

豆浆粒径与豆浆品质的关系研究

崔亚丽¹, 李莹莹¹, 栾广忠^{1,2}, 王福龙¹, 笄久香¹, 辰巳英三³, 胡亚云¹

(1. 西北农林科技大学 食品学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省农产品加工工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100; 3. 日本国际农林水产业研究中心, 日本 筑波 305-8686)

摘要:以未脱皮大豆和脱皮大豆为原料, 利用3种主流家用豆浆机(九阳精磨豆浆机 JY1、美的无网豆浆机 MS、九阳无网豆浆机 JY2)分别制备干豆及湿豆豆浆, 分析不同豆浆机所制豆浆的粒径及粒度分布规律, 进而分析粒径与豆浆品质及蛋白质吸收率间的关系。结果表明: JY2 制备豆浆的体积平均粒径 $D[4,3]$ 最大, MS 豆浆的 $D[4,3]$ 次之, JY1 豆浆的 $D[4,3]$ 最小。湿豆豆浆体积平均粒径小于干豆豆浆, 蛋白质含量、蛋白吸收率及感官评分(脱皮豆除外)亦显著高于干豆豆浆, 说明湿法可以减小豆浆的粒径, 提高原料利用率。脱皮湿豆豆浆感官评分低的主要原因可能是浸泡过程中脂肪氧化酶被激活而产生不良风味物质。

关键词: 豆浆; 蛋白回收率; 粒度; 大豆

中图分类号: TS214.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2012)01-0103-05

Relationship between Particle Size and Quality of Soymilk

CUI Ya-li¹, LI Ying-ying¹, LUAN Guang-zhong^{1,2}, WANG Fu-long¹, DA Jiu-xiang¹, Eizo Tatsumi³, HU Ya-yun¹

(1. College of Food Science & Engineering, Northwest A & F University, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Shaanxi Engineering Center of Agro-product Processing, Yangling 712100, Shaanxi, China; 3. Japan International Research Center for Agricultural Science, Tsukuba 305-8686, Japan)

Abstract: The objective of this research is to analyze the relationship between particle size and quality of soymilk made by household soymilk maker. Three soymilk makers, Joyoung Fine-grinding (JY1), Joyoung Dry-bean (JY2), and Midea Dry-bean (MS) were used to prepare soymilk from intact and dehulled soybeans by 'dry-bean' and 'wet bean' program respectively. Then particle size, protein content and recovery, sensory score, and protein absorption rate of the soymilk samples were determined. The results showed that average particle size of soy milk was $JY2 > MS > JY1$ and wet-bean soymilk was smaller than the dry-bean soymilk for both intact and dehulled soybean. The protein content, protein absorption and sensory score (except dehulled soybeans) of wet-bean soymilk were also higher than dry-bean soymilk significantly. This indicated that soaking was important for making finer and protein-more-digestible soymilk, and the protein recovery was higher. The sensory score of wet-dehulled soybeans was the lowest. The reason may be the lipoxygenase was activated and a negative flavor was generated during soaking.

Key words: Soymilk; Protein recovery; Particle size; Soybean

豆浆是我国传统的植物蛋白饮料, 是大豆经过浸泡、冷水磨浆、浆渣分离等工序制成的乳状液^[1]。豆浆中富含蛋白质、脂肪、钙、磷、铁等矿物质及多种维生素, 且吸收率高^[2], 深受素食主义者及乳糖不耐症患者的青睐。近年来, 家用豆浆机在我国的普及率快速提高, 利用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。2009 年我国豆浆机的年销售量已超过 2 000 万台^[3], 我国城镇居民中每两户就有一台豆浆机^[4]。市场上豆浆机的种类有很多, 大致可分为带有精磨器的豆浆机和无精磨器豆浆机。制作豆浆(非花色豆浆)的方式主要有干豆打浆和湿豆打浆 2 种形式。不同类型豆浆机由于结构及程序(如干豆和湿豆打浆程序)的不同, 得到的豆浆颗粒度可能存在差异, 从而影响豆

浆品质及消化吸收特性。大豆皮壳的主要成分是纤维素类物质, 大豆脱皮后纤维素类物质含量降低。为探究大豆脱皮后产生的豆渣是否也相应减少, 豆浆蛋白含量是否提高, 该文以大豆及脱皮大豆为原料, 选取 3 款主流类型的豆浆机, 分别按干豆及湿豆程序制备豆浆, 分析不同豆浆粒径分布规律, 并进一步研究其与豆浆品质、蛋白吸收率之间的关系。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料 未脱皮大豆(水分含量 10.24%, 蛋白含量 32.69%), 脱皮大豆(水分含量 8.72%, 蛋

收稿日期: 2011-12-08

基金项目: UNU-Kirin Follow-up Research Programme (UNU-ISP-0053); 中日合作项目 Advanced application of local food resources in China (K332021107); 西北农林科技大学国际合作基金项目(A213021006)。

第一作者简介: 崔亚丽(1988-), 女, 在读硕士, 研究方向为大豆蛋白。E-mail: gracecui0303@163.com。

通讯作者: 栾广忠(1968-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为植物蛋白深加工技术。E-mail: qlgz@nwsuaf.edu.cn。

白含量 34.25%);购于江门市力信豆制品有限公司。硫酸钾、硫酸铜、浓硫酸、氢氧化钠、盐酸、硼酸、甲基红、溴甲酚绿、盐酸、三氯乙酸,试剂均为分析纯;胃蛋白酶(Amersco, 1:3 000, 600~1 000 U·mg⁻¹),胰蛋白酶(Amersco, 1:250)。

1.1.2 仪器与设备 JY1 九阳五谷精磨豆浆机(JYDZ-33), JY2 九阳豆浆机(JYDZ-56), 九阳股份有限公司;MS 美的豆浆机(MS-PP13A4), 广东美的精品电器制造有限公司;控温式远红外消煮炉(LWY84B), 四平电子技术研究所以;微量凯氏定氮仪;电子天平(JA2003), 上海良平仪器仪表有限公司;电热恒温鼓风干燥箱(DHG-9140A), 上海精宏实验设备有限公司;激光粒度分析仪(Mastersize2000), 英国马尔文公司;恒温振荡器(SHA-C), 常州国华电器有限公司;飞鸽牌系列离心机(TDL-40B)。

1.2 实验方法

1.2.1 大豆吸水率和干物质损失率的测定 准确称取脱皮豆与未脱皮豆各 80.0 g, 清洗干净后, 在室温(25±2)℃下用纯净水浸泡过夜。脱皮豆浸泡 10~12 h, 未脱皮豆浸泡 12~14 h。分别使用 3 种豆浆机按干豆程序和湿豆程序分别对不同原料豆进行加热, 在豆浆机即将打浆之前将大豆取出, 然后沥干, 并用滤纸轻轻吸取大豆表面的水分。准确称取湿豆的质量, 测定大豆的吸水率。

大豆中水分含量测定采用 105℃ 烘箱干燥法^[5]。

吸水率(%)=(打浆前大豆质量-浸泡前大豆质量)/浸泡前大豆质量×100

干物质质量=大豆质量-(大豆质量×大豆中水分含量)

干物质损失率(%)=(浸泡前大豆干物质质量-浸泡后大豆干物质质量)/浸泡前大豆干物质质量×100

1.2.2 豆浆的制备 准确称取脱皮豆与未脱皮豆各 80.0 g, 将大豆清洗干净后, 倒入豆浆机中, 加入适量水以使大豆和水的总质量为 1 080.0 g, 按照豆浆机的干豆程序打浆。称取相同质量的脱皮豆与未脱皮豆, 将大豆清洗干净后倒入豆浆机中, 加入 240.0 g 水, 浸泡过夜(浸泡时间同 1.2.1), 然后再加入适量水以使大豆和水的总质量为 1 080.0 g, 然后按照湿豆的打浆程序打浆。打浆完毕后, 用 100 目尼龙布口袋过滤, 使豆渣与浆体分离, 并用力挤压, 以使豆浆的产量最大^[6]。利用 3 种豆浆机按上述方法各得到 4 种豆浆。

1.2.3 蛋白回收率的计算 原料豆及豆浆粗蛋白

含量采用凯氏定氮法 GB5009.5-2010^[7]。

蛋白回收率(%)=豆浆中的蛋白含量/原料豆的蛋白含量×100

1.2.4 籽粒硬度的测定 分别使用 3 种豆浆机按干豆程序和湿豆程序对不同原料豆进行加热, 在打浆之前断电停止程序, 将豆子取出立即用冷水冲洗, 用质构仪测其硬度。探头 P/50, 测试前速度 2 m·s⁻¹, 测试速度 2 m·s⁻¹, 测试后速度 10 m·s⁻¹, 探头压缩样品距离 3 mm, 触发应力 25 g。

1.2.5 豆浆粒径的测定 使用 3 种豆浆机以未脱皮干豆/湿豆、脱皮干豆/湿豆为原料制备豆浆, 共得到 12 份豆浆。参照俞小良等^[8]的方法, 用激光粒度仪对上述样品进行测定, 每种样品平行测定 2 次, 得到粒度分布曲线, 粒度值用体积平均粒径 D[4,3] 值表示。

1.2.6 豆浆的体外消化率及蛋白吸收率 以未脱皮干豆/湿豆、脱皮干豆/湿豆为原料, 使用 JY1 豆浆机制备豆浆, 然后测定豆浆的消化率。豆浆蛋白体外消化试验参照 Tang^[9] 报道的模型, 略有改动。在 250 mL 的三角瓶中加入 150 mL 豆浆, 用 1 mol·L⁻¹ HCl 将 pH 调整至 1.5。置于 37℃ 水浴中预热 5 min, 以 m(酶):m(底物)为 1:10 加入胃蛋白酶, 在 37℃ 恒温振荡器上反应, 分别在不同消化时间(0、120 min)取样。用 1 mol·L⁻¹ NaOH 调节至 pH 7.0 终止消化反应, 120 min 之后所得的消化液, 调节至 pH 7.0 之后, 以 m(酶):m(底物)为 1:10 加入胰蛋白酶, 再消化 120 min 之后取样分析。体外消化率参照王金梅等^[10]的方法进行, 采用 TCA-NSI 法测定和计算, 计算公式如下:

氮释放量(%)=(N₀-N_t)/N_{tot}×100

式中: N_t—消化 t min 时的三氯乙酸(TCA)不溶性氮, mg

N₀—蛋白样品中的 TCA 不溶性氮, mg

N_{tot}—样品中的总蛋白质量, mg

蛋白吸收率(%)=氮释放量×蛋白回收率/100

1.2.7 豆浆感官评价 使用 3 种豆浆机按照 1.2.2 方法制备豆浆, 可得到 12 份豆浆样品。豆浆的感官评价参照李莹莹等^[11]的方法进行。

2 结果与讨论

2.1 大豆浸泡液对打浆的影响

由表 1 可知, 如果弃去大豆浸泡后的浸泡水, 未脱皮湿豆的干物质损失率为 4.38%, 脱皮湿豆的干物质损失率为 20.62%, 这样会造成营养物质的浪费。未脱皮湿豆浸泡水的 pH 为 6.92, 脱皮湿豆

浸泡水的 pH 为 7.07,大致呈中性,因此,应保留浸泡液直接打浆。

表 1 大豆浸泡液 pH 及干物质损失率

Table 1 pH of soaking water and loss rate of dry matter		
大豆种类 Kinds of soybeans	浸泡液 pH 值 pH of soaking water	干物质损失率 Loss rate of dry matter/%
未脱皮湿豆 Intact wet soybean	6.92 ± 0.02b	4.38 ± 1.09b
脱皮湿豆 Dehulled wet soybean	7.07 ± 0.02a	20.62 ± 1.46a

每列数值后标注不同小写字母的表示差异显著 ($P < 0.05$),下同。

Comparison between the same column, different lowercase letters means significant difference ($P < 0.05$), The same below.

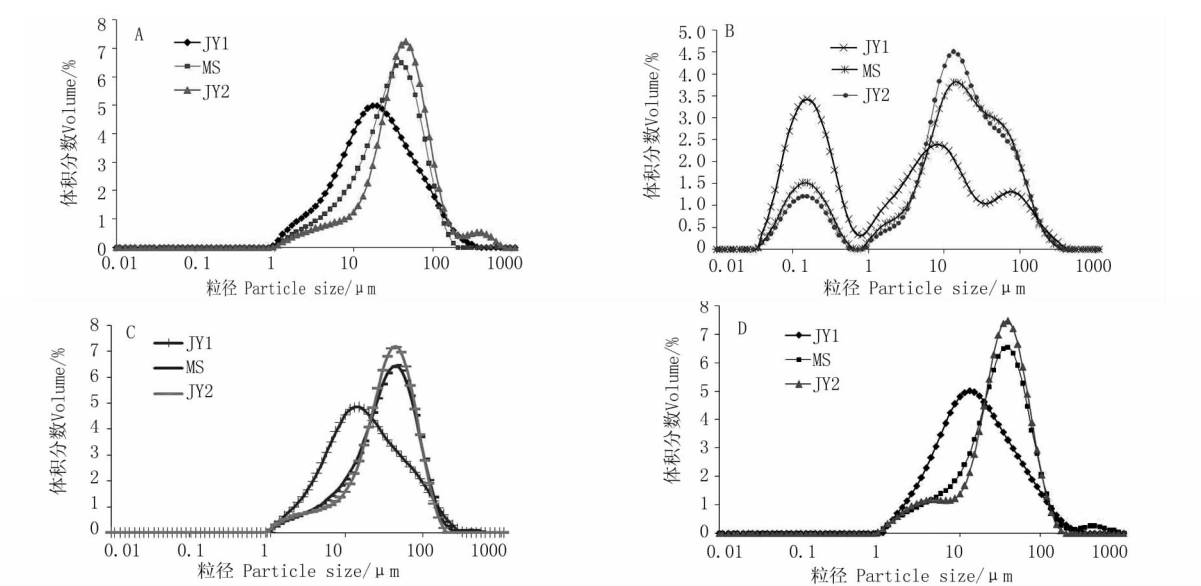
2.2 不同豆浆机制备豆浆粒径分布

由图 1A 可知,3 种未脱皮干豆豆浆的粒径大多集中在 10 ~ 100 μm 之间。JY1 制备的豆浆粒径分

布趋势较为平缓,粒径大多集中在 10 ~ 50 μm 处,体积分数在 17.38 μm 处达到最大,MS 和 JY2 制备的豆浆的粒径分布较为集中,粒径大多集中在 20 ~ 100 μm 处,分别在 34.67 和 45.71 μm 处出现最高峰。

由图 1B 可知,3 种豆浆机制备的未脱皮湿豆豆浆均在 0.01 ~ 1 μm 、10 ~ 100 μm 出现峰值,JY1 分别在 0.16 和 6.61 μm 处出现最高峰,MS 分别在 0.14 和 15.14 μm 处出现最高峰,JY2 分别在 0.14 和 13.18 μm 处出现最高峰。其中,在 0.01 ~ 1 μm 小粒径范围内 JY1 制备的未脱皮湿豆豆浆的体积分数最大,MS 豆浆次之,JY2 豆浆最小。MS 和 JY2 制备的豆浆粒径大都分布在 10 ~ 100 μm 处。

由图 1C 和图 1D 可知,脱皮干豆豆浆与湿豆豆浆的粒径分布趋势大致相同,JY1 制备的豆浆在小粒径范围内的分布较多,MS 和 JY2 制备的豆浆在大粒径范围内分布较多。



A. 未脱皮干豆豆浆 B. 未脱皮湿豆豆浆 C. 脱皮干豆豆浆 D. 脱皮湿豆豆浆
A. Intact dry-bean soybean milk B. Intact wet-bean soybean milk C. Dehulled dry-bean soybean milk D. Dehulled wet-bean soybean milk

图 1 不同原料豆制备豆浆的粒径分布图

Fig. 1 The particle size distribution of soybean milk made by different soybeans

2.3 不同种类豆浆粒径值比较

由图 2 可知,3 种豆浆机制备豆浆的粒径存在着较大差异,JY2 制备豆浆的体积平均粒径 $D[4,3]$ 最大,MS 豆浆次之,JY1 豆浆最小。除 JY2 制备脱皮干豆豆浆的 $D[4,3]$ 与脱皮湿豆豆浆无显著差异外,其它同种原料湿豆豆浆的 $D[4,3]$ 均显著小于干豆豆浆 ($P < 0.05$) (表 2)。3 种豆浆机制备豆浆粒径的差异与豆浆机特有的结构和打浆方式有关。JY1 带有精磨器,这样可以使大豆与刀头充分接触、

打磨,利于大豆中营养物质的溶出,豆渣较细,豆浆的粒径分布均匀。而另外 2 种豆浆机都没有精磨器,打浆时豆浆机内的大豆较为分散,豆浆机很难使每粒大豆都集中在刀头周围被刀头打磨,这就导致大豆的乳化过程不够充分^[12]。MS 的刀具直径比 JY2 的大且刀具上有锯齿,此外,MS 的杯体上有挡板,利于豆浆的湍流。这些结构都可能更有利于对大豆的充分打磨。因此,MS 制备豆浆的粒径小于 JY2。

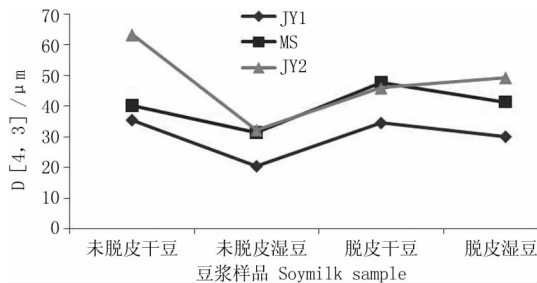


图2 不同豆浆机制备豆浆的D[4,3]值

Fig. 2 D[4,3] value of soybean milk made by different soybean maker

2.4 豆浆的粒径与湿渣质量、蛋白含量及蛋白回收率的关系

以未脱皮干豆/湿豆、脱皮干豆/湿豆为原料,分别使用3种豆浆机制作豆浆,对得到的12份样品进行粒度分析,其湿渣质量、蛋白含量、蛋白回收率、

粒径值等见表2。

除JY2制备的脱皮干豆豆浆D[4,3]与脱皮湿豆豆浆无显著差异外,其它湿豆豆浆的D[4,3]均显著小于相同原料的干豆豆浆($P < 0.05$)。除JY2制备的脱皮干豆豆浆和脱皮湿豆豆浆的蛋白含量、蛋白回收率无显著性差异外,其它同种处理的湿豆豆浆蛋白含量和蛋白回收率均显著高于干豆豆浆($P < 0.05$)。这是因为湿豆的吸水率为112.5%~139.0%,显著高于干豆的吸水率15.5%~23.8%($P < 0.05$)。大豆吸水后组织结构疏松,硬度显著减小,分别由原来的4.45~17.29 kg显著减小到3.16~4.60 kg($P < 0.05$),有利于豆浆机的打磨和蛋白成分的溶出、萃取^[13],致使豆渣质量显著减少,豆浆产率增大。因此,浸泡有利于豆浆粒径的减小,湿豆豆浆的蛋白含量和蛋白回收率高于干豆豆浆。

表2 不同豆浆机制备豆浆的品质比较

Table 2 Quality of soybean milk made by different soybean makers

豆浆机及大豆种类 Type of soybeans and soybean makers	湿渣质量 Quantity of okara/g	豆浆蛋白含量 Protein content of soybean milk/g·100mL ⁻¹	蛋白回收率 Protein recovery/%	大豆吸水率 Water absorption of soybean/%	大豆硬度 Hardness of soybean/kg	D[4,3]/μm	感官评分 Sensory score
JY1 未脱皮干豆 Intact dry soybean	103.5 ± 1.1e	2.23 ± 0.04bc	75.14 ± 0.22c	17.0 ± 0.7d	16.75 ± 0.78a	35.35 ± 0.58d	85.0 ± 1.4b
未脱皮湿豆 Intact wet soybean	96.9 ± 2.5f	2.29 ± 0.04b	78.19 ± 0.59b	139.0 ± 1.4a	4.45 ± 0.10c	20.42 ± 1.13g	90.5 ± 2.1a
脱皮干豆 Dehulled dry soybean	91.4 ± 1.1g	2.29 ± 0.07b	75.40 ± 0.38c	23.8 ± 0.4c	4.45 ± 0.11c	34.43 ± 0.63de	80.5 ± 0.7c
脱皮湿豆 Dehulled wet soybean	90.2 ± 0.4g	2.39 ± 0.03a	80.06 ± 1.27a	113.5 ± 2.1b	3.64 ± 0.21d	29.98 ± 0.12f	74.5 ± 2.1d
MS 未脱皮干豆 Intact dry soybean	137.9 ± 2.5b	1.84 ± 0.01f	58.51 ± 0.58g	16.8 ± 0.4d	16.89 ± 0.24ab	40.14 ± 0.11c	89.5 ± 0.7a
未脱皮湿豆 Intact wet soybean	117.7 ± 4.2d	2.02 ± 0.04e	64.78 ± 0.93f	138.5 ± 2.1a	4.52 ± 0.05c	31.29 ± 0.29ef	89.3 ± 0.4a
脱皮干豆 Dehulled dry soybean	121.6 ± 1.3d	2.13 ± 0.01cd	65.62 ± 0.95f	23.5 ± 0.7c	4.60 ± 0.03c	47.73 ± 0.44b	80.1 ± 1.6c
脱皮湿豆 Dehulled wet soybean	108.2 ± 1.3e	2.23 ± 0.09b	69.62 ± 1.00d	114.5 ± 0.7b	3.16 ± 0.03d	41.33 ± 0.54c	55.2 ± 1.1e
JY2 未脱皮干豆 Intact dry soybean	149.1 ± 3.7a	1.76 ± 0.01f	56.45 ± 0.22h	15.5 ± 0.7d	17.29 ± 0.46b	63.34 ± 1.40a	79.7 ± 0.4c
未脱皮湿豆 Intact wet soybean	129.7 ± 1.8c	2.06 ± 0.02de	67.22 ± 0.08e	137.0 ± 2.1a	4.60 ± 0.00c	32.04 ± 2.49def	86.0 ± 1.4b
脱皮干豆 Dehulled dry soybean	129.5 ± 4.2c	1.77 ± 0.00f	55.04 ± 0.33h	21.8 ± 0.4c	4.48 ± 0.03c	45.84 ± 0.10b	77.5 ± 0.7c
脱皮湿豆 Dehulled wet soybean	120.3 ± 1.3d	1.79 ± 0.04f	56.52 ± 0.30h	112.5 ± 1.4b	3.52 ± 0.08d	49.21 ± 4.56b	74.0 ± 1.4d

在相同处理条件下(大豆浸泡或未浸泡),以脱皮豆为原料制备豆浆产生的豆渣(90.2~129.5 g)比未脱皮豆为原料产生的豆渣(96.9~149.1 g)显著减少($P < 0.05$),这是因为大豆中的皮壳含量一般在5%~8%,而皮壳的主要成分是纤维素类物质,大豆脱皮后,大豆中的纤维素类物质含量降低,产生的豆渣也相应减少。在相同处理条件下,除

JY1制备的脱皮干豆豆浆的蛋白质含量及蛋白回收率与未脱皮干豆豆浆差异不显著外,使用JY1和MS以脱皮豆为原料制备豆浆的蛋白含量和蛋白回收率显著高于未脱皮豆豆浆($P < 0.05$)。这是因为大豆脱皮后整个籽粒中的蛋白含量增加,该实验所用的脱皮豆比未脱皮豆的蛋白质含量高1.56%,豆浆中的蛋白质含量也相应增加。但是使用JY2制

备的脱皮湿豆豆浆的蛋白回收率显著低于未脱皮湿豆豆浆 ($P < 0.05$), 这可能与豆浆机自身的打浆方式或者结构有关。

将豆浆感官评价的结果进行统计, 采用模糊数学矩阵方法进行分析, 分别得到 12 种豆浆样品的感官评价总分 (表 2)。除 MS 制备的未脱皮湿豆豆浆的感官评分与未脱皮干豆豆浆的差异不显著外, 另外 2 种豆浆机制备的未脱皮湿豆豆浆感官评分均显著高于未脱皮干豆豆浆。这可能是因为豆浆粒径较小时, 口感较好, 人们对豆浆的接受度增加, 感官评分较高。3 种豆浆机制备的脱皮湿豆豆浆的感官评价得分均显著低于干豆豆浆, 这可能是因为大豆脱皮时, 表面经过研磨导致细胞结构被破坏, 浸泡过程中脂肪氧化酶被激活而产生不良风味物质。

2.5 豆浆粒径与蛋白吸收率的关系

由表 3 可知, 未脱皮湿豆豆浆和脱皮湿豆豆浆的 $D[4,3]$ 分别为 20.42 和 29.98 μm , 显著小于未脱皮干豆豆浆和脱皮干豆豆浆的 $D[4,3]$ 。4 种豆浆的氮释放量均没有显著性差异, 这可能是由于 4 种豆浆的粒径值差异不大, 不足以对豆浆的氮释放量造成影响。未脱皮湿豆和脱皮湿豆豆浆的蛋白吸收率分别为 54.74% 和 55.73%, 显著高于未脱皮干豆和脱皮干豆豆浆的蛋白吸收率。可见, 湿豆豆浆的蛋白吸收率显著高于干豆豆浆 ($P < 0.05$)。

表 3 JY1 制备不同种类豆浆的 $D[4,3]$ 与蛋白吸收率

Table 3 $D[4,3]$ and protein absorption of different kinds of soymilk made by JY1

原料豆种类 Kinds of soybean	$D[4,3]/\mu\text{m}$	氮释放量 N release/%	蛋白吸收率 Protein absorption/%
未脱皮干豆 Intact dry soybean	35.35 \pm 0.58a	69.00 \pm 0.51a	51.85 \pm 0.38a
未脱皮湿豆 Intact wet soybean	20.42 \pm 1.13c	70.01 \pm 1.40a	54.74 \pm 1.09b
脱皮干豆 Dehulled dry soybean	34.43 \pm 0.63a	68.93 \pm 0.45a	51.97 \pm 0.34a
脱皮湿豆 Dehulled wet soybean	29.98 \pm 0.12b	69.62 \pm 0.35a	55.73 \pm 0.28b

3 结 论

3 种豆浆机制备豆浆的粒径存在着较大差异, JY2 制备豆浆的体积平均粒径 $D[4,3]$ 最大, MS 豆浆的 $D[4,3]$ 次之, JY1 豆浆的 $D[4,3]$ 最小。3 种豆浆机制备豆浆粒径的差异与豆浆机特有的结构和打浆方式有关。在相同处理条件下 (大豆浸泡或未浸泡), 以脱皮豆为原料制备豆浆产生的豆渣比未脱皮豆为原料产生的豆渣显著减少 ($P < 0.05$)。

湿豆豆浆体积平均粒径小于干豆豆浆, 蛋白质含量、蛋白吸收率及感官评分 (脱皮豆除外) 显著高于干豆豆浆, 说明湿法可以减小豆浆的粒径, 提高原料利用率。脱皮湿豆豆浆感官评分低的主要原因可能是浸泡过程中脂肪氧化酶被激活而产生不良风味物质。

参考文献

- [1] 周平. 影响豆奶及豆奶粉品质因素的研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2006. (Zhou P. Study on the factors of influencing the quality of soymilk and soymilk powder [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2006.)
- [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): 46-49. (Lin X D, Pan J Z, Ling J G. The health functions and research progress of soymilk [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2007 (24): 46-49.)
- [3] 秦丽. 豆浆机国标起草工作启动 [J]. 电器, 2009 (2): 37-38. (Qin L. Drafting of national standards for automatic soymilk makers starts [J]. China Appliance, 2009 (2): 37-38.)
- [4] 黄敏. 国家家用电器协会发布 2009 年行业报告豆浆机行业高速发展 [J]. 电器, 2010 (6): 54-56. (Huang M. The rapid development of automatic soymilk makers published by China Household Electrical Appliances Association industry report 2009 [J]. China Appliance, 2010 (6): 54-56.)
- [5] GB/T 5497-85 粮食、油料检验水分测定法 [S]. (GB/T 5497-85 Inspection of grain and oilseeds methods for determination of moisture content [S].)
- [6] Vishwanathan K H, Vasudeva S, Subramanian R. Wet grinding characteristics of soybean for soymilk extraction [J]. Journal of Food Engineering, 2011, 106: 28-34.
- [7] GB/T 5009.5-2010 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定 [S]. (GB/T 5009.5-2010 National food safety standard determination of protein in foods [S].)
- [8] 俞小良, 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.)
- [9] Tang C H. Functional properties and in vitro digestibility of buckwheat protein products; influence of processing [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 82: 568-576.
- [10] 王金梅, 张占琴, 王学军, 等. 菜籽蛋白的制备及其体外模拟消化 [J]. 中国油脂, 2008, 33 (9): 10-15. (Wang J M, Zhang Z Q, Wang X J, et al. Preparation and in vitro digestibility of rapeseed protein [J]. China Oils and Fats, 2008, 33 (9): 10-15.)
- [11] 李莹莹, 笕久香, 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): 493-495. (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): 493-495.)
- [12] 朱东梅. 豆浆机进入无网新时代 [J]. 现代家电, 2008 (16): 22-23. (Zhun D M. A new era of soymilk maker without net [J]. Modern Appliances, 2008 (16): 22-23.)
- [13] Pan Z, Tangatanavalee W. Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions [J]. Lebensmittel-Wissenschaft und Technology, 2003, 36: 143-151.