

# 干湿豆制浆模式下自制豆浆营养与感官品质分析

董巧<sup>1</sup>, 汪厚银<sup>2</sup>, 欧克勤<sup>2</sup>, 张璐璐<sup>2</sup>, 赵镭<sup>2\*</sup>, 史波林<sup>2</sup>, 肖丽霞<sup>1</sup>, 解楠<sup>2</sup>, 陈修红<sup>2</sup>

(1. 扬州大学食品科学与工程学院, 扬州 225127; 2. 中国标准化研究院食品与农业标准化研究所, 北京 100191)

**摘要:** **目的** 分析比较不同家用豆浆机干豆和湿豆 2 种模式下所制豆浆品质的差异 **方法** 以黄豆为原料选用国内外 4 个主流品牌的 4 款家用豆浆机分别采用干豆和湿豆 2 种模式制作豆浆, 从营养品质(可溶性固形物、可溶性蛋白质、脂肪、还原糖含量)、物理性质(粘度、粒径)以及感官品质 3 个方面对豆浆品质进行比较和评价, 分析干湿豆制浆模式和不同品牌豆浆机之间豆浆营养和感官品质的差异, 探讨了不同制浆工艺对豆浆品质的影响。 **结果** 湿豆模式下所制得的豆浆在营养和感官品质上均优于干豆模式, 不同品牌的豆浆机所制豆浆品质之间也存在较大差异。 **结论** 豆子经过浸泡后磨碎得更彻底, 豆浆粒径更小, 总营养物质溶出得更多。湿豆模式豆香味较浓郁, 豆腥味淡, 涩感弱, 口感更绵滑。

**关键词:** 豆浆; 干豆; 湿豆; 营养; 感官评价

## Nutritional and sensory quality analysis of homemade soybean milk by dry/wet patterns

DONG Qiao<sup>1</sup>, WANG Hou-Yin<sup>2</sup>, OU Ke-Qin<sup>2</sup>, ZHANG Lu-Lu<sup>2</sup>, ZHAO Lei<sup>2\*</sup>, SHI Bo-Lin<sup>2</sup>,  
XIAO Li-Xia<sup>1</sup>, XIE Nan<sup>2</sup>, CHEN Xiu-Hong<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China; 2. Food and Agriculture Standardization Institute, China National Institute of Standardization, Beijing 100191, China)

**ABSTRACT: Objective** To evaluate the quality of homemade soybean milk by dry and wet patterns. **Methods** Four soybean milk makers from four leading manufactures were used to prepare soybean milk samples by dry and wet patterns. Analysis the differences of samples in terms of nutritional (soluble solids, soluble proteins, fats, sugar), physical (aspects viscosity, particle size) and sensory properties. **Results** Soybean milk made from wet pattern had better quality in both nutrition and sensory, and soybean milk maker of different brands exhibited various quality in soybean milk making. **Conclusion** Beans are grinded more thoroughly and nutrients are easier to dissolve out after soaking. Wet pattern produced soybean milk have lighter bean smell and smoother mouth feel.

**KEY WORDS:** soybean milk; dried soybean; soaked soybean; nutrition; sensory evaluation

## 1 引言

豆浆是干豆或湿豆经加热、磨浆、过滤而成的一

种优质植物蛋白饮料。饮用豆浆在中国已有两千多年的历史, 因其具有口感好及营养丰富全面等优点, 而深受消费者的喜爱, 其营养价值和保健功能受到了

资助项目: 中国标准化研究院院长基金项目(562016Y-4493)

**Fund:** Supported by the China National Institute of Standardization for Dean Fund Projects(562016Y-4493)

\*通讯作者: 赵镭, 博士, 副研究员, 主要研究方向为感官分析技术与标准化。E-mail: zhaolei@cnis.gov.cn

\*Corresponding author: ZHAO Lei, Associate Professor, Sub-Institute of Food and Agricultural Standardization, China National Institute of Standardization, No.4, Zhichun Road, Haidian District, Beijing 100191, China. E-mail: zhaolei@cnis.gov.cn

国内外的广泛关注<sup>[1-4]</sup>。正是对豆浆营养价值的不断认识,豆浆机应运而生,改变了传统的豆浆制作方式,满足了人们方便饮用豆浆的需求。家用豆浆机自制豆浆已成为我国豆浆的主要消费形式之一<sup>[5-6]</sup>。

目前,家用豆浆机均有湿豆和干豆制浆模式。湿豆制浆需将大豆浸泡数小时,浸泡能促使细胞组织充分吸水膨胀,致使子叶的外壳变软,更有利于磨碎打浆,但该过程消耗的时间较长<sup>[7]</sup>。干豆制浆则使豆浆的制作更加方便快捷,迎合了现今快节奏的生活需求<sup>[8]</sup>。选择哪种模式制浆豆浆更加营养美味以及不同豆浆机所制豆浆品质差异有多大,均是消费者在选购豆浆机和自制豆浆时关注的问题<sup>[9]</sup>。目前,对不同制浆模式和不同豆浆机所制豆浆品质差异的相关研究较少,李莹莹等<sup>[10]</sup>对3款不同干豆豆浆机所制豆浆品质进行了评价,结果表明带有精磨器的豆浆机制备的豆浆感官评分较高;孙晓欢等<sup>[11]</sup>选用1款豆浆机对其干豆和湿豆制作的豆浆进行营养评价,测得干豆模式下豆浆中总糖、淀粉、还原糖等含量较高,湿豆模式下的粗脂肪、粗蛋白质等含量较高;贺嘉欣等<sup>[12]</sup>研究了大豆浸泡与不浸泡磨浆对自制豆浆营养品质的影响,发现不经浸泡制浆会产生植酸和单宁,浸泡制浆使营养成分与蛋白质消化率有所提高。这些研究在一定程度上能比较豆浆产品的部分品质差异,但存在评价指标与内容不全面、样品量偏少等问题。

本研究选用市场上4款主流品牌家用豆浆机制备豆浆,其中,美的豆浆机采用生磨法制浆(先打浆,后加热),其他3款豆浆机均采用熟磨法制浆(先加热,后打浆)<sup>[13]</sup>。针对豆浆的主要营养成分含量、物理性质及感官特性等方面,对4款豆浆机分别在湿豆和干豆2种制浆模式下所制豆浆的品质差异进行了较全面的对比和评价,以期家用豆浆机所制豆浆往营养化和美味化的技术方向发展提供可参考的基础数据。

## 2 材料与方 法

### 2.1 材料与试剂

北京市售黄豆,购于世纪联华超市。

考马斯亮蓝 G-250、牛血清白蛋白、乙醇、磷酸、盐酸、石油醚、3,5-二硝基水杨酸、氢氧化钠、丙三醇、葡萄糖、乙酸、甲醇(色谱纯),若无特殊说

明试验试剂均为分析纯,购于国药集团化学试剂有限公司。

### 2.2 仪器与设备

AL104-1C 型电子分析天平(瑞士梅特勒托利多有限公司); DZKW-D-4 型恒温数显水浴锅(上海树立有限公司); DHG-9070A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏有限公司); J357 型折光仪(美国鲁道夫有限公司); Cary 100 型紫外可见分光光度计(美国瓦里安有限公司); MCR301 流变仪(奥地利安东帕有限公司); XT10 自动脂肪分析仪(美国安康有限公司); Microtrac S3500 激光粒度仪(美国麦奇克有限公司); SJ203A-250 型榨汁机(苏泊尔股份有限公司); HT-866 型红外测温仪(广州市宏成集业有限公司); 九阳有网熟磨豆浆机(九阳股份有限公司); 苏泊尔无网熟磨豆浆机(苏泊尔有限公司); 美的无网生磨豆浆机(美的有限公司); 飞利浦无网熟磨豆浆机(飞利浦有限公司)。

### 2.3 实验方法

#### 2.3.1 豆浆的制备

干豆制浆:称取100 g 黄豆,清洗滤干后倒入豆浆机杯体内,加纯净水900 mL,选择豆浆机自带干豆制浆模式,打浆完成后用80目滤网过滤得到豆浆,待测定。

湿豆制浆:称取100 g 黄豆置于25℃恒温箱中浸泡12 h,清洗滤干后倒入豆浆机中,加纯净水900 mL,选择豆浆机自带湿豆制浆模式,制浆后用80目滤网过滤,待测定。

#### 2.3.2 豆浆营养指标测定

可溶性固形物含量测定:参考 GB/T 12143-2008 《饮料通用分析方法》<sup>[14]</sup>折光仪测定,用4层纱布将充分混匀后的样品挤出滤液,收集滤液供测试用;可溶性蛋白质含量测定:采用考马斯亮蓝 G-250 法<sup>[15]</sup>紫外分光光度计测定;脂肪含量测定:参考 GB/T 5413.3-2010 《食品安全国家标准婴幼儿食品和乳品中脂肪的测定》<sup>[16]</sup>测定;还原糖含量测定:参考 GB/T 5009.7-2008 《食品中还原糖的测定》<sup>[17]</sup>。每个指标测定3次求平均值。

#### 2.3.3 豆浆物理指标测定

粒径测定:采用激光粒度仪湿法进行测定<sup>[18]</sup>;粘度测定:采用流变仪进行测定,设置在“黏度测试”模式,选择剪切速率(流体的流动速度相对圆流

道半径的变化速率): 80/s, 温度 25 °C。测定 3 次求平均值。

#### 2.3.4 豆浆的感官评价

依据 GB/T 16291.1-2012《感官分析 选拔、培训与管理评价员一般导则 第 1 部分: 优选评价员》<sup>[19]</sup>要求, 筛选出 10 名评价员组成感官评价小组, 并对其进行豆浆的感官评价培训。召集评价小组对豆浆样品的色泽、香气、滋味、口感等感官属性进行描述, 选择使用频率较高的词汇, 经评价小组多次讨论后, 最终确定出豆浆感官特性指标及其定义。采用定量描述分析法<sup>[20]</sup>让评价员对豆浆进行感官评价, 依据图 1 所示的 15 cm 线性标尺进行定量评分。评价时保证样品提供的一致性, 并采用 3 位数字随机编码, 以随机的顺序提供, 评价小组 3 次重复后的平均分为指标定量结果, 以雷达图显示。

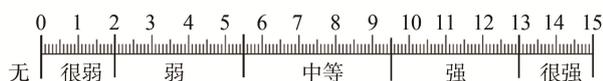


图 1 15 cm 线性标尺  
Fig. 1 15 cm linear scale

#### 2.3.5 数据处理

应用 SPSS 19.0 对数据结果进行分析, 其中九阳有网熟磨豆浆机、苏泊尔无网熟磨豆浆机、美的无网生磨豆浆机、飞利浦无网熟磨豆浆机所制豆浆样品分别以 DJ1、DJ2、DJ3、DJ4 来表示。实验数据取 3 次平行测量的平均值±标准差。

### 3 结果与分析

#### 3.1 豆浆营养品质分析

液体或流体食品中所有溶解于水的化合物的总称为可溶性固形物, 包括蛋白质、糖、维生素、矿物质等。该指标能直接反映溶于豆浆中营养成分含量的多少。GB/T 26176-2010《豆浆机》<sup>[21]</sup>中规定, 豆浆机所制浆的总固形物含量不应低于 3.2 g/100 mL。可溶性蛋白质是以小分子状态溶于水或其他溶剂的蛋白, 它是豆浆的主要营养指标, 更是区别优劣豆浆的最重要的指标之一。大豆脂肪是优质的油脂来源, 大豆脂肪中有人体所需要的必需脂肪酸, 还含有对人体非常有益的磷脂。还原性糖包括葡萄糖、麦芽糖、果糖等, 糖类是人体各组织器官活动所需能量的主要来源。本实验分别测定了干豆和湿豆 2 种制浆模式下豆浆中可溶性固形物、可溶性蛋白质、脂肪、还原糖等主要营养成分的含量, 其结果如表 1 所示。

由表 1 中同一品牌干、湿豆制浆模式下的豆浆的营养成分含量对比可知, DJ1 和 DJ3 的 2 种模式下豆浆中可溶性固形物差异不大( $P>0.05$ ), 其他 2 款差异较明显( $P<0.05$ ), 湿豆模式要高于干豆模式; DJ1 和 DJ2 的可溶性蛋白质无明显差异( $P>0.05$ ), DJ3 和 DJ4 存在明显差异( $P<0.05$ ), 两者的湿豆模式溶出的可溶性蛋白质含量均比干豆模式高; DJ1 和 DJ2 的脂肪含量无明显差异( $P>0.05$ ), DJ3 和 DJ4 2 种模式存在明显差异( $P<0.05$ ), 干豆模式下豆浆的脂肪含量偏高; 4 款豆浆的还原糖含量均有显著性差异( $P<0.05$ ), 湿豆模式溶出的量要高于干豆模式。因此, 综合营养品质, 湿豆模式制浆要优于干豆模式制浆, 湿豆模式制浆溶出的营养物质多于干豆制浆。

表 1 豆浆营养成分含量( $n=3$ )  
Table 1 Content of main nutrients in soybean milk ( $n=3$ )

营养指标	DJ1		DJ2		DJ3		DJ4	
	湿	干	湿	干	湿	干	湿	干
可溶性固形物(%)	8.50±0.00 <sup>aA</sup>	8.50±0.00 <sup>aA</sup>	6.50±0.00 <sup>cA</sup>	6.00±0.00 <sup>cB</sup>	8.00±0.00 <sup>aA</sup>	8.00±0.00 <sup>bA</sup>	7.00±0.00 <sup>bA</sup>	6.00±0.00 <sup>cB</sup>
可溶性蛋白质(g/100 mL)	2.05±0.08 <sup>aA</sup>	2.16±0.07 <sup>aA</sup>	1.82±0.06 <sup>bA</sup>	1.80±0.01 <sup>cA</sup>	2.26±0.04 <sup>aA</sup>	2.06±0.02 <sup>bB</sup>	1.85±0.21 <sup>bA</sup>	1.45±0.02 <sup>dB</sup>
脂肪(%)	0.51±0.04 <sup>abA</sup>	0.59±0.06 <sup>cA</sup>	0.45±0.05 <sup>bA</sup>	0.35±0.07 <sup>dA</sup>	0.35±0.03 <sup>cB</sup>	0.76±0.04 <sup>bA</sup>	0.54±0.06 <sup>dB</sup>	1.05±0.04 <sup>aA</sup>
还原糖(g/100 mL)	1.12±0.00 <sup>aA</sup>	1.08±0.01 <sup>abB</sup>	1.02±0.02 <sup>cA</sup>	0.95±0.03 <sup>cB</sup>	0.98±0.01 <sup>dA</sup>	0.94±0.02 <sup>cB</sup>	1.06±0.01 <sup>bA</sup>	1.04±0.01 <sup>bB</sup>

注: 采用 Duncan's multiple range test 方法分析, 每行数值后标注的不同小写字母表示同一种制浆模式下不同豆浆机之间差异显著( $P<0.05$ ), 不同大写字母表示同一豆浆机所制豆浆 2 种制浆模式差异显著( $P<0.05$ )。

由表1中同一制浆模式4款豆浆的营养指标数据对比可知,不同品牌的豆浆机所制豆浆其营养成分含量也存在较大差异( $P<0.05$ )。就可溶性固形物和可溶性蛋白质含量而言,从高到低的排序是依次为DJ1、DJ3、DJ4、DJ2,其中DJ1和DJ3的2种模式下均明显高于其他2款豆浆;4款豆浆的脂肪含量差异不明显;而还原糖含量的排序则是DJ1>DJ4>DJ2>DJ3。

综上,湿豆制浆模式在磨浆的过程中能释放出更多的营养物质。主要原因是黄豆经过浸泡吸水后能促使细胞组织充分吸水膨胀致使结构疏松,更易使细胞壁破碎,从而使细胞包内营养物质溶出更多;从4款豆浆中营养成分含量对比可知,DJ1和DJ3两款豆浆机所制豆浆营养物质溶出多,营养价值较高。主要原因是由于不同的豆浆机设置的参数不同,九阳豆浆机采用的是有网精磨,其豆子磨碎的更充分,更彻底,溶于豆浆的营养物质较多。美的豆浆机采用的是生磨法制浆,普通的豆浆机采用的熟磨法制浆营养成分含量高,主要原因是因为熟磨制浆是先将大豆煮熟后再进行磨浆,而生磨制浆则是先将大豆碾碎再进行煮浆。相比而言,大豆被碾碎后与水混合更为充分,其在加热过程中也更为均匀,故溶于豆浆中的可溶性物质含量较多。

### 3.2 豆浆物理性质分析

粘度和粒径都是反映豆浆物理性质的重要指标,能间接反映出豆浆机磨浆的效果。粘度的大小能直接反映豆浆的浓度大小,颗粒的大小以及分布决定了豆浆溶液的形态以及稳定性,能直接影响豆浆的口感。本实验以粘度和粒径为考察指标,分析2种制浆模式下所制豆浆物理性质,结果如表2所示。

从表2可知,干豆模式所制豆浆粘度普遍高于湿豆制浆模式,主要原因是由于干豆加入磨浆时吸水,

豆渣中会吸收较多的水分,从而出浆量较少,豆浆较浓稠;干豆模式所制豆浆的粒径均大于湿豆制浆,豆子经过浸泡后更有利于磨碎,且豆子被粉碎得越细。

同一模式下,4款豆浆的粘度存在较显著的差异( $P<0.05$ ),DJ1和DJ3与其他2款豆浆有显著差异( $P<0.05$ ); $D[3,2]$ 即表面积平均粒径,是反映豆浆颗粒粒径大小的指标之一。湿豆模式下,DJ1和DJ3的粒径小于其他2款。而干豆模式下,DJ3的粒径较大。

从图2、图3粒径分布图可知,湿豆模式所制豆浆的颗粒大小在 $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$ 的体积分数大于干豆模式。同一模式下,DJ3颗粒大小主要分布在 $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$ 和 $10\sim 200\ \mu\text{m}$ 之间,而其他3款主要分布在 $10\sim 1000\ \mu\text{m}$ 之间。DJ1和DJ2在 $0.1\sim 10\ \mu\text{m}$ 有较小分布。所以DJ3粒径偏小,溶液分布均匀,不易出现分层的现象。且在 $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$ 占有一定的体积分数,会呈现一定的乳化状态,豆浆更稳定。

### 3.3 豆浆感官品质分析

对干豆和湿豆制浆模式下不同品牌型号家用豆浆机所制豆浆进行感官品质定量描述分析。以评价员统一认识提炼的关键属性构成豆浆感官品质指标空间,以评价小组对特定属性强度评价的平均值作为指标定量结果,绘制豆浆感官剖面,以雷达图显示,见图4和图5。

对比图4和图5,外观属性上,干豆模式下豆浆色泽较湿豆模式更深;气味属性上,湿豆模式的豆香味更加浓郁,豆腥味较淡;滋味属性上,湿豆模式比干豆模式稍甜,干豆模式的豆味较浓郁,可能是因为豆子破碎的不彻底,更接近豆子的味道;口感属性上,湿豆模式较干豆模式的豆浆更绵滑,但干豆的口感更浓稠,涩感更重。综合感官特性评分,湿豆制浆模式感官品质要优于干豆模式。

表2 豆浆物理性质( $n=3$ )  
Table 2 Physical attributes in soybean milk ( $n=3$ )

物理指标	DJ1		DJ2		DJ3		DJ4	
	湿	干	湿	干	湿	干	湿	干
粘度(MPa·s)	5.31±0.23 <sup>abB</sup>	8.43±0.07 <sup>aA</sup>	4.51±0.02 <sup>cA</sup>	4.55±0.04 <sup>dA</sup>	5.65±0.17 <sup>aB</sup>	7.26±0.42 <sup>bA</sup>	4.63±0.13 <sup>bcB</sup>	6.07±0.13 <sup>cA</sup>
粒径 $D[3,2](\mu\text{m})$	1.51±0.03 <sup>cB</sup>	7.79±0.16 <sup>dA</sup>	2.70±0.03 <sup>bb</sup>	12.51±0.04 <sup>cA</sup>	1.43±0.03 <sup>dB</sup>	62.64±0.08 <sup>bA</sup>	4.91±0.06 <sup>aB</sup>	83.19±0.12 <sup>aA</sup>

注:采用Duncan's multiple range test方法分析,每行数值后标注的不同小写字母表示同一种制浆模式下不同豆浆机之间差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示同一豆浆机所制豆浆2种制浆模式差异显著( $P<0.05$ )。

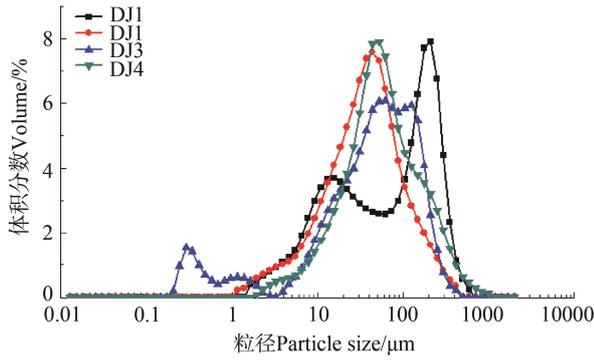


图 2 湿豆模式下豆浆粒径分布图

Fig. 2 The particle size distribution of soybean milk by wet soybean pattern

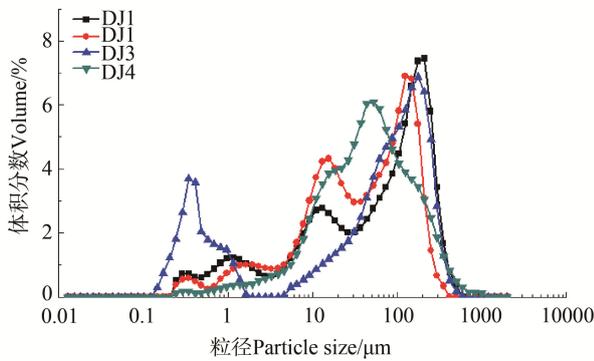


图 3 干豆模式下豆浆粒径分布图

Fig. 3 The particle size distribution of soybean milk by dry soybean pattern

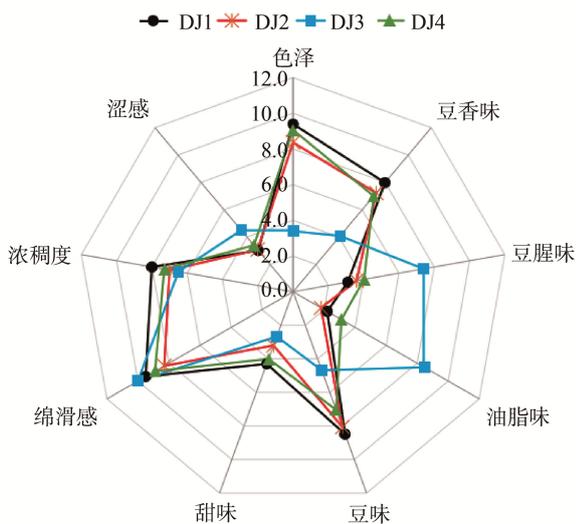


图 4 湿豆制浆模式下豆浆感官特性剖面

Fig. 4 The sensory profile of soybean milk by wet soybean pattern

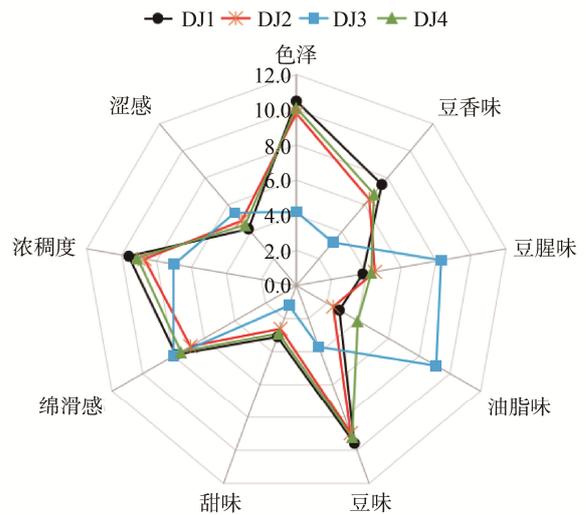


图 5 干豆制浆模式下豆浆感官特性剖面

Fig. 5 The sensory profile of soybean milk by dry soybean pattern

2 种模式下, DJ1、DJ2 和 DJ4 之间感官特性差异均较小, 而 DJ3 与其他 3 款相比呈现出较大差异。外观属性上, DJ3 未呈现通常黄豆豆浆常见的色泽, 其颜色偏红褐色, 与其他 3 款呈现的米黄色明显不同, 并且 DJ3 所制豆浆在冷却后会形成较厚的皮层; 气味属性上, DJ1、DJ2 和 DJ4 呈现较浓郁的豆香味, 而 DJ3 有较为强烈的豆腥味, 最突出的是它的油脂氧化味, 几乎掩盖了其他气味, 是影响评价员的整体接受度的最关键原因; 滋味属性上, 4 款豆浆的甜味均较弱, DJ3 与其他 3 款相比豆味异常寡淡, 甜味较淡, 相反呈现较强的焦苦味; 口感属性上, DJ3 更为绵滑, 接近牛奶的顺滑度, 但其涩感更重, 浓稠度偏弱。究其原因可能是由于 DJ3 采用的是生磨制浆, 先打浆后加热, 打浆时脂肪氧化酶活性没有得到及时的抑制, 并且刀片在切削大豆过程时产生较高的温度, 而高温更易发生油脂氧化反应, 因此 DJ3 呈现较强的油脂味, 并且生磨制浆工艺也容易发生“美拉德”反应使得豆浆产生明显色变。

### 4 结 论

本文通过选取 4 款不同品牌的家用豆浆机, 对其干豆和湿豆 2 种制浆模式下所制豆浆的营养指标、物理指标以及感官特性进行测定和评价。研究表明, 家

用豆浆机采用湿豆模式制浆更有利于营养物质的溶出,干豆模式制浆虽然能节约时间,但豆子中的营养成分溶出率降低。选择湿豆模式制浆,其豆浆营养丰富,口感较好;熟磨豆浆机和生磨豆浆机之间也存在较大差异,相比于熟磨制浆,采用生磨制浆能有效提高豆浆中可溶性固形物含量和可溶性蛋白质含量,且能降低豆浆颗粒大小,增加豆浆溶液的稳定性,但其感官品质较差,豆香味较淡,有较强的油脂味和豆腥味。因此,家用豆浆机要向更加智能化、营养化的方向发展,技术上还有待进一步的改进。

### 参考文献

- [1] 杨晓晖. 豆浆的营养价值-豆浆粉与现磨豆浆对比[J]. 大豆科技, 2014, (02): 37-39.  
Yang XH. The nutritional value of soybean milk-soybean milk powder compared with ground soybean milk [J]. Soybean Sci Technol, 2014, (02): 37-39.
- [2] Chinyere I, Umannakwe K. Chemical, physical and sensory characteristics of soybean milk as affected by processing method, temperature and duration of storage [J]. Food Chem, 1997, 59(3): 373-379.
- [3] Xia YX, Zhong F, Chang YM, *et al.* An aromatic lexicon development for soybean milks [J]. Int J Food Prop, 2015, (18): 125-136.
- [4] Day K, N'Kouka, Klein BP, Lee SY. Developing a Lexicon for descriptive analysis of soybean milks [J]. J Food Sci, 2006, (69): 259-263.
- [5] 2009 豆浆机行业发展报告[J]. 现代家电, 2010, (13): 56-58.  
The soybean milk machine industry development report 2009 [J]. Mod Household Appl, 2010, (13): 56-58.
- [6] 曹玉姣. 豆浆机制浆工艺的优化及豆浆品质的分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.  
Cao YJ. The optimization of pulping process by soybean milk maker and the quality analysis of soybean milk [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2013.
- [7] 石彦国. 大豆制品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社. 2005.  
Shi YG. Soy products technology [M]. Beijing: China Light Industry Press. 2005.
- [8] 苗春挺. 针对城市青年消费者的豆浆机改良设计[D]. 上海: 上海交通大学, 2013.  
Miao CT. Improved design of soybean milk machine for urban youth consumers [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2013.
- [9] 连小卫. 健康营养至上-豆浆机选购篇[J]. 现代家电, 2011, 2: 47-49.  
Lian XW. Health and nutrition is preferential-soybean milk machine selective [J]. Mod Household Appl, 2011, 2: 47-49.
- [10] 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 YY, Da JX, Luan GZ, *et al.* Properties of homemade soybean milk prepared by three automatic soybean milk makers [J]. Soybean Sci, 2011, 30(3): 493-496.
- [11] 孙晓欢, 李佳勋, 荣建华, 等. 干豆和湿豆制作豆浆的营养评价[J]. 粮食与饲料工业, 2014, 11: 17-20.  
Sun XH, Li JX, Rong JH, *et al.* Nutritional assessment of soybean milk by dry beating and wet milling [J]. Cereal Feed Ind, 2014, 11: 17-20.
- [12] 贺嘉欣, 王丽丽, 李再贵. 浸泡与干豆磨浆对家庭自制豆浆营养品质的影响[J]. 农产品加工(学刊), 2013, 16: 41-43.  
He JX, Wang LL, Li ZG. Effects of different pre-program of soybean milk maker on the quality and nutrients of homemade soybean milk [J]. Chin J Acad Period Farm Prod Proc, 2013, 16: 41-43.
- [13] 李景妍, 郭顺堂, 陈洋. 生浆法和熟浆法加工对豆浆香气及相应豆腐产品特征的差异[J]. 大豆科技, 2012, 2: 36-39.  
Li JY, Guo ST, Chen Y. Raw and cooked pulp processing of soybean milk fragrance and the different characteristics of bean curd products [J]. Soybean Sci Technol, 2012, 2: 36-39.
- [14] GB/T 12143-2008 饮料通用分析方法[S].  
GB/T 12143-2008 General analytical methods for beverage [S].
- [15] 赵英永, 戴云, 崔秀明, 等. 考马斯亮蓝 G-250 染色法测定草乌中可溶性蛋白质含量[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2006, 3: 235-237.  
Zhao YY, Dai Y, Cui XM, *et al.* Determination of protein contents of radix aconiti kusnezoffii using coomassie brilliant blue G-250 dye binding [J]. Chin J Yunnan Minzu University (Nat Sci Ed), 2006, 3: 235-237.
- [16] GB 5413.3-2010 食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中脂肪的测定[S].  
GB 5413.3-2010 National food safety standard The determination of fat in infant food and milk products [S].
- [17] GB/T 5009.7-2003 食品中还原糖的测定[S].  
GB/T 5009.7-2003 The determination of reducing sugar in food [S].
- [18] 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, 1: 103-107.  
Cui YL, Li YY, Nuan GZ, *et al.* Relationship between particle size and quality of soybean milk [J]. Soybean Sci, 2012, 1: 103-107.
- [19] GB/T 16291.1-2012 感官分析 选拔、培训与管理评价员一般

导则 第1部分:优选评价员[S].

GB/T 16291.1-2012 Sensory analysis-general guidance for the selection and training of selected assessors-part 1: optimizing evaluation [S].

- [20] 赵镭, 刘文. 感官分析技术应用指南[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2011.

Zhao L, Liu W. A practical guide for application sensory analysis techniques [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2011.

- [21] GB/T 26176-2010 豆浆机[S].

GB/T 26176-2010 Soybean milk machine[S].

(责任编辑:金延秋)

## 作者简介



董巧, 硕士, 主要研究方向为营养与食品卫生学。

E-mail: 358012183@qq.com



赵镭, 副研究员, 博士, 主要研究方向为感官分析技术与标准化。

E-mail: zhaolei@cniis.gov.cn