

传统大豆加工制品对大豆原料品质的要求

兰 静¹,赵 琳¹,郭燕枝²,张瑞英¹

(1. 黑龙江省农业科学院 农产品质量安全研究所/农业部农产品质量安全风险评估实验室(哈尔滨),黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 农业部食品与营养发展研究所,北京 100081)

摘 要:传统大豆制品在我国具有悠久的历史 and 广大的市场。大豆原料的品质对传统大豆制品的生产和销售等有较大的影响。因采用加工工艺和产品的不同,传统大豆制品对大豆品质要求也不尽相同,例如豆腐用大豆要求籽粒饱满、蛋白质含量高、亚基 11S/7S 含量低;豆浆用大豆要求外观品质好、蛋白质和水苏糖含量高、亚麻酸、油酸和亚油酸含量要低;菜用大豆应选择蔗糖、天门冬氨酸与谷氨酸含量高的品种;豆芽用大豆需选择小粒、发芽率高、脂肪含量低、蛋白质和碳水化合物含量高的大豆品种;豆豉和纳豆用大豆要求籽粒吸水 and 保水能力强、蒸煮特性好的品种;酱油用大豆应选择不饱和脂肪酸、糖分、球蛋白及脂肪含量较高的品种等。本文对国内外大豆加工制品对大豆原料品质要求的相关研究结果进行了综述,旨在为大豆品质育种以及大豆加工制品适宜材料的选择提供理论基础。

关键词:传统大豆制品;大豆原料;品质
中图分类号:S565. 1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 04. 0731

Summary on Quality Requirement of Soybean Material in Traditional Soybean Products

LAN Jing¹, ZHAO Lin¹, GUO Yan-zhi², ZHANG Rui-ying¹

(1. Institute of Agricultural Products Quality and Safety of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Laboratory on Agricultural Products Quality and Risk Evaluation of Ministry of Agriculture(Harbin), Harbin 150086, China; 2. Institute of Food and Nutrition Development, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China)

Abstract: Traditionnal soybean products have long history and broad market in China. The quality of soybean materials have a great impact on the production and sales of traditional soybean products. Due to different soybean materials processing technologies, and traditional products types, the quality characteristics of soybean are also different. Tofu require good ground, high protein and low 11S/7S subunit varieties. Soybean milk needs good appearance,high protein and stachyose,low linolenic acid,oleic acid and linoleic acid varieties. Vegetable soybean should have good quality,high sucrose, aminosuccinic acid and glutamic acid content. Soybean sprouts require little size,high sprouting rate,low fat content and high protein and carbohydrate. Soybeans adequate for tempeh and natto production require strong water absorption and retention,good steaming and boiling properties. For soy sauce production are required high unsaturated fatty acid,suger,globullin and fat content. Research results from domestic and foreign researchers were summarized in this review. The objective is to provide theoretical basis for soybean quality breeding and variety slection of soybean products.

Keywords: Traditional soybean products; Soybean materials; Quality; Research advances

中国是大豆的故乡,也是大豆制品的发源地。2012 年我国大豆产量1 304. 97 万 t^[1],其中用于食品加工的总量超过了1 000 万 t,占总产量的 75% 以上。大豆制品按照加工工艺分为传统发酵大豆制品及非发酵大豆制品。传统发酵大豆制品包括酱油、豆酱制品、腐乳、纳豆、豆豉、大豆发酵饮料及发酵豆渣制品等;非发酵大豆制品包括豆腐、腐竹、豆乳类制品、卤制豆制品、冷冻豆制品、油炸豆制品、干燥豆制品、豆腐脑及可直接食用的菜用豆、豆芽等。

大豆制品的品质与大豆原料的品质紧密相关,大豆原料的专用化对提高豆制品得率、改善产品结

构和口感以及实现大豆食品加工的自动化具有重要价值。我国育种工作者已培育出一大批适合豆制品加工的专用品种,如豆腐专用品种黑河 49、东农 48、辽豆 21 等;豆浆专用品种有绥农 5 号、东农 42、合丰 33 等品种;豆酱专用品种有东农 34、黑农 32 等;纳豆专用品种有红丰小粒豆 1 号、东农超小粒 1 号、黑农小粒豆 1 号等;豆豉专用品种黑农 39 等。由于我国大豆多为农户分散种植,无法规模性提供专用化大豆,大豆品种普遍存在混种混收状况,大豆原料品质不一,导致大豆专用品种在实际生产中未形成规模,市场占有率较低,大豆加工企业很难收购到专用大豆品种。目前大豆育种研究

收稿日期:2014-08-22
基金项目:国家粮油作物产品质量安全风险项目(GJFP 201500703)。
第一作者简介:兰静(1968-),女,研究员,主要从事农产品质量安全评价。E-mail:15004681709@163.com。
通讯作者:张瑞英(1963-),女,研究员,主要从事生物技术及农产品质量安全评价。E-mal:zhuruiying@163.com。

与大豆加工脱节,如何从源头抓好大豆原料的生产,为企业生产高品质豆制品提供优质原料,已成为大豆食品工业持续健康发展的关键问题之一。本文就主要传统豆制品品质与大豆品质性状研究进展做一概述,旨在为大豆品质育种以及大豆加工制品适宜材料的选择提供理论基础。

1 豆腐用大豆品种的品质要求

1.1 蛋白质含量与豆腐的产量关系

在传统大豆食品中,豆腐占据了50%的消费份额,是重要的蛋白质产品。目前豆腐品质与大豆品质关系研究较多,由于采用的大豆原料和制作的豆腐产品类型不同,结果也不尽相同。Poysa等^[2]采用加拿大不同蛋白质含量(44%~48%)的5个大豆品种和5个品系研究蛋白质含量与GDL(葡萄糖酸- δ -内酯)豆腐产量的关系,结果表明,大豆蛋白质含量与GDL豆腐得率呈显著正相关。金骏培等^[3]采用黄淮地区50个大豆品种研究结果表明,干豆腐与湿豆腐的产量与蛋白质含量极显著正相关(r 分别为0.871和0.706)。Bhardwaj等^[4]采用美国大豆却得出了与Poysa等相反的结论,即豆腐产量与蛋白质含量极显著负相关($r = -0.82$)。而Mujoo等^[5]和Wang等^[6]的研究发现大豆蛋白质含量与豆腐产量没有显著的相关关系。

1.2 蛋白质亚基组成与豆腐加工特性的关系

大豆贮藏蛋白的主要成分是大豆球蛋白(11S)和 β -伴球蛋白(7S),它们对大豆蛋白的功能特性有不同的作用^[7]。一些研究结果表明11S含量、11S/7S比值与豆腐凝胶硬度呈显著正相关^[5,8],11S/7S比值低则豆腐凝胶变软。Ji等^[9]的研究表明,高11S/7S比值的大豆品种制作的豆腐得率较低,而硬度和粘结性较大。大豆的11S/7S比值显著影响豆腐的品质,GDL豆腐制作宜选择11S/7S比值较低的大豆品种。

1.3 脂肪含量与豆腐品质的相关性

大豆脂肪是影响豆腐品质特性的又一重要因素。Smith等^[10]研究表明,豆腐中脂肪含量与大豆中脂肪含量相关不显著。钱虎钧等^[11]研究结果指出,提高大豆籽粒脂肪含量能较大地促进干豆腐脂肪含量的提高。豆腐中脂肪含量与大豆原料中的脂肪含量呈正相关($r = 0.80$)^[6],即大豆中脂肪含量高的品种制作的豆腐脂肪含量也高;但是大豆品种中脂肪含量与GDL豆腐的得率、硬度呈负相关($r = -0.71, -0.35$)^[2]。

1.4 植酸含量与豆腐品质的相关性

植酸在豆腐凝胶形成过程中起着重要角色,对

豆腐的品质产生影响。Wang等^[6]和Saio等^[12]的研究指出,大豆中的植酸与豆腐中的钙呈显著相关关系,豆腐中的钙与豆腐的硬度和弹性呈显著相关关系,从而植酸能影响豆腐的得率和质地。但是Lim等^[13]研究结果表明,植酸的含量与豆腐的硬度没有显著的相关性。

综上所述多是对大豆中某一成分与豆腐品质相关性分析,但是豆腐制作与分析方法较为复杂,不同试验材料和实验条件的差异也影响了结果的重复性。籽粒饱满、蛋白质含量高的大豆制作的豆腐得率高、口感好;11S球蛋白含量高的品种制作的豆腐容易凝固、有弹性。因此在豆腐加工专用大豆品种选育过程中应以豆腐产品的得率和食用品质性状为判定依据。

2 豆浆用大豆的品质要求

豆浆含有丰富的植物蛋白和磷脂,不饱和脂肪酸含量占较大比例,且胆固醇含量几乎为零。此外,豆浆还含有铁、钙等矿物质,尤其是其所含的钙,虽不及豆腐,但比其它任何乳类产品都高。

大豆品种的品质性状与豆浆产量和品质的关系对豆浆加工专用品种的选育很重要,可以作为豆浆加工专用品种选育的辅助依据。相关研究表明,豆浆蛋白质含量与大豆粗蛋白质含量有关^[4,14-16]。Ohara^[17]分析了豆浆蛋白质含量与籽粒性状的关系,发现豆浆蛋白质含量与灰分含量呈正相关,与糖类及脂肪含量呈负相关。豆浆蛋白质抽提率与大豆蛋白质含量相关性不显著。大豆蛋白质、水苏糖含量和大豆粒重与豆浆产量呈正相关,与豆浆固形物呈负相关;大豆脂肪、可溶性糖、蔗糖含量及不溶性碳水化合物和矿物质与豆浆产量呈负相关,与豆浆固形物含量呈正相关^[2]。

马磊研究结果表明豆奶的整体风味协调性与豆奶色泽、甜度、香味、口感稠厚度、口感爽滑度显著相关,其中与甜度($r = 0.538^{**}$)和口感爽滑度($r = 0.384^{**}$)相关达极显著水平^[18],说明豆奶的整体风味协调性能够相对准确地反映豆奶的整体风味优劣,可以作为豆奶专用品种选育的首要指标加以利用。豆奶的风味品质与大豆籽粒的品质性状密切相关,特别是可溶性固形物、亚麻酸、油酸和亚油酸对豆奶风味品质起重要的作用,且主要影响其整体风味协调性。

筛选豆浆用大豆品种时应选择亚麻酸、油酸和亚油酸含量较低的大豆品种,这样的原料加工的豆浆无豆腥味,颜色白。同时应兼顾选择具有粒大饱满、外观品质好、蛋白质和水苏糖含量高等特点的

大豆品种。

3 菜用大豆品质要求

3.1 外观要求

外观品质是菜用大豆最重要的商品品质之一。亚洲蔬菜研究与发展中心 (AVRDC) 认为菜用大豆应粒大、荚大、粒多、颜色浅绿、灰脐或浅褐脐、荚上的茸毛较少且为白毛或灰毛。武天龙等^[19] 研究认为菜用大豆鲜百粒重为 60.79 ~ 70.55 g, 鲜百荚重为 257.47 ~ 302.15 g, 鲜荚皮宽为 14.5 ~ 1.62 cm, 鲜荚皮长为 5.24 ~ 5.98 cm。

3.2 食味要求

菜用大豆食味要求主要体现在甜度、鲜度、口感、质地、风味和糯性等方面。一般甜度高的菜用大豆口感好, 甜度主要取决于籽粒中的蔗糖含量, 蔗糖含量的高低是评价菜用大豆甜度的重要指标。一般要求菜用大豆蔗糖含量最低为 3.34% (以干基计)^[20]。王丹英等^[21] 研究指出, 菜用大豆中蔗糖含量与甜味得分呈显著正相关 ($r = 0.977^*$); Masuda 等^[22] 指出, 每 100 g 未熟鲜菜用大豆蔗糖含量低于 1.8 g 的口感会较差, 蔗糖含量高于 4 g 的品种适于作菜用大豆育种的亲本材料。蔗糖含量低但淀粉含量高的一些品种也可作菜用大豆, 因为在蒸煮过程中淀粉降解, 产生麦芽糖。菜用大豆的鲜味主要取决于游离氨基酸的含量, 其中鲜味得分与天冬氨酸呈极显著正相关 ($r = 964^{**}$), 与谷氨酸显著正相关 ($r = 0.939^*$), 因此在评价菜用大豆的食味品质时, 建议把菜用大豆籽粒的蔗糖含量作为评价菜用大豆食味品质中的甜味因子, 将天冬氨酸和谷氨酸的含量作为评价菜用大豆鲜味的主要指标。

3.3 营养品质要求

菜用大豆籽粒蛋白质含量范围为 35.25% ~ 45.48% (以干基计), 平均含量 39.93%^[23]。与粒用大豆比较, 菜用大豆含有丰富的游离氨基酸, Yanagisaw^[24] 研究认为菜用大豆游离氨基酸含量最高的是天冬门酞氨, 其次是丙氨酸, 谷氨酸位于第三。菜用大豆还含有 Ca、Fe、Mg 等多种矿物质和维生素, 包括普通大豆所缺乏的维生素 C, 每 100 g 鲜豆籽粒含维生素 C 为 14.70 ~ 40.80 mg, 平均值为 27.56 mg。

在菜用大豆专用品种评价过程中, 在外观品质评价基础上, 除常规营养指标外应增加蔗糖、游离氨基酸特别是天门冬氨酸与谷氨酸含量等指标的检测。

4 豆芽用大豆品质要求

豆芽用大豆是一种专用型大豆, 主要用途是生

产豆芽。肖伶俐等^[25] 研究表明, 大豆的千粒重与豆芽产出量呈极显著负相关。Lee 等^[26] 研究表明小粒大豆品种一般具有较高的发芽率、吸水性和豆芽产出量。中小粒是基础, 决定芽用大豆品种的选育方向, 并兼顾其它品质性状。李振华等^[27] 的研究结果表明, 不同籽粒大小的大豆品种其蛋白质和脂肪含量无显著差异, 但小粒品种可溶性糖含量显著偏低, 与罗珊等^[28] 的研究结果一致。刘珊珊^[29] 指出, 芽用大豆要求种皮有光泽, 种子活力强, 发芽率高, 抗病强, 耐贮藏, 脂肪含量低, 蛋白质和碳水化合物含量高。由于芽用大豆品种中, 小粒品种豆芽产出率高, 而大粒大豆品种豆芽营养品质较好。因此筛选豆芽品种时应选取种皮色泽亮, 外形完整, 百粒重 10.0 ~ 14.9 g, 发芽率高, 豆芽生长快, 芽长, 脂肪含量低, 蛋白质和碳水化合物含量高的大豆品种。

5 豆豉与纳豆用大豆品质的要求

5.1 豆豉大豆品质要求

豆豉是我国传统发酵豆制品, 含有丰富的蛋白质 (20%)、脂肪 (7%) 和碳水化合物 (25%), 且含有人体所需的多种氨基酸和多种矿物质与维生素及黄酮类化合物等营养物质。

豆豉用大豆要求大粒, 易煮烂, 种皮黑色或褐色, 蛋白质含量低, 糖分含量高, 色素浸出量高, 口感好。蔡位辉等的研究表明, 大豆蒸煮可使大豆组织软化, 蛋白质适当变性, 有利于菌体分泌酶分解蛋白质, 如果蒸煮不足或过度, 蒸煮大豆在发酵过程中会因为蛋白质未变性或过度变性, 出现异常发酵现象^[30]。另外蒸煮不足缺乏酯香味, 蒸煮过度, 酯香味会挥发掉。

5.2 纳豆用大豆品质要求

纳豆初始于中国的豆豉, 是蒸煮后的大豆经纳豆芽孢杆菌发酵而成, 含金雀异黄酮、葡萄糖、维生素 K₂ 和多聚谷氨酸等。纳豆是蛋白质和脂肪含量最丰富的植物性食品。纳豆系高蛋白滋养食品, 纳豆中含有的植物醇素, 可排除体内多余胆固醇、分解体内脂肪酸, 使异常血压恢复正常。

纳豆用原料大豆随产地和品种之不同, 籽粒有大有小, 籽粒大小和吸水量有关。通常情况下, 纳豆用大豆品种要求籽粒吸水、保水能力强; 脐色呈白色、浅黄色、黄色或棕色; 粒形整齐一致, 小粒或极小粒; 蒸煮特性好。Bachman 等^[31] 研究表明, 纳豆用大豆籽粒碳水化合物含量要高, 以利于纳豆在发酵过程中蔗糖的快速形成。Zhang 等^[32] 采用 54 个美国大豆品种 (系) 和 51 个亚洲大豆品种 (系) 研究表明, 美国小粒大豆吸水率高, 结构松软, 石豆比

率低,适于制作纳豆。

6 酱油用大豆品质要求

酱油别名酱汁、酱清、清酱、豉汁、豉油,创始于我国,已有两千多年的历史,是我国人民日常生活中不可缺少的调味品。大豆是制作酱油的主要原料之一,大豆中不饱和脂肪酸和卵磷脂影响酱油风味和质地,糖分含量和球蛋白含量决定酱油的产率和口感^[33]。赵德安^[34]指出,在酱油发酵过程中,脂肪酶催化水解脂肪酸与甘油,脂肪酸与醇结合生成酯。甘油转化为有机酸,进一步与醇结合生成酯。大豆酱油香气浓重与脂肪酸乙酯及其它酯类有关。所以,筛选酱油用大豆品种时应选择不饱和脂肪酸含量、糖分含量和球蛋白含量及脂肪含量较高的品种。

7 展望

我国食品大豆育种目标是提高大豆蛋白质和脂肪含量。目前已培育出专用化食品大豆优良品种,但是由于没有形成大豆专用化种植带,致使我国大豆的非转基因、高蛋白等独特优势未能发挥出来。

日本对大豆品种展开适应性评价,按照企业和消费者嗜好要求培育大豆品种。美国大豆质量年报作为出口大豆品质数据,自从1986年问世以来,一直将大豆蛋白质和脂肪含量作为主要品质指标。2007年美国食品大豆质量年报形成,大豆品质指标增加了可溶性糖(蔗糖、棉子糖、水苏糖)、赖氨酸、氨基酸(5种主要氨基酸和10种非主要氨基酸)等营养指标。我国专用大豆生产种植应借鉴发达国家先进经验,调整育种目标和理念,提高我国大豆专供和专用化种植的水平。

目前我国育种工作者在培育大豆专用品种时过于强调高蛋白质和高脂肪含量,忽略了对大豆制品品质有重大影响的其它营养指标,如水苏糖、蔗糖、游离氨基酸、不饱和脂肪酸含量等,故建议在大豆专用品种的选育和评价时增加相应指标的筛选,针对不同大豆制品增加不同的营养指标,以期获得更多适宜加工的优质专用原料,加速大豆加工的产业化进程。

参考文献

[1] 中华人民共和国农业部种植业司,农作物数据库, <http://202.127.42.157>. (Planting division of Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Crop database, <http://202.127.42.157>.)

[2] Poysa V, Woodrow L. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality[J]. Food Research International, 2005, 35: 337-345.

[3] 金骏培,盖钧锰. 大豆地方品种豆腐产量、品质及有关加工性状的相关[J]. 中国农业科学,1996,26(2):28-33. (Jin P J, Gai J Y. Correlation analysea regarding Tofu yield, quality and processing traits of soybean landraces[J]. Scientia Agricultura Sinica,1996,26(2):28-33.

[4] Bhardwaj H L, Bhagsar A S, Joshi J M, et al. Yield and quality of soymilk and tofu made from soybean genotypes grown at four locations[J]. Crop Science, 1999, 39: 401-405.

[5] Rajni M, Dianne T T, Perry K W Ng. Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture [J]. Food Chemistry, 2003, 82: 265-273.

[6] Wang H L, Swain E W, Wolek W F. Effect of Soybean varieties on the yield and quality of Tofu[J]. Cereal Chemistry, 1983, 60(3):245-248.

[7] Fukushin D. Structure of plant storage proteins and their functions [J]. Food reviews Internatioal,1991,7(3):353-379.

[8] 刘志胜. 豆腐凝胶的研究[D]. 北京:中国农业大学,2000. (Liu Z S. Research on tofu gel[D]. Beijing: China Agricultural University, 2000.

[9] Ji M P, Cai T D, Chang K C. Tofu yield and texture properties from three soybean cultivars as affected by ratios of 7s and 11s proteins[J]. Journal of Food science, 1999, 64(5):763-767.

[10] Smith A K, Watanabe T, Nash A M. Tofu from Japanese and United States soybeans [J]. Food Technology, 1960, 14(7):332-336.

[11] 钱虎君,盖钧锰,吉东风,等. 干豆乳和干豆腐产量遗传的母体效应分析[J]. 中国农业科学,1999,32(S):31-35. (Qian H J, Gai J Y, Ji D F, et al. The study on the material effect of dried soymilk yield and dried Tofu field[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1999,32(S):31-35.)

[12] Saio K, Koyama E, Yamazaki S, et al. Protein-calcium-phytic acid relationships in soybean. Part III. Effect of phyticacid on coagulative in tofu-making[J]. Agricultural and Biological Chemistry,1969,33:36-42.

[13] Lim B T, DeMan J M, DeMan L, et al. Yield and quality of Tofu as affected by soybean and soy milk characteristics, calcium sulfate coagulant[J]. Food Science, 1990, 55(4):1088-1092.

[14] Cai T, Chang K C. Processing effect on soybean storage proteins and their relationship with tofu quality[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999,47: 720-727.

[15] Cai T D, Chang K C, Shih M C, et al. Comparison of bench and production scale methods for making soymilk and tofu from 13 soybean varieties [J]. Food Research International, 1997, 30: 659-668.

[16] Evans D E, Tsukamoto C, Nielsen N C. A small scale method for the production of soymilk and silken tofu [J]. Crop Science, 1997,37:1463-1471.

[17] Ohara T. Basie research on tofu and frozen tofu, experiments on the physical characteristics of soybean produced in(Enrei and Nakasennari), and their suitability for processing[J]. Soybean Abstracts, 1986, 9(7):1871.

[18] 马磊. 豆奶专用大豆风味物质育种指标的创建与种质鉴定

[D]. 北京:中国农业科学院,2012. (Ma L. Breeding indexes establishment and germplasm determination for soymilk flavor quality in soybean[J]. Beijing:Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012.)

[19] 武天龙, 汤楠, 赵则胜, 等. 菜用大豆粒荚选择标准的研究[J]. 大豆科学, 2000, 19 (2):184-187. (Wu T L, Tang N, Zhao Z S, et al. Study on selective standard of seed pods of vegetable soybean[J]. Soybean Science, 2000, 19 (2):184-187.)

[20] 张秋英,李彦生,王国栋,等. 菜用大豆品质及其影响因素研究进展[J]. 大豆科学,2010,6(29):1065-1070. (Zhang Q Y, Li Y S, Wang G D, et al. Quality and factors involved in vegetable soybean production[J]. Soybean Science, 2010, 6 (29):1065-1070.)

[21] 王丹英, 汪自强, 方勇, 等. 菜用大豆食味品质及其与内含物关系研究[J]. 金华职业技术学院学报, 2002 (3):15-18. (Wang D Y, Wang Z Q, Fang Y, et al. Studies on the relationship between vegetable soybean eating quality and its components[J]. Journal of Jinhua College of Professing and Techonology, 2002(3):15-18.)

[22] Masuda R, Harada K. Enhancement of sweet components in vegetable soybean seeds: Starch degradation during cooking enhance flavor of immature seeds[C]// Lumpki n T and S Shanmugas undaram (compilers), Proceedings and Conference Information of the Second International Vegetable Soybean Conference, Tacoma, Washington, USA, 2001, 105-108.

[23] 徐兆生,王素,魏民,等. 菜用大豆种质资源内营养品质分析[J]. 作物品质资源, 1995 (3):40-41. (Xu Z S, Wang S, Wei M, et al. Analysis on nutrient quality of germplasm resources for vegetable soybean[J]. Crop Resources, 1995(3):40-41.)

[24] Yasuhiro Y, Tsuneya A, Toshinori A. Changes in free amino acid and kjeldahl N concentrations in seeds from vegetable-type and grain-type soybean cultivars during the cropping season[J]. Journal of Agricultural Food Chemirtry, 1997,45:1720-1724.

[25] 肖伶俐,康玉凡,陶礼明,等. 不同大豆品种芽用特性比较[J]. 大豆科学,2008, 27 (6):23-26. (Xiao L L, Kang Y F, Tao M L, et al. Comparision analysis on characteristics of soybean growing sprouts for different soybean varieties[J]. Soybean Science, 2008, 27(6):23-26.)

[26] Lee J D, H wang Y H, Cho H Y, et al. Comparison of characteristics related with soybean sprouts between *Glycine max* and *G. soja*[J]. Korean Journal of Crop Science,2002, 47(3):189-195.

[27] 李振华,罗珊,段玉,等. 大豆籽粒大小差异对豆芽营养品质的影响[J]. 天津农业科学,2011,17(1):28-31,36. (Li Z H, Luo S, Duan Y, et al. The influence about been seed size on nutritional quality of bean sprouts[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2011,17(1):28-31,36.)

[28] 罗珊,康玉凡,濮绍京,等. 黑河地区 55 份大豆品种资源农艺性状和营养成分的聚类分析[J]. 大豆科学,2009,28(3):421-425. (Luo S, Kang Y F, Pu S J, et al. Cluster analysis of agronomic characters and nutrient composition of 55 soybean accessions from Heihe area[J]. Soybean Science, 2009,28(3):421-425.)

[29] 刘珊珊,秦志伟,刘宏宇. 大豆加工品质育种的发展状况[J]. 大豆科学,2002,21(2):138-143. (Liu S S, Qin Z W, Liu H Y. Advance of soybean breeding for processing quality[J]. Soybean Science, 2002,21(2):138-143.)

[30] 蔡位辉,赵玉莲. 豆豉的品质与大豆蒸煮的关系[J]. 中国调味品,1997(3):12-14. (Cai W H, Zhao Y L. Relationship between tempeh quality and soybean cooking[J]. China Condiment, 1997(3):12-14.)

[31] Bachman M S, Tamulonis J P, Nickell C D, et al. Molecular markers linked to brown stem rot resistance genes, Rbs1 and Rbs2, in soybean[J]. Crop Science, 2001,41:527-535.

[32] Zhang B, Chen P, Sandra L, et al. Seed quality attributes of food-grade soybeans from the U. S. and Asia[J]. Euphytica,2010, 173:387-396.

[33] 刘丽君,赵贵兴,高明杰,等. 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[J]. 大豆科学,2004,23(3):184-187. (Liu L J, Gao M J, Wu J J, et al. Study on resource screen and inheritance improvement for processing qualities of soybean. II. Screening of soybean varieties for Tofu, sauce processing and fresh soybean[J]. Soybean Science, 2004, 23(3):184-187.)

[34] 赵德安. 提高酱油质量 缩短发酵周期[J]. 中国调味品, 2003, 1:3-8, 18. (Zhao D A. Improve the quality of soy sauce and shorten the fermentation cycle[J]. China Condiment, 2003, 1:3-8,18.)