

# 大豆加工品质的资源筛选和遗传改良的研究

## II. 豆腐、酱油、毛豆大豆加工原料的筛选<sup>\*</sup>

刘丽君 赵贵兴 高明杰 吴俊江 陈 霞

(黑龙江省农业科学院大豆研究所, 哈尔滨 150086)

**摘要** 以不同生态区的主栽品种和改良创新的品种为试材, 分别对其糖份和球蛋白含量进行研究, 结果表明: 1. 7S 含量大于 30% 的品种有合丰 25、合丰 43、哈交 20—5022、哈交 20—5489、哈交 20—5651—3、哈交 99—5657、哈交 99—5138、黑农 45、黑农 44、哈交 20—5214, 其中黑农 45 的 7S 球蛋白含量最高。2. 11S 含量大于 70% 的品种有黑农 37 和哈交 20—51004。3. 哈 96—3 是一个理想的菜用大豆新种质, 黑农 37 是制作酱油加工原料的好品种。4. 大豆品种中糖份与脂肪含量间的关系为正相关, 与蛋白质之间成不显著的负相关。

**关键词** 豆腐; 酱油; 毛豆; 原料; 筛选

**中图分类号** S 565.102 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2004)03—0184—04

随着大豆优质育种的深入发展, 根据大豆加工用途培育专用品种, 选育出适应于大豆加工豆腐、蛋白制品、豆酱、豆芽、毛豆、豆油、纳豆、豆豉、酱油等品种, 已成为今后大豆品质育种的重点方向。

大豆贮藏蛋白的主要成份是球蛋白, 它是由大豆球蛋白(11S)和副大豆球蛋白组成, 同时还含有少量 2S 球蛋白, 种子中蛋白含量在某种程度上决定于 11S 球蛋白的积累, 大豆种子发育时期贮藏蛋白的合成是转录水平上控制的, 大豆贮藏蛋白是重要的食用植物蛋白, 它极大的影响和决定着大豆加工过程蛋白质的浸出率和豆腐产量, 子粒中糖份含量和球蛋白含量决定着酱油的产率和口感, 以及干豆腐的产率。改变大豆豆腐的加工品质, 提高球蛋白含量占全蛋白的比例, 是非常重要的, 因此我们对黑龙江省生产上的主栽品种以及遗传改良的品系进行筛选, 以期获得和明确适宜豆腐加工、酱油加工和毛豆生产的大豆原料品种, 为大豆生产提供技术支撑。

### 1 材料与方法

以选用不同生态区的主栽品种和改良创新的品种(系)为试材

#### 1.1 品种

绥农 14、黑农 37、黑农 38、黑农 40、黑农 42、绥农 10、黑农 35、哈 623、合丰 25、合丰 35、合丰 43、黑河 18、东农 L13、黑农 43、哈交 20—5022、哈交 99—5448—4、哈交 94—318、哈交 20—L137、哈交 20—5489、哈交 20—5651—3、哈交 20—51004、哈交 20—5214(褐脐)、哈交 20—5214(黄脐)、哈交 20—51173、哈交 20—51237、哈交 99—5480、哈交 99—L361、哈交 99—5584、哈交 99—5083、哈交 99—5657、哈 5404—1、哈 96—3、哈 99—5400、合丰 42、黑农 44、合丰 40、绥农 11。

#### 1.2 方法

种子糖份含量的测定: 根据美国谷物化学 AOAC 的 ShAFTE—SomoGYI 微量法进行。

球蛋白含量的测定:

大豆种子 11S 和 7S 球蛋白组分的分析方法: 样品处理和溶液配制参照郭顺堂(2001 年)的 SDS—PADE 方法, 汪学政等(2001 年)的 SDS—PAGE 的实验方法进行。

### 2 结果与讨论

#### 2.1 大豆 7S 球蛋白在品种(系)中的分布特点

大豆 7S 球蛋白是糖蛋白, 分子量为 180—

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2004—02—23

课题来源: 国家“863”项目资助

作者简介: 刘丽君(1958—), 女, 研究员, 从事大豆遗传育种研究。

210KDa, 由  $\beta$ -伴大豆球蛋白和  $\gamma$ -伴大豆球蛋白组成, 7S 大豆球蛋白中含有人体必需的 8 种氨基酸, 赖氨酸含量高于 11S 球蛋白的, 色氨酸和蛋氨酸总量是 11S 球蛋白的  $1/5 \sim 1/6$ , 7S 伴球蛋白和 11S 球蛋白相比是低含硫氨基酸蛋白质, 所以大豆 7S 球蛋白能够随溶液的离子强度变化而发生聚合和解离作用, 在中性 pH 条件下, 7S 会聚合成 9S 和 12S 型, 在接近等电点时发生更大的聚合作用, 生成 18S 型, 7S 球蛋白的变性温度是  $70^{\circ}\text{C}$  左右, 7S 球蛋白中没有巯基, 所以 7S 球蛋白形成 D-葡萄糖  $\delta$ -内酯 (GDL) 豆腐凝胶的最低浓度小于 11S 球蛋白。从参试的品种中, 7S 含量大于 30% 的品种有: 合丰 25、合丰 43、哈交 20-5022、哈交 20-5489、哈交 20-5651-3、哈交 99-5657、哈交 99-5138、黑农 45、黑农 44、哈交 20-5214, 其中黑农 45 子粒中的 7S 球蛋白含量是最高的, 7S 含量占子粒可溶性蛋白的 39.83%, 因此, 利用这些品种进行豆腐加工时应适当降低温度和溶液中凝固离子强度。

## 2.2 大豆 11S 球蛋白在品种(系)中的分布特点

11S 球蛋白是一种不均匀的蛋白质, 分子量为 302KDa—3175KDa, 等电点为 4.64, 11S 球蛋白中含糖量只有 0.8%, 不属于糖蛋白。11S 球蛋白中的含硫氨基酸含量比较高, 是 7S 球蛋白中的 5—6 倍。其营养价值高于 7S 球蛋白, 11S 球蛋白结构能被 pH、尿素、HCl 盐浓度、温度和醇等因素影响所改变。碱处理能减少有秩序的结构, 特别是  $\beta$ -结构。把乙醇加到碱变性的 11S 球蛋白中, 可增加有秩序的结构和减少无规则卷曲结构, 11S 球蛋白主要是分子积聚反应和缔合解离作用, 豆腐是大豆蛋白的凝胶, 是通过二硫键和氢键形成的具有三维状结构的蛋白大积聚体。缔合—解离作用决定 11S 球蛋白的功能性, 但受到外界因素的影响。尿素、盐酸、加热、冷冻、低 pH、低离子强度、醇和 EDTA 能使 11S 球蛋白解离成亚基, 甚至解离成 2S、4S 和 7S, 而过氧化亚油酸加热和冷冻条件下可以使 11S 形成高聚物, 因此在选择高蛋白品种的同时, 更应注意选择 11S 球蛋白高、7S 球蛋白低及高 11S/7S 比例品种的选择, 从参试的 45 个品种中, 11S 球蛋白含量大于 70% 的品种(系), 有黑农 37(71.7%)和哈交 20-51004(71.38%)。11S 球蛋白中巯基和二硫键含量较多, 而 11S 球蛋白的变性温度是  $90^{\circ}\text{C}$  左右, 所以 11S 球蛋白 D-葡萄糖  $\delta$ -内酯豆腐凝胶速度远远大于 7S 球蛋白, 可以说豆腐凝胶受 11S 大豆球蛋白亚基组成的影响。

## 2.3 大豆中 11S、7S 总和与比值的特点

Kitamura(1981)找到 11S/7S 比值高的品系。11S/7S 分别为 2.59 和 1.61, 其含硫氨基酸含量比普通大豆高 1.2 倍, 由这一观点我们对参试品种进行分析发现 11S/7S 比值最大值为 3.3, 最小值为 1.4, 11S/7S 比值大的为黑农 37、黑农 38、黑农 40、黑农 42、绥农 10、黑河 18、黑农 43、哈 99-5448-4、哈交 20-L37、哈交 20-51004、哈交 20-5214(褐脐)、哈 96-3, 这些品种中只有黑农 43 的蛋白质超过 45, 11S/7S 比值为 2.73, 哈 96-3 的蛋白质含量在 43% 以上, 11S/7S 比值为 3.25, 是高蛋白营养价值好的品种。目前生产上推广使用的高蛋白品种表现为 11S 和 7S 含量之和相对较高, 如黑农 35(11S 与 7S 总和 93.91%)、哈 623(11S 与 7S 总和 95.11%)、东农 L13(11S 与 7S 总和 91.88%)、黑农 43(11S 与 7S 总和 93.72%), 而蛋白亚基 7S 和 11S 总和大于 95% 的种质材料则是哈 623、合丰 25、哈交 20-5022、哈交 99-5318、黑农 45、哈交 20-51173, 其中哈交 20-51173 含量最高, 占可溶性蛋白含量的 98.13%(见表 1)。

大豆蛋白近似全价蛋白, 大豆蛋白质中的氨基酸总量可以满足人体的需要, 但含硫氨基酸不足, 影响着大豆营养品质的指标, 改善大豆蛋白质品质时, 应以提高含硫氨基酸含量和比例为主要目标, 大豆蛋白质中 7S 和 11S 两种球蛋白一般占 70%—80%, 而 11S 球蛋白中含硫氨基酸是 7S 的 5—6 倍, 通过对参试品种相关性分析表明大豆蛋白质含量与 11S 含量成正相关, 相关系数为 0.899, 因此, 在增加大豆蛋白质含量的同时, 增加 11S/7S 的比例, 可达到提高大豆蛋白质中含硫氨基酸含量的目的。

## 3.4 大豆品种中糖分的分布特点

大豆子粒中糖分含量影响着品种作为菜用大豆和制作酱油的原料的价值, 糖份和球蛋白含量决定酱油的口感品质和产率, 参试品种中糖分含量最高为 8.04%, 最低值为 5.38%, 大豆品种(系)总糖含量大于 7% 的品种(系)的有黑农 37(糖分为 7.25%)、绥农 14(糖分为 7.03%)、黑农 44(糖分为 7.38%)、合丰 43(糖分为 8.04%)、黑河 18(糖分为 8.04%)、东农 L13(糖分为 7.18%)、哈交 20-5651-3(糖分为 7.86%)、哈交 97-5318(糖分为 7.14%)、哈交 99-5657(糖分为 7.97%)、哈 96-3(糖分为 7.03%)、黑农 45(糖分为 7.45%)(参见图 1)。菜用大豆要求绿色种皮、粒大、荚色深绿、荚长 5cm 以上, 蛋白质、矿物质、糖分和维生素含量高, 味

表 1 不同大豆品种 11S 与 7S 总和与比值的变化

Tabel 1 Changes of total content of 11S and 7S of different soybean varieties and ratio of them

品种名称 Variety	11S/ 7S	7S+ 11S(%)	品种名称 Variety	11S/ 7S	7S+ 11S(%)
绥农 14 Suinong 14	2. 6 ∶1	91. 22	哈交 20—51004 Hajiao20— 51004	3. 3 ∶1	96. 13
黑农 37 Heinong 37	3. 3 ∶1	96. 38	哈交 20—5214 a Hajiao5214	2. 5 ∶1	86. 31
黑农 38 Heinong 38	2. 9 ∶1	93. 55	哈交 20—5214 b Hajiao 20— 5214	2. 01 ∶1	94. 77
黑农 40 Heinong 40	2. 47 ∶1	94. 1	哈交 20—51173 Hajiao 20— 51173	2. 37 ∶1	98. 13
黑农 42 Heinong 42	2. 64 ∶1	94. 18	哈交 20—51237 Hajiao 20— 51237	2. 21 ∶1	87. 43
绥农 10 Suinong 10	2. 79 ∶1	94. 41	哈交 99—5480 Hajiao 99— 5480	1. 64 ∶1	83. 32
黑农 35 Heinong 35	2. 36 ∶1	93. 91	哈交 99—L361 Hajiao 99— L361	2. 14 ∶1	89. 79
哈 623 Ha 623	2. 41 ∶1	95. 11	哈交 99—5644 Hajiao 99— 5644	1. 9 ∶1	86. 48
合丰 25 Hefeng 25	2 ∶1	96. 16	哈交 99—5318 b Hajiao 99— 5318	2. 1 ∶1	94. 99
合丰 35 Hefeng 35	2. 28 ∶1	91. 78	哈交 99—5318 a Hajiao 99— 5318	1. 88 ∶1	90. 69
合丰 43 Hefeng 43	1. 85 ∶1	91. 85	哈交 99—5138 Hajiao 99— 5318	1. 599 ∶1	93. 4
黑河 18 Heihe 18	3. 16 ∶1	84. 77	哈交 99—5584 Hajiao 99— 5584	2. 34 ∶1	89. 82
东农 L13 DongnongL 13	2. 28 ∶1	91. 88	哈交 99—5083 Hajiao 99— 5083	2. 42 ∶1	89. 66
黑农 43 Heinong 43	2. 73 ∶1	93. 72	哈交 99—5657 Hajiao 99— 5657	1. 7 ∶1	94. 42
哈交 20— 5022 Hajiao 20— 5022	2. 14 ∶1	95. 89	哈交 5404— 1 Hajiao 5404— 1	1. 4 ∶1	96. 06
哈交 99— 5448— 4 Hajiao 99— 5448— 4	2. 79 ∶1	88. 6	哈 96— 3 Ha 96— 3	3. 25 ∶1	90. 33
哈交 94— 318 Hajiao 94— 318	2. 41 ∶1	90. 97	哈 99— 5400 Ha 99— 5400	2. 2 ∶1	89. 54
哈交 20— L137 Hajiao 20— L137	2. 69 ∶1	93. 45	合丰 42 Hefeng 42	2. 07 ∶1	89. 59
哈交 20— 5489 Hajiao 20— 5489	2. 09 ∶1	94. 62	黑农 44 Heinong 44	1. 74 ∶1	92. 07
哈交 20— 5651— 3 Hajiao 20— 5651— 3	1. 86 ∶1	89. 02			

注: a. 褐脐;b. 黄脐。 Note: a. brown hilum; b. yellow hilum.

甜香、口感好、易煮熟,因此,改良和创造新种质的亲本材料中糖分和球蛋白含量是很重要的指标。这些糖分含量高的品种可作为菜用大豆的亲本,哈 96—3 是一个蛋白质含量高( $P\geq 43\%$ ) 11S/7S 比值(3.25;

1)较高和糖分含量高(7.03%)的品系,是一个理想的菜用大豆新种质,黑农 37 糖分(7.25%)和 11S 含量(71.7%)较高,油分含量(21.5%)也较高,是制作酱油加工原料的好品种。

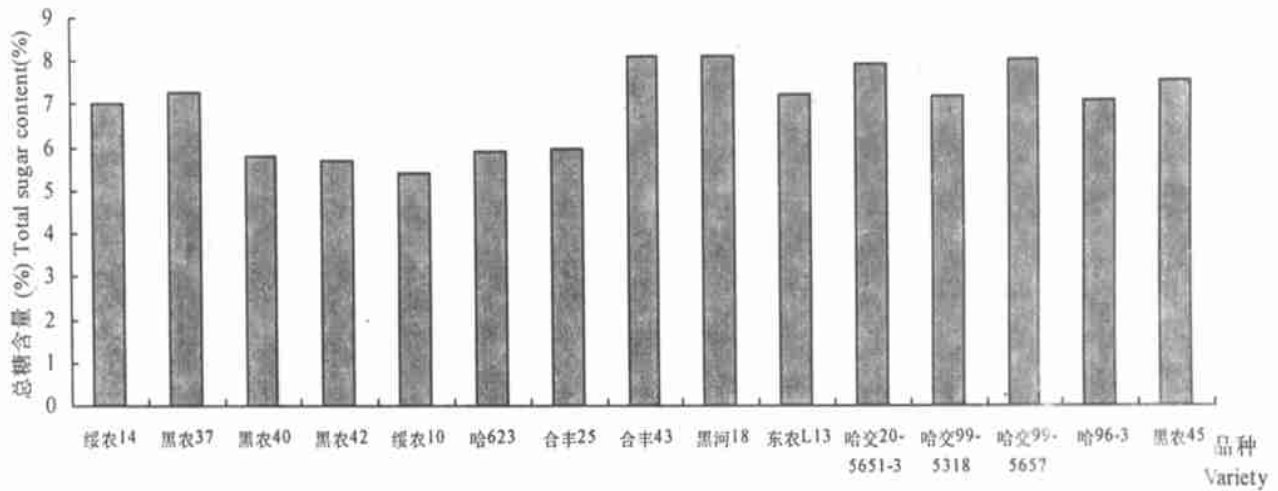


图 1 不同类型大豆品种糖分含量的变化

Fig. 1 Sugar content variance of soybean varieties

通过对参试品种糖与蛋白质和脂肪含量相关性分析表明: 大豆品种中糖分与脂肪含量间的关系性为正相关, 相关系数为 0.859, 而糖分与蛋白质之间成不显著的负相关, 相关系数为  $r = -0.34$ , 因此, 在选择菜用大豆品种时, 应注意蛋白质含量、糖分间的关系。

大豆是重要的植物蛋白与食用植物油的来源, 大豆深加工制品已从食品轻化工原料渗透到社会各个应用领域, 目前开发的大豆蛋白、油脂饮料、饲料、磷脂、异黄酮、皂甙及各种食品, 使大豆产值成几十倍的增长, 因此, 要满足多种用途的开发产品的需要, 以及大豆加工利用的市场需求, 加大品质育种的创新力度尤为重要, 种质材料是创新和新品种选育的基础, 我们利用国内外资源创新的同时, 将进一步对后代材料进行筛选和改良, 以获得更多适宜加工

专用的优质新材料, 加速大豆加工品质育种的进程。

参 考 文 献

- 1 S. K. C. Chang, S. Liu 等, Influence of storage on the characteristics of soybean, Soymilk and tofu[ D]. 《第四届国际大豆学术讨论会》论文集, 2004
- 2 A. Al Mahfu, C. Tsukamoto, T. Ono The decrease mechanism of undesirable astringent taste in soymilk during tofu curd formation [ D]. 《第四届国际大豆学术讨论会》论文集, 2004
- 3 陈霞. 黑龙江省大豆品种球蛋白含量比较及豆腐产品研究初报 [ J]. 大豆科学, 1989, 3
- 4 姜振峰. 东北地区 5 个大豆品种球蛋白含量的分析及利用[ J]. 大豆科学, 2003. Vol. 22(2)115—119
- 5 刘丽君. 大豆加工品质材料的筛选[ J]. 黑龙江农业科学, 2002 (1): 13—15

STUDY ON RESOURCE SCREEN AND INHERITANCE  
IMPROVEMENT FOR PROCESSING QUALITY OF SOYBEAN

II. Screening of soybean varieties for Tofu, sauce processing and fresh soybean

Liu Lijun Zhao Guixing Gao Mingjie Wu Junjiang Chen Xia

(Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract** The content of sugar and global protein of them were analysed, taking main commercial varieties from different ecology area and new developed varieties of soybean as experiment materials. The results show that: (1) the 7S content of soybean varieties Hefeng 25, Hefeng 43, Hajiao 20—5022, Hajiao 20—5489, Hajiao 20—5651—3, Hajiao 99—5657, Hajiao 99—5138, Heinong 45, Heinong 44 and Hajiao 20—5214 are over 30% respectively, among of them, Heinong 45 is the highest in 7S global protein content; (2) 11S contents Heinong 37 and Hajiao 20—51004 are over 70%; (3) Ha96—3 is a new ideal fresh soybean, Heinong 37 is a good variety for processing sauce; (4) the relation between sugar and fat contents in soybean is positive and protein contents is no significant negative correlation in soybean varieties.

**Key words** Tofu; Sauce; Fresh Soybean; 7S, 11S global protein content