

# 大豆品种与豆浆特性关系的研究

唐文义<sup>1</sup>, 赵恩龙<sup>1</sup>, 宋秋来<sup>1</sup>, 龚振平<sup>1</sup>, 马春梅<sup>1</sup>, 韩德志<sup>2</sup>

(1. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300)

**摘要:**以来自黑龙江、吉林和河北省的36个大豆品种为材料,研究了大豆品种与豆浆稳定性、蛋白质含量及蛋白质回收率的关系。结果表明:由供试大豆制作的豆浆,稳定系数变幅为0.576~0.786,大于0.750的品种有5个,占供试品种的13.89%;豆浆蛋白质含量变幅为1.01~2.56 g·100 mL<sup>-1</sup>,高于2.50 g·100 mL<sup>-1</sup>的品种有1个,占供试品种的2.78%;蛋白质回收率变幅为33.04%~88.71%,高于80.00%的品种有1个,占供试品种的2.78%。豆浆的稳定性与大豆籽粒脂肪含量呈显著正相关。

**关键词:**大豆品种;豆浆;稳定性;蛋白质含量

**中图分类号:**TS214.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2014)02-0203-04

## Relationship Between Soybean Cultivars and Soymilk Characteristics

TANG Wen-yi<sup>1</sup>, ZHAO En-long<sup>1</sup>, SONG Qiu-lai<sup>1</sup>, GONG Zhen-ping<sup>1</sup>, MA Chun-mei<sup>1</sup>, HAN De-zhi<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China)

**Abstract:** Soy milk is a traditional food of China, stability and protein content are important indicators of soymilk quality. In this paper, the relation between soybean cultivars and characteristics of soymilk were investigated with thirty-six soybean cultivars from Heilongjiang, Jilin and Hebei provinces as the experimental materials. The soymilks' stability coefficients ranged from 0.576 to 0.786, with five cultivars exceeded 0.750, accounted for 13.89% of the tested cultivars. Soymilk protein content ranged from 1.01 to 2.56 g·100 mL<sup>-1</sup>, with only one cultivar higher than 2.50 g·100 mL<sup>-1</sup>. The protein recovery rate ranged from 33.04% to 88.71%, with Suixiaolidou 2 higher than 80.00%. The stability of soymilk was significant correlated with the fat content of soybean seed.

**Key words:** Soybean cultivars; Soymilk; Stability; Protein content

豆浆是我国的传统食品,豆浆中不含胆固醇和淀粉,适合糖尿病人和肥胖者饮用,还有助于儿童大脑皮质等中枢神经组织的发育,促进儿童牙齿蛋白质组织的生长<sup>[1]</sup>。研究表明通过优化工艺可以改善豆浆的品质性状,例如适当增加大豆质量,延长豆浆机打浆的工作时间可提高豆浆的营养价值<sup>[2]</sup>;在90℃加热15~20 min的豆浆不仅其粒径分布显著改善,而且豆浆风味更佳<sup>[3-4]</sup>;浸泡时间和温度对豆浆的特性会产生显著影响<sup>[5-6]</sup>。

稳定性和蛋白质含量是衡量豆浆品质的重要指标,关于大豆品种与豆浆稳定性、蛋白质含量及蛋白质回收率的关系,还缺少系统研究。

本试验以36个大豆品种为材料,采用豆浆机直接制作豆浆的方式,研究了大豆品种与豆浆稳定性、蛋白质含量及其回收率的关系,为豆浆专用品种的筛选提供了依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于2012年在东北农业大学耕作实验室进行。以来自黑龙江、吉林、河北3省的36个大豆品种为材料进行豆浆制备。首先称取65.2 g大豆,清洗干净后室温下浸泡10 h,将浸泡后滤去明水的大豆倒入豆浆机内,加1 100 mL蒸馏水,启动豆浆机(九阳DJ13B-C82D)豆浆功能,自动完成制作过程后用40目过滤网过滤即得试验所用鲜豆浆。

### 1.2 测定项目与方法

**1.2.1 豆浆稳定性** 取1 mL豆浆用蒸馏水稀释50倍,其中一部分于4 000 r·min<sup>-1</sup>离心5 min,在785 nm波长下用分光光度计分别测定豆浆离心前后的吸光值,离心后的吸光值/离心前的吸光值即为豆浆的稳定系数<sup>[7]</sup>。

收稿日期:2013-09-25

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2014BAD11B01);黑龙江省科技攻关项目(GA09B104-1)。

第一作者简介:唐文义(1988-),男,在读硕士,主要从事大豆栽培生理研究。E-mail:tangwenyicomeon@163.com。

通讯作者:龚振平(1966-),男,博士,教授,主要从事大豆栽培生理及保护性耕作研究。E-mail:gzyx2004@163.com。

1.2.2 蛋白质含量 将试样加入到消煮管中,以  $K_2SO_4$  和  $CuSO_4$  为催化剂,浓  $H_2SO_4$  消煮后,采用全自动凯氏定氮仪测定氮含量,计算得到蛋白质含量,公式如下:

$$\text{蛋白质含量}(\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times c \times 0.0140}{m \times V_3 / 50} \times$$

6.25 × 100

$V_1$  为试液消耗盐酸标准液的体积(mL),  $V_2$  为试剂空白消耗盐酸标准液的体积(mL),  $V_3$  为吸取消化液的体积(mL),  $c$  为盐酸标准液浓度( $mol \cdot L^{-1}$ ),  $m$  为试样质量(g)。

1.2.3 大豆籽粒脂肪含量 准确称取经粉碎干燥的大豆样品 0.500 g 装入干燥的滤纸筒内,采用索氏抽提法用石油醚在 65℃ 的恒温水浴锅中反复萃取约 12 h,提取并测定脂肪含量。

1.2.4 蛋白质回收率 计算公式如下:

蛋白质回收率(%) = 鲜豆浆中所含蛋白含量/原料大豆籽粒中蛋白含量 × 100。

### 1.3 数据分析

采用 SPSS 17.0 进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 参试大豆籽粒品质特性

供试验的 36 个大豆品种百粒重变幅为 8.43 ~ 25.77 g,包含了各种粒型大豆;蛋白质含量变幅为 32.65%~43.57%,91.67% 的大豆品种蛋白质含量达到了豆制食品业大豆一级质量标准要求(GB8611-88);脂肪含量变幅为 15.32%~24.58%(表 1)。表明参试品种类型丰富,具有代表性。

表 1 大豆品种籽粒品质特性  
Table 1 Seeds quality of different soybean cultivars

大豆品种 Soybean cultivars	百粒重 100-seed weight/g	蛋白含量 Protein content/%	脂肪含量 Fat content/%	大豆品种 Soybean cultivars	百粒重 100-seed weight/g	蛋白含量 Protein content/%	脂肪含量 Fat content/%
五星 4 号 Wuxing 4	25.77 ± 0.50	43.57 ± 1.06	15.32 ± 0.20	黑河 36 Heihe 36	16.88 ± 0.24	33.64 ± 0.84	19.35 ± 0.24
冀豆 20 Jidou 20	24.91 ± 0.28	41.30 ± 0.54	16.38 ± 1.83	合丰 52 Hefeng 52	16.64 ± 0.23	36.89 ± 0.91	19.81 ± 0.05
垦豆 18 Kendou 18	24.03 ± 0.25	41.29 ± 1.09	21.34 ± 1.29	绥农 14 Suinong 14	16.48 ± 0.15	37.08 ± 0.67	22.24 ± 0.58
合丰 45 Hefeng 45	21.04 ± 0.11	38.63 ± 0.49	21.46 ± 1.27	垦农 35 Kennong 35	16.35 ± 0.12	34.55 ± 1.31	24.58 ± 0.20
东农 4400 Dongnong 4400	21.01 ± 0.43	42.32 ± 1.59	16.93 ± 0.72	黑农 64 Heinong 64	16.23 ± 0.26	36.83 ± 1.40	21.54 ± 0.38
冀豆 12 Jidou 12	20.56 ± 0.28	43.38 ± 1.84	17.90 ± 1.42	垦农 25 Kennong 25	15.83 ± 0.35	38.13 ± 2.77	21.14 ± 0.65
合丰 47 Hefeng 47	19.18 ± 0.19	37.29 ± 0.76	19.19 ± 0.27	黑河 46 Heihe 46	15.82 ± 0.05	35.58 ± 0.66	20.70 ± 0.13
吉育 86 JiYu 86	18.72 ± 0.22	39.27 ± 1.15	20.55 ± 0.14	合丰 39 Hefeng 39	15.71 ± 0.25	35.29 ± 0.79	21.91 ± 0.29
垦丰 20 Kenfeng 20	18.54 ± 0.10	36.70 ± 0.83	19.36 ± 0.46	黑农 68 Heinong 68	15.40 ± 0.25	36.61 ± 0.83	21.67 ± 0.90
绥无腥豆 1 号 Suiwuxingdou 1	18.51 ± 0.14	38.92 ± 1.46	19.84 ± 0.07	垦农 33 Kennong 33	15.16 ± 0.03	33.74 ± 0.30	21.59 ± 0.31
绥农 28 Suinong 28	18.51 ± 0.08	38.78 ± 0.54	19.87 ± 0.48	垦丰 16 Kenfeng 16	14.88 ± 0.14	43.34 ± 0.66	22.94 ± 1.50
垦豆 33 Kendou 33	18.43 ± 0.08	36.02 ± 0.61	20.55 ± 0.27	垦农 23 Kennong 23	14.66 ± 0.06	37.38 ± 3.65	21.71 ± 1.39
东农 42 Dongnong 42	18.31 ± 0.06	42.50 ± 0.33	20.88 ± 0.09	合丰 51 Hefeng 51	14.42 ± 0.22	40.52 ± 1.96	21.49 ± 0.55
东农 47 Dongnong 47	18.29 ± 0.20	38.17 ± 2.36	21.12 ± 0.43	垦农 18 Kennong 18	13.41 ± 0.07	34.11 ± 2.46	23.21 ± 0.43
黑河 50 Heihe 50	17.32 ± 0.17	38.60 ± 1.25	18.98 ± 0.37	垦农 32 Kennong 32	13.32 ± 0.05	36.82 ± 1.86	21.35 ± 0.87
黑农 48 Heinong 48	17.27 ± 0.15	39.97 ± 0.86	19.08 ± 0.20	绥小粒豆 2 号 Suixiaolidou 2	10.49 ± 0.19	32.65 ± 2.09	21.13 ± 0.56
东农 44 Dongnong 44	17.15 ± 0.12	41.29 ± 0.88	18.71 ± 0.03	吉小粒豆 1 号 Jixiaolidou 1	8.71 ± 0.15	34.29 ± 0.47	17.40 ± 0.63
黑河 53 Heihe 53	17.04 ± 0.13	37.64 ± 0.74	21.50 ± 0.21	东农 690 Dongnong 690	8.43 ± 0.08	38.51 ± 1.35	21.39 ± 0.77

### 2.2 豆浆的稳定系数、蛋白质含量及蛋白质回收率差异

2.2.1 稳定系数 由表 2 可知,不同品种间的豆浆稳定性差异明显,稳定系数变幅为 0.576 ~ 0.786,

变异系数为 6.85%。稳定性大于 0.750 的有 5 个,占供试品种的 13.89%;在 0.700 ~ 0.750 的有 12 个,占供试品种的 33.33%;在 0.650 ~ 0.699 的有 14 个,占供试品种的 38.89%;小于 0.650 的有 5

个,占供试品种的 13.89%。就所选品种而言,垦农 18、垦农 35、垦农 32、黑农 68、合丰 52 等品种的稳定性较高,而冀豆 12、东农 47、黑农 48、东农 690、黑河 46 等品种的稳定性较差。

2.2.2 蛋白质含量 由表 2 可知,蛋白质平均含量为  $1.67\text{ g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ,变幅为  $1.01\sim 2.56\text{ g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ ,变异系数为 19.16%。大豆不同品种间豆浆蛋白质含量差异明显,蛋白质含量在  $2.50\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$  以上的品种只有 1 个(绥小粒豆 2 号),占供试品种的 2.78%;在  $2.00\sim 2.49\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$  的有 5 个,占供试品种的 13.89%;在  $1.50\sim 1.99\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$  的有 21 个,占供试品种的 58.33%;低于  $1.49\text{ g}\cdot 100\text{ mL}^{-1}$  的有 9 个,占供试品种的 25.00%。

表 2 不同大豆品种制备豆浆的特性

Table 2 The characteristics of soymilk made by different soybean cultivars

大豆品种 Soybean cultivars	稳定系数 Stability coefficient	蛋白质回收率 Protein recovery rate/%	蛋白质含量 Protein content/ g·100 mL <sup>-1</sup>	大豆品种 Soybean cultivars	稳定系数 Stability coefficient	蛋白质回收率 Protein recovery rate/%	蛋白质含量 Protein content/ g·100 mL <sup>-1</sup>
垦农 18 Kennong 18	0.786	54.24	$1.55\pm 0.15$	垦豆 18 Kendou 18	0.692	44.53	$1.53\pm 0.28$
垦农 35 Kennong 35	0.776	47.02	$1.37\pm 0.16$	垦丰 20 Kenfeng 20	0.690	52.44	$1.51\pm 0.01$
垦农 32 Kennong 32	0.768	33.04	$1.01\pm 0.05$	绥小粒豆 2 号 Suixiaolidou 2	0.686	88.71	$2.56\pm 0.33$
黑农 68 Heinong 68	0.762	36.54	$1.12\pm 0.08$	黑河 36 Heihe 36	0.679	71.26	$2.02\pm 0.06$
合丰 52 Hefeng 52	0.752	63.02	$2.01\pm 0.07$	五星 4 号 Wuxing 4	0.679	44.00	$1.62\pm 0.29$
垦农 23 Kennong 23	0.750	49.67	$1.50\pm 0.11$	东农 44 Dongnong 44	0.678	61.35	$2.07\pm 0.07$
黑河 53 Heihe 53	0.745	49.81	$1.58\pm 0.13$	合丰 51 Hefeng 51	0.675	47.25	$1.60\pm 0.18$
绥农 28 Suinong 28	0.743	48.41	$1.56\pm 0.23$	黑农 64 Heinong 64	0.675	53.18	$1.64\pm 0.11$
合丰 45 Hefeng 45	0.738	43.89	$1.30\pm 0.05$	东农 42 Dongnong 42	0.672	46.19	$1.52\pm 0.28$
垦农 33 Kennong 33	0.738	68.23	$1.94\pm 0.14$	垦农 25 Kennong 25	0.669	46.34	$1.47\pm 0.08$
黑河 50 Heihe 50	0.734	58.99	$1.92\pm 0.05$	冀豆 20 Jidou 20	0.663	51.22	$1.76\pm 0.23$
合丰 47 Hefeng 47	0.725	54.24	$1.69\pm 0.20$	合丰 39 Hefeng 39	0.661	72.58	$2.16\pm 0.02$
吉育 86 Jiyu 86	0.724	53.99	$1.79\pm 0.20$	吉小粒豆 1 号 Jixiaolidou 1	0.659	45.60	$1.27\pm 0.07$
绥农 14 Suinong 14	0.721	51.17	$1.56\pm 0.11$	冀豆 12 Jidou 12	0.642	45.93	$1.68\pm 0.25$
垦丰 16 Kenfeng 16	0.720	54.49	$1.89\pm 0.07$	东农 47 Dongnong 47	0.639	36.90	$1.18\pm 0.15$
绥无腥豆 1 号 Suiwuxingdou 1	0.710	58.73	$1.87\pm 0.21$	黑农 48 Heinong 48	0.633	62.43	$2.01\pm 0.25$
垦豆 33 Kendou 33	0.709	44.64	$1.35\pm 0.31$	东农 690 Dongnong 690	0.616	60.67	$1.95\pm 0.06$
东农 4400 Dongnong 4400	0.694	53.51	$1.91\pm 0.19$	黑河 46 Heihe 46	0.576	49.69	$1.49\pm 0.12$

2.3 大豆籽粒品质与豆浆特性的相关性分析

由表 3 可知,百粒重与籽粒蛋白质含量呈极显著正相关,而与籽粒脂肪含量呈极显著负相关,相关系数分别为 0.582、-0.462;籽粒蛋白质含量与

2.2.3 蛋白质回收率 蛋白质回收率是蛋白质利用程度的重要评价指标。由表 2 可知,不同品种间蛋白质回收率差异较大,变幅为 33.04%~88.71%,变异系数为 20.65%。回收率在 80.00% 以上的有 1 个,占供试品种的 2.78%;在 60.00%~79.99% 的有 7 个,占供试品种的 19.44%;在 40.00%~59.99% 的有 25 个,占供试品种的 69.44%;在 39.99% 以下的有 3 个,占供试品种的 8.33%。就所选品种而言,绥小粒豆 2 号、合丰 39、黑河 36、垦农 33、合丰 52 的蛋白质回收率较高,而吉林小粒豆 1 号、合丰 45、东农 47、黑农 68、垦农 32 的蛋白质回收率较低。

籽粒脂肪含量、蛋白质回收率呈显著负相关,相关系数为 -0.421、-0.345;籽粒脂肪含量与稳定系数呈显著正相关,相关系数为 0.377;豆浆蛋白质含量与豆浆回收率呈极显著正相关,相关系数为 0.930。

表 3 大豆品种籽粒品质与豆浆特性指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of soybean seed quality and soymilk quality index

性状 Character	百粒重 100-seed weight	籽粒蛋白 含量 Seed protein content	籽粒脂肪 含量 Seed fat content	豆浆蛋白质 含量 Soymilk protein content	豆浆稳定 系数 Soymilk stability coefficient
籽粒蛋白含量 Seed protein content	0.582 **				
籽粒脂肪含量 Seed fat content	-0.462 **	-0.421 *			
豆浆蛋白含量 Soymilk protein content	-0.088	-0.003	-0.179		
豆浆稳定系数 Soymilk stability coefficient	-0.009	-0.231	0.377 *	-0.216	
蛋白质回收率 Protein recovery rate	-0.284	-0.345 *	-0.005	0.930 **	-0.130

\* 和 \*\* 分别表示 0.05 和 0.01 水平显著相关。

\* and \*\* indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

### 3 讨 论

供试的 36 个大豆品种,其加工出的鲜豆浆的稳定性、蛋白质含量以及蛋白质回收率的差异很大。主要是由于大豆品种籽粒品质特性的不同而引起的。说明豆浆的稳定性、蛋白质含量以及蛋白质回收率受大豆品种本身的特性影响比较大。

本试验表明,蛋白质回收率与大豆籽粒的蛋白质含量呈显著负相关。即随着大豆籽粒蛋白质含量的增加,得到的豆浆蛋白质回收率却下降。可能是由于大豆籽粒蛋白质含量高,打浆后得到的豆渣也就越多,而豆渣中的蛋白质占据了大豆籽粒中的大部分蛋白质,并且被滤网过滤除去,所以导致了蛋白质回收率的下降。

在豆浆的生产过程中,保持豆浆体系的稳定性十分重要。朱伟光等<sup>[8]</sup>的研究表明高压均质、控制水质的 pH、加入合适浓度的低价盐均有利于保持豆浆体系的稳定性。本试验结果表明,豆浆的稳定性与豆种脂肪含量呈显著正相关,如供试品种垦农 35、垦农 32、黑农 68,稳定系数在 0.750 以上,而其脂肪含量均较高。

### 参考文献

[1] 张海波. 浅析大豆的营养价值及加工利用[J]. 山西农业科学, 2009,37(5):73-75. (Zhang H B. Preliminary review on the nutritional value of soybean and its processing and utilization[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences,2009,37(5):73-75.)

[2] 李莹莹,笪久香,栾广忠,等. 不同干豆豆浆机制备豆浆的主要品质评价[J]. 大豆科学,2011,30(3):493-496. (Li Y Y, Da J X, Luan G Z, et al. Properties of home-made soymilk prepared by three automatic soymilk makers[J]. Soybean Science, 2011, 30(3):493-496.)

[3] 崔亚丽,李莹莹,栾广忠. 豆浆粒径与豆浆品质的关系研究[J]. 大豆科学,2012,31(1):103-107. (Cui Y L, Li Y Y, Luan G Z. Relationship between particle size and quality of soymilk[J]. Soybean Science,2012,31(1):103-107.)

[4] 愈小良,陈杰,孟岳成,等. 豆浆前处理工艺对其粒径分布及感官品质影响的研究[J]. 食品工业科技,2010,31(3):131-134. (Yu X L, Chen J, Meng Y C, et al. Study on the particle size distribution and sensory quality of soymilk influenced by pretreatment[J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 31(3):131-134.)

[5] 范志军,江连洲. 豆浆生产中提高大豆蛋白质抽出率的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2011,23(6):64-68. (Fan Z J, Jiang L Z. Study on the increase productivity of soy protein extraction rate of soya-bean milk production[J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University,2011,23(6):64-68.)

[6] Pan Z, Tangatanavalee W. Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions[J]. LWT-Food Science and Technology, 2003,36:143-151.

[7] 苗颖,马莺. 以发芽大豆为原料制备高钙豆乳[J]. 食品与发酵工业,2005,31(6):120-122. (Miao Y, Ma Y. The sprouted soybean as raw material to prepare high calcium soymilk[J]. Food and Fermentation Industries,2005,31(6):120-122.)

[8] 朱伟光,汪立平,俞骏. 豆浆稳定性工艺优化的研究[J]. 大豆科学,2009,28(5):898-905. (Zhu W G, Wang L P, Yu J. Technology optimization for soybean milk stability[J]. Soybean Science,2009,28(5):898-905.)