

大豆品种籽粒品质对豆浆加工特性的影响

李若姝^{1,2}, 刘香英², 田志刚², 范杰英², 孙洪蕊², 康立宁^{2*}, 吴淑清^{1*}

(1. 长春大学, 长春 130022; 2. 吉林省农业科学院农产品加工研究所, 长春 130033)

摘要: 采用黑龙江和吉林两省区的53个大豆品种(品系)进行豆浆加工, 并对大豆品种籽粒品质指标、豆浆品质特性指标等进行测定、分析。结果表明: 不同大豆品种籽粒品质指标及豆浆品质指标间存在较大差别, 并存在复杂的相关关系, 豆浆得率与百粒重呈显著负相关、与总固形物转移率呈显著正相关、与感官评分呈显著正相关, 稳定性与水溶性蛋白含量呈显著正相关, 7S与总固形物转移率呈显著正相关, 11S与感官评分呈显著负相关, 11S/7S与蛋白质转移率呈显著正相关、与总固形物转移率呈显著负相关、与感官评分呈显著负相关。通过基于因子分析的大豆品种加工豆浆适用性评价, 针对所选53个大豆品种筛选出吉育204、公交04489-4、J024合丰55、吉107和黑农48共5个优质豆浆加工大豆品种(品系)。

关键词: 豆浆; 大豆品种; 品质指标

中图分类号: TS214

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)01-0050-06

Effect of Soybean Varieties Quality Characteristics on Soymilk Processing Quality

LI Ruoshu^{1,2}, LIU Xiangying², TIAN Zhigang², FAN Jieying², SUN Hongrui², KANG Lining^{2*}, WU Shuqing^{1*}

(1. Changchun university, Changchun 130022; 2. Agricultural Products Processing Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: 53 soybean cultivars from Heilongjiang and Jilin Province were selected to make soymilk. Physical and chemical indicators of the raw soybean, quality characteristics of the soymilk were measured and analyzed. Results showed that the physical and chemical indexes of different soybean cultivars and soymilk showed a great difference. The correlation analysis illustrated that soymilk yield was negatively correlated to one hundred grain weight, but positively correlated to total solids transfer rate and sensory evaluation. The stability of soymilk was positively correlated with water soluble protein. 7S was significantly positively correlated to soymilk total solids transfer rate. 11S was negatively correlated to soymilk sensory evaluation. 11S/7S was positively correlated to soymilk protein transfer rate, but significantly negatively correlated to soymilk total solids transfer rate and negatively correlated to sensory evaluation. The adaptability of different soybean varieties to soymilk processing was evaluated by factor analysis, and 5 soybean varieties (lines), such as Jiyu204, Gongjiao04489-4, J024Hefeng55, Ji107 and HeiNong48 were selected to adapted to soymilk processing.

Key words: Soymilk; Soybean varieties; Quality index

大豆富含人体所需的五大营养素以及大量的植物化学物质^[1], 在改善人民生活 and 增进人民健康方面起着重要作用, 在几千年的历史演变过程

中, 豆制品的类型得到不断的扩充和发展。大豆籽粒研磨成豆浆的过程中营养物质含量和吸收率大幅度提高, 蛋白质消化率高达95%, 并对人体内分泌、营养平衡、代谢系统等具有调节能力^[2], 可以被糖尿病、心脑血管疾病、肥胖症患者食用, 具有抗癌, 减少心脏病发作的功能。

现阶段大量的研究主要集中在通过物理或化学手段去影响豆乳的风味及营养成分^[3-5]。针对豆浆专用大豆品种的研究还很少, Ma等^[6]针对不同大豆品种籽粒特性和豆浆感官评价之间的关系进行了研究, 刘香英等^[7]针对不同大豆籽粒品质

收稿日期: 2016-10-29

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2014BAD22B01); 吉林省农业科技创新工程项目(C62150301)

作者简介: 李若姝(1992-), 女, 在读硕士, 研究方向: 粮食油脂及植物蛋白工程。

通讯作者: 康立宁, 男, 博士, 研究员, E-mail: lnkang@sina.com

吴淑清, 女, 硕士, 副研究员, E-mail: 137333657@qq.com

与酸豆奶品质进行了研究。研究表明,大豆籽粒理化品质与产品品质之间存在复杂的相关关系。

大豆籽粒品质和豆浆品质评价指标众多,不同大豆品种理化特性与豆浆品质之间存在较大差别,且存在复杂的网络关系^[8-9],对筛选专用大豆品种和特性评价指标造成严重困扰。在利用大样本多指标评价技术结合相关分析和因子分析等多元数理统计手段,阐明籽粒品质与豆浆品质相互关系的基础上,本研究以来自黑龙江和吉林省的53个大豆品种(品系)为原料,进行豆浆的加工,利用因子分析的手段,对原始指标进行降维和简化,将多个观测指标转化为少数几个相互独立的虚拟指标(即公因子),再根据变量归属和载荷筛选特征指标,根据因子得分筛选专用品种及特征指标,使得评价结果更加客观、合理,能更好地指导生产实践。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大豆:黑龙江、吉林两省收集的具有代表性的53个大豆扩繁品种(品系)。

1.2 仪器设备

FW100型高速万能粉碎机:天津市泰斯特仪器有限公司;HWS26型电热恒温水浴锅:上海一恒科学仪器有限公司;SHY-2A型水浴恒温振荡器:江苏金坛市金城国胜实验仪器厂;2300型全自动凯氏定氮仪:福斯分析仪器公司;DHG-9240A型电热鼓风干燥箱:上海一恒科学仪器有限公司;PB-10型数显pH计:德国Sartorius公司;FreeZone6L型冻干机:美国Labconco公司;Sorvall Evolotion RC型高速冷冻离心机:美国Thermo公司;MP2002型天平:上海恒平科学仪器有限公司;DJ3BC662SG豆浆机:九阳股份有限公司;722型分光光度计:上海光谱仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 大豆籽粒理化品质性状的测定

百粒重的测定:参照GB/T 5519-2008测定^[10]。

含水量的测定:参照GB/T 5497-1985测定^[11]。

蛋白质含量的测定:参照GB/T 14489.2-2008方法进行测定^[12]。

水溶性蛋白质含量的测定:参照NY/T 1205-2006方法进行测定^[13]。

脂肪含量的测定:参照GB/T 14488.1-2008方

法进行测定^[14]。

植酸含量的测定:参照GB/T 5009.153-2003方法进行测定^[15]。

蛋白质组分的测定:采用聚丙烯酰胺凝胶电泳法测定^[16]。

1.3.2 豆浆制作方法

参照LST 3241-2012豆浆用大豆^[17]的制作方法进行豆浆的制作。

(1)选取颗粒完整,无杂质的豆料,按豆水比1:2纯净水浸泡15 min,清洗大豆表面污垢。

(2)按豆水比1:3浸泡清洗好的豆料,室温浸泡12 h。

(3)浸泡好的豆料使用清水洗净,备用。

(4)取140 g浸泡好的豆料放入豆浆机中,加入840 mL纯净水,按豆浆机预设程序制作豆浆。

(5)豆浆制作完毕,使用机器自带滤网过滤,倒入品尝杯内品尝。

1.3.3 豆浆得率

打浆之前,称取浸泡后的黄豆质量、加入水的质量,豆浆制作完毕,称取去除豆渣后豆浆的质量,计算豆浆得率^[18]。

$$\text{豆浆得率}(\%) = \frac{A_3}{A_1 + A_2} \times 100\%$$

A_1 —浸泡后黄豆的质量,g;

A_2 —加入水的质量,g;

A_3 —得到豆浆的质量,g。

1.3.4 豆浆蛋白质转移率的测定

豆浆的蛋白质含量与原料大豆干物质的比率。豆浆蛋白质含量的测定:参照GB/T 14489.2-2008方法进行测定^[12],计算蛋白质转移率。

$$\text{蛋白质转移率}(\%) = \frac{A_4}{A_5} \times 100\%$$

A_4 —豆浆中蛋白质质量,g;

A_5 —豆浆中大豆干物质质量,g。

1.3.5 豆浆总固形物转移率

豆浆的固形物含量与原料大豆干物质的比率。豆浆固形物含量的测定:参照GB/T 30885-2014方法进行测定^[19],计算总固形物转移率。

$$\text{总固形物转移率}(\%) = \frac{A_6}{A_7} \times 100\%$$

A_6 —豆浆中总固形物质量,g;

A_7 —豆浆中大豆干物质质量,g。

1.3.6 豆浆稳定性的测定

豆浆稳定性的测定:吸取2 mL豆浆样液用蒸馏水稀释50倍,在100 mL的容量瓶中定容,将稀释后的样液加入到2支10 mL的离心管中,其中

一支离心管用4 000 r/min离心5 min,在785 nm波长下用722型分光光度计分别测定2支离心管的吸光值,即为离心前后豆浆样液的吸光值,离心后的吸光值与离心前的吸光值的比值即为豆浆的稳定性系数^[20]。计算如下:

$$R = \frac{A_{后}}{A_{前}}$$

R—稳定性系数;
A_前—离心前的吸光度;
A_后—离心后的吸光度。
R≤1.00。R值越大表明豆浆体系越稳定。

1.3.7 豆浆感官评分

参照LST 3241-2012 豆浆用大豆^[17]感官评价标准,按照色泽、香气、润滑度、口感浓度和滋味5项内容进行品评,以100分计。各项评分加权求和即为综合得分。

1.4 数据处理

利用DPS数据处理软件进行平均值、变幅、标准差及变异系数等常规统计指标分析,以及相关性分析、因子分析和综合评价。所有试验3次重复。

2 结果与分析

2.1 大豆品种的理化性状分析

大豆品种籽粒理化指标分析如表1所示,所选53个大豆品种(品系)百粒重的变幅为7.47~21.57 g,平均百粒重为15.50 g,变异系数为27.56%。含水量的变幅为6.97%~10.34%,平均含水量为7.75%,变异系数为7.14%。蛋白质含量变幅为

37.22%~46.44%,平均含量为40.57%,变异系数为5.01%,含量最高的是吉育59,最低的是吉203。高蛋白大豆品种(粗蛋白≥40%)有29份,占总品种的54.72%。

水溶性蛋白含量变幅为28.91%~38.35%,平均相对含量为33.38%,变异系数为5.95%。含量最高的是吉育104,含量最低的是公交02111-3。脂肪含量变幅为15.88%~23.48%,平均含量为20.45%,变异系数为8.19%,其中含量最高的是吉农18,含量最低的是吉育103。植酸含量的变幅为5.83~16.36 mg,平均含量为11.47 mg,变异系数为21.74%。植酸含量最高的是黑农53,最低的是吉育301。

不同品种间11S球蛋白和7S球蛋白的组成、含量有显著差异。53个大豆品种(品系)11S的变幅为28.70%~64.50%,平均相对含量为49.05%,变异系数为12.09%,品种之间11S含量变化较大,说明了品种之间丰富的遗传性,其中含量最高的是吉育401,最低的是吉育104。7S的变幅为10.70%~27.00%,平均相对含量为17.84%,变异系数为16.29%,其变异系数高于11S,其中7S含量最高的是公交06124-13,最低的是吉育407,品种吉育103缺失α'、β亚基。不同品种间11S/7S比值的变幅为2.09~4.92,平均值为2.83,变异系数高达22.83%,其中11S/7S比值最高的是吉育401,比值最低的是公交06124-13。综上所述,大豆品种在表征大豆加工品质的各种指标上均具有广泛的差异性和代表性。

表1 大豆籽粒基本理化指标数据分析

指标	数量	最小值	最大值	均值	标准差	方差	变异系数(%)
百粒重(g)	53	7.47	21.57	15.50	4.27	18.25	27.56
含水量(%)	53	6.97	10.34	7.75	0.55	0.31	7.14
蛋白质(%)	53	37.22	46.44	40.57	2.03	4.13	5.01
水溶性蛋白(%)	53	28.91	38.35	33.38	1.99	3.95	5.95
脂肪(%)	53	15.88	23.48	20.45	1.67	2.80	8.19
植酸(mg)	53	5.83	16.36	11.47	2.49	6.21	21.74
7S	53	10.70	27.00	17.84	2.90	8.44	16.29
11S	53	28.70	64.50	49.05	5.93	35.16	12.09
11S/7S	53	2.09	4.92	2.83	0.65	0.42	22.83

2.2 豆浆品质指标分析

如表2所示,不同大豆品种制作豆浆得率的变幅为77.65%~85.07%,变异系数为2.44%,其中得率最高的是09-96-7,最低的是吉育401。蛋白

质转移率的变幅为25.24%~40.13%,变异系数为9.65%,其中蛋白质转移率最高的是吉育204,最低的是吉育59。总固形物转移率变幅为33.17%~76.26%,变异系数为18.8%,总固形物转移率最高

的是公交 05220-13,最低的是吉育 401。稳定性
变幅为 0.65~0.91,变异系数为 6.18%,稳定性最高
的是 J024 合丰 55,最低的是吉育 202。感官评分

变幅为 67.83~87.00,变异系数为 6.22%,感官评定
结果最高的是吉育 99,最低的是吉育 204。

表2 不同大豆品种(品系)豆浆产量及品质分析

指标	数量	最小值	最大值	均值	标准差	方差	变异系数(%)
豆浆得率(%)	53	77.65	85.07	81.61	1.99	3.98	2.44
蛋白质转移率(%)	53	25.24	40.13	31.94	3.08	9.50	9.65
总固形物转移率(%)	53	33.17	76.26	54.06	10.16	103.24	18.80
稳定性	53	0.65	0.91	0.78	0.05	0.0023	6.18
感官评分	53	67.83	87.00	76.19	4.74	22.44	6.22

2.3 大豆品种籽粒理化指标与豆浆品质指标相关性分析

对大豆品种籽粒品质指标之间的相关性进行分析(表3),结果表明:含水量与百粒重、脂肪含量呈极显著负相关($r=-0.50$)、与水溶性蛋白含量呈显著正相关($r=0.28$),百粒重与脂肪含量呈极显著正相关($r=0.51$)、与蛋白质含量呈显著负相关($r=-0.34$)、与水溶性蛋白含量呈极显著负相关($r=-0.39$),脂肪含量与蛋白质含量($r=-0.55$)、水溶性蛋白含量($r=-0.41$)呈极显著负相关,蛋白质含量与水溶性蛋白含量呈极显著正相关($r=0.75$),水溶性蛋白含量与7S呈显著负相关($r=-0.31$)、7S与

11S/7S呈极显著负相关($r=-0.80$),11S与11S/7S呈极显著正相关($r=0.63$)。

豆浆品质指标之间的相关性分析结果表明:蛋白质转移率与豆浆得率呈显著正相关($r=0.29$)。

大豆品种籽粒品质指标与豆浆品质指标之间的相关性分析表明:豆浆得率与百粒重呈显著负相关($r=-0.34$)、豆浆稳定性与水溶性蛋白含量呈显著正相关($r=0.30$),7S与总固形物转移率呈极显著正相关($r=0.45$),11S/7S与蛋白质转移率呈显著正相关($r=0.27$)、与总固形物转移率呈极显著负相关($r=-0.43$)。

表3 大豆籽粒理化指标与豆浆得率及品质指标的相关性分析

	含水量	百粒重	脂肪含量	蛋白质含量	植酸含量	水溶性蛋白含量	7S	11S	11S/7S	豆浆得率	蛋白质转移率	总固形物转移率	稳定性
百粒重	-0.50**												
脂肪含量	-0.50**	0.51**											
蛋白质含量	0.18	-0.34*	-0.55**										
植酸含量	-0.05	-0.11	0.05	0.23									
水溶性蛋白含量	0.28*	-0.39**	-0.41**	0.75**	0.34*								
7S	-0.21	0.23	0.16	-0.21	-0.13	-0.31*							
11S	-0.22	0.05	0.13	-0.05	-0.10	-0.17	-0.10						
11S/7S	0.01	-0.13	0.05	0.06	0.03	0.04	-0.80**	0.63**					
豆浆得率	0.24	-0.34*	-0.16	0.10	0.13	0.18	0.07	-0.23	-0.20				
蛋白质转移率	-0.12	-0.01	0.10	0.12	0.23	0.07	-0.12	0.24	0.27*	0.29*			
总固形物转移率	-0.14	0.28*	-0.03	-0.05	-0.12	-0.14	0.45**	-0.14	-0.43**	0.15	0.14		
稳定性	0.05	0.02	0.06	0.11	0.11	0.30*	0.04	-0.11	-0.09	0.14	0.07	0.03	
感官评分	0.03	0.27*	0.10	-0.25	-0.11	-0.13	0.07	-0.32*	-0.28*	-0.07	-0.37**	0.01	-0.02

注:*为显著相关,**为极显著相关(a=0.05时, $r=0.2706$; a=0.01时, $r=0.3507$)

2.4 不同大豆品种(品系)加工豆浆的适用性评价

利用因子分析,将表征豆浆品质的豆浆得率(X1)、蛋白质转移率(X2)、总固形物转移率(X3)、稳定性(X4)、感观评分(X5)、脂肪含量

(X6)、蛋白质含量(X7)7个指标转变为相互独立的3个公因子(表4),寻找对观察结果起支配作用的潜在因子,其累积贡献率达到原始变量的61.36%。第一主因子对脂肪含量和蛋白质含量起决定作用,其中脂肪含量因子载荷最大,所以选取脂肪含量作为一个特征指标,方差贡献率占3个公因子的37.07%;第二主因子对豆浆的蛋白质转移率和感官评分起决定性作用,其中豆浆的感官评价值载荷最大,所以选取豆浆的感官评分作为特征指标,方差贡献率占3个公因子的33.04%;第三主因子对豆浆得率、总固形物转移率和稳定性起决定性作用,其中豆浆得率载荷最大,所以选取豆浆得率作为特征指标,方差贡献率占3个公因子的29.89%。通过变量间的线性组合,得到相应的评价对象在各个公因子的得分。以各公共因子的方差贡献率占公共因子总方差贡献率的比重作为权重进行加权汇总,建立因子综合得分函数。 $F(\text{综合因子得分})=0.371f_1+0.330f_2+0.299f_3$ 。

表4 方差极大旋转后的因子载荷矩阵			
	因子1	因子2	因子3
X1	0.17	0.18	0.71
X2	-0.11	0.79	0.32
X3	-0.08	-0.09	0.69
X4	0.02	0.05	0.43
X5	-0.19	-0.82	0.12
X6	-0.90	0.12	-0.07
X7	0.84	0.23	0.01
方差贡献率	1.59	1.42	1.28
	(37.07%)	(33.04%)	(29.89%)
累积贡献率(%)	22.75	43.02	61.36

表5 不同大豆品种(品系)的因子得分和综合评价

序号	品种名称	综合因子得分	序号	品种名称	综合因子得分
1	吉育204	100.00	28	吉农18	11.54
2	吉育202	18.01	29	吉农28	7.29
3	公交03336-10	31.64	30	吉农31	6.67
4	吉育401	0	31	吉农35	17.30
5	公交04489-4	85.15	32	吉农37	25.14
6	J024合丰55	79.62	33	吉育86	24.86
7	吉育407	33.65	34	吉密豆3号	20.51
8	吉育406	54.51	35	吉育59	7.15
9	吉育404	17.33	36	吉育66	30.81
10	吉育502	51.49	37	吉育89	73.50
11	吉育403	25.21	38	吉育402	35.29
12	吉育95	27.68	39	吉育405	36.14
13	吉育503	48.89	40	吉育101	37.08
14	公交02111-3	51.32	41	吉育102	8.87
15	吉育505	71.93	42	吉育103	43.35
16	吉107	94.47	43	吉育104	20.49
17	吉育301	24.29	44	吉育105	22.72
18	公交05220-13	31.66	45	吉林小粒7号	28.24
19	吉94	35.94	46	0848-12	51.11
20	公交06124-13	46.31	47	09-96-7	57.59
21	吉203	38.20	48	0916-19	30.84
22	东农42	35.30	49	0711-7	70.46
23	东农48	73.03	50	0848-25	73.30
24	黑农48	76.28	51	09-11-49	23.92
25	黑农51	14.41	52	0973-6	18.79
26	黑农52	15.33	53	吉育99	0.68
27	黑农53	22.37			

将综合得分在[0, 100]区间内进行规格化转化,即可得到该样本的综合评价价值,并可根据该值对不同大豆品种的豆浆加工特性进行直观评价。

根据综合得分结果(表5),吉育204、公交04489-4、J024合丰55、吉107和黑农48等5个大豆品种(品系)的豆浆加工综合品质评价较高,说明这些品种在豆浆加工方面具有潜在优势和应用价值。优选的5个大豆品种(品系)籽粒品质具有百粒重、脂肪含量、蛋白质含量、植酸含量、水溶性蛋白含量、7S含量、11S含量和11S/7S较高(均值分别比参试群体高0.72 g、4.34%、4.38%、16.26%、5.10%、1.36%、4.39%和2.18%),而含水量较低(均值比参试群体低4.18%)的特点(由籽粒物质含量计算可得),生产的豆浆具有豆浆得率、蛋白质转移率、总固形物转移率、稳定性(均值分别比参试群体高2.26%、17.51%、9.33%和4.01%)较高的特点(由豆浆指标计算可得)说明选用优选的大豆品种(品系)生产豆浆具有经济效益好、营养含量高、保存时间长等优势。

3 结 论

(1)不同大豆品种籽粒品质指标含量的不同,导致其产品性状有很大差异,针对大豆品种籽粒品质指标与豆浆品质指标之间的相关性分析表明:豆浆得率与百粒重呈显著负相关,稳定性与水溶性蛋白含量呈显著正相关,7S与总固形物转移率呈极显著正相关,11S/7S与蛋白质转移率呈显著正相关、与总固形物转移率呈极显著负相关。

(2)因子分析结果表明:筛选出吉育204、公交04489-4、J024合丰55、吉107和黑农48共5个为优质豆浆加工大豆品种(品系);筛选出脂肪含量、豆浆的感官评价、豆浆得率3个主要特征指标;适合加工豆浆的大豆品种应该具有百粒重、脂肪含量、蛋白质含量、植酸含量、水溶性蛋白含量、7S、11S和11S/7S较高,而含水量较低的特点,由优选大豆品种加工生产的豆浆具有豆浆得率、蛋白质转移率、总固形物转移率、稳定性较高的特点,以上研究为豆浆加工专用原料的选择提供

了理论依据和数据支持。

参考文献:

- [1] 王德亮,蒋红鑫,王继亮,等.豆浆用大豆品种的筛选[J].大豆科技,2013(3):25-30.
- [2] 林旭东,潘巨忠,凌建刚.豆浆的保健功能及研究进展[J].现代农业科技,2007(24):146.
- [3] 崔亚丽,李莹莹,栾广忠,等.豆浆粒径与豆浆品质的关系研究[J].大豆科学,2012,31(1):103-107.
- [4] 杨道强,邢建荣,陆胜民.大豆不同前处理方式对豆浆品质的影响[J].食品科学,2016,37(1):69-73.
- [5] 高长城,张莉弘,李可人,等.豆浆前处理工艺对大豆蛋白凝胶性的影响[J].食品研究与开发,2015(13):9-12.
- [6] Ma L, Li B, Han F, et al. Evaluation of the chemical quality traits of soybean seeds, as related to sensory attributes of soy-milk[J]. Food Chemistry, 2015, 173:694-704.
- [7] 刘香英,田志刚,范杰英,等.大豆品种籽粒品质与酸豆奶品质相关性研究[J].东北农业科学,2016,41(4):100-105.
- [8] 姜玉久,王继亮,蒋红鑫,等.不同大豆品种豆浆口感的研究[J].大豆科技,2015(4):11-23.
- [9] 于寒松,黄明伟,赵永程,等.大豆成分与豆浆和豆腐特性的研究[J].食品工业,2015(4):7-10.
- [10] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 5519-2008 谷物与豆类千粒重的测定[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [11] 国家标准局.GB/T 5497-85 粮食、油料检验水分测定法[S].北京:中国标准出版社,1985.
- [12] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 14489.2-2008 粮油检验 植物油料粗蛋白质的测定[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [13] 中华人民共和国农业部.NY/T 1205-2006 大豆水溶性蛋白含量的测定[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [14] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 14488.1-2008 植物油料含油量测定[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [15] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 5009.153-2003 植物性食品中植酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [16] 刘香英,康立宁,田志刚,等.东北大豆品种贮藏蛋白7S和11S组分及其亚基相对含量分析[J].大豆科学,2009,28(6):985-989.
- [17] 国家粮食局.LS/T 3241-2012 豆浆用大豆[S].北京:中国标准出版社,2012.
- [18] 曹玉姣,豆浆机制浆工艺的优化及豆浆品质的研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [19] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料[S].北京:中国标准出版社,2014.
- [20] 唐文义.大豆品种及处理措施与豆浆品质关系研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2014.

(责任编辑:姜晓莉)