蛋白足以满足加工成的豆腐对蛋白质的需求。据此可初步认为,籽粒 11S 球蛋白、7S 球蛋白和清蛋白在豆腐加工中利用率高,籽粒 2S 球蛋白在豆腐加工中利用率低。这一问题还有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 周新安等,1992,大豆科学,11(4),283—289
- [2] 周新安等,1992,大豆科学,11(3),191—197
- [3] 雷勃钧等,1986,黑龙江农业科学,(1),7—13
- [4] 武天龙等,1986,大豆科学,5(3),189—195
- [5] 陈霞等,1989,大豆科学,8(3),295—300
- [6] Gupta, Y. P., 1983, In: Chemistry and Biochemistry of Legumes (S. K. Arora Ed.), Edward Arnold, 287—327
- [7] Patwardhan, V. N. et al., 1960, Sci. Cult., 25, 401—407
- [8] Muller, H. P. et al., 1983, In: Seed Proteins, Biochemistry, Genetics, Nutritive Value (W. Gottschalk et al. Eds.), 307—354
- [9] Kapoor, A. C. et al., 1977, J. Sci. Food Agric., 28, 113—120
- [10] Wolf, W. J., 1959, Arch. Biochem. Biophys., 85, 186—199

## STUDIES ON TOFU YIELD OF DIFFERENT SOYBEAN VARIETIES

Pei Donghong Yu Jianzhang Cheng Guohua Zhao Yixin Xie Fudi

(*Shenyang Agricultural University*)

Zhang Renshuang

(*Liaoning Academy of Agr. Sci.*)

### Abstract

23 spring and summer soybean cultivars from Liaoning, Jilin and Shandong Provinces were chosen. Their weight per 100 seeds, seed weight per plant, characteristics in tofu processing, protein content and protein component content in seeds were investigated. The studies showed that: It is entirely possible to select the varieties of high tofu yield. Water weight soaked by seeds and expansive volume of seeds can be used for indirect variety selection of tofu yield. It is very difficult to select the varieties of high tofu yield and high seed weight per plant. It is probably difficult to select the varieties of high tofu yield and high protein content in seeds or the varieties of high tofu yield and high protein quality in seeds. The differences of protein component contents in seeds among varieties are very significant. The varieties with low glutelin content in seeds have high tofu yield. The varieties with high prolamine content in seeds have high tofu yield. The tofu yield of varieties is not affected by 11S globulin, 7S globulin, 2S globulin and albumin contents in seeds. The utilization ratio of 11S globulin, 7S globulin and albumin in seeds is high in tofu processing. The utilization ratio of 2S globulin in seeds is low in totu processing.

**Key words** Soybean; Tofu yield