

快速制浆工艺对大豆吸水率及豆浆乳化性的影响

金 杨, 柴萍萍, 鲍鲁生, 吕晓莲, 田 旭, 彭义交, 郭 宏
(北京食品科学研究院, 北京市食品研究所, 北京 100162)

摘 要: 采用脱皮大豆为原料, 以大豆破碎粒径、浸泡时间、浸泡温度为影响因素, 大豆吸水率为指标, 进行单因素和正交试验, 并就浸泡时间对豆浆乳化效果的影响进行研究。结果表明: 最佳浸泡条件为大豆破碎粒径2mm、浸泡温度25℃、浸泡时间150min。粒径为2mm的豆粒, 浸泡150min所制备豆浆与传统12h浸泡整豆方法所得豆浆的乳化效果相当。

关键词: 大豆; 浸泡方法; 吸水率; 豆浆; 乳化性

Effect of Rapid Pulping on Water-Absorbing Capacity of Soybean and Emulsifying Capability of Soy Milk

JIN Yang, CHAI Ping-ping, BAO Lu-sheng, LÜ Xiao-lian, TIAN Xu, PENG Yi-jiao, GUO Hong
(Beijing Food Research Institute, Beijing Academy of Food Sciences, Beijing 100162, China)

Abstract: In this study, different soaking methods were used to explore water-absorbing capacity of dehulled soybean and emulsifying capability of soy milk. Single factor and orthogonal array designs were employed to study the effects of soybean granularity, soaking time and soaking temperature on water-absorbing capacity of soybean. Meanwhile, the effect of soaking time on emulsifying capability of soy milk was also investigated. The results indicated that the optimum soaking conditions were soybean granular size of 2 mm, soaking temperature of 25 °C, and soaking duration of 150 min. The soy milk prepared with ground soybean with a particle size of 2 mm by 150 min soaking revealed the same emulsifying capability as that prepared by the traditional method of 12 h soaking.

Key words: soybean; soaking methods; water-absorbing capacity; soy milk; emulsifying capability

中图分类号: TS214.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)22-0044-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201322009

我国是大豆的故乡, 大豆的种植与加工已经有上千年的历史, 我国豆制品的制作技术已传到世界各国^[1-2]。豆制品具有很高的营养价值, 其中所含的低聚糖具有使肠内双歧杆菌增殖的功能, 卵磷脂具有健脑等作用。大豆油脂80%由不饱和脂肪酸组成, 并且含有1种对心血管十分有益的 ω -3脂肪酸——亚麻酸^[3-4]。除此之外, 豆腐不含胆固醇, 含有功能肽、异黄酮、卵磷脂、低聚糖、皂甙、VB、VE等保健益寿成分, 更有美味、价廉的优势^[5-7]。

在豆制品加工过程中, 大豆的浸泡是第一、也是最重要的环节, 大豆浸泡效果直接影响到大豆有效成分的提取效果及豆制品的品质。研究表明, 影响大豆浸泡效果的因素有很多, 如: 浸泡水的水质、pH值、浸泡时间、浸泡温度等^[8]。鲍松林等^[9]对稀碱液中的大豆浸泡行为对固形物、可溶性蛋白质损失的影响进行研究, 结果表明稀碱液浸泡提高了大豆可溶性蛋白质和固形物的溶出率, 缩短了浸泡时间; 李里特等^[10-11]采用不同浸泡方法及浸泡温度对豆腐加工的影响进行了研究, 研究表明

电解还原处理和电生碱性水浸泡, 对大豆中有效成分的提取率和豆腐的品质均有很大提高; 张明晶等^[12]采用不同浸泡条件对豆腐质量特性的影响进行研究, 结果显示传统整豆浸泡最佳条件为浸泡温度20℃、浸泡时间17h; 张亚宁^[13]对大豆浸泡生产豆乳工艺条件的优化进行研究, 结果表明以软水浸泡、豆水比1:2、浸泡8h、浸泡温度25℃、浸泡水pH值为8.5时, 豆乳中蛋白质含量最高。

目前大多数学者都沿用传统浸泡整豆的方法对泡豆工艺条件进行研究, 但是目前这种被普遍行业采用的传统浸泡整豆的方法, 在生产过程中, 存在着用水量、浸泡周期长、易微生物污染、蛋白质发生降解、大量废水排放等弊端。本实验以脱皮大豆为原料, 通过大豆破碎粒径、浸泡时间、浸泡温度等因素对大豆吸水率的影响进行研究, 并就不同浸泡方式对豆浆乳化效果进行对比, 确定最佳工艺及参数, 旨在建立一种在泡豆过程中完全不排放废水的豆制品加工的清洁生产方式。

收稿日期: 2013-09-04

基金项目: 北京市科技计划项目(Z111100066111007-1); 国家“863”计划项目(2013AA102105-1)

作者简介: 金杨(1984—), 女, 工程师, 硕士, 研究方向为豆制品加工。E-mail: j_jinyang@163.com

1 材料与amp;方法

1.1 材料与仪器

大豆 市售。

6FW-D1型大豆破碎机 山东鲁曹高新机械制造有限公司；恒温水浴锅 天津中环科技开发公司；BP401C磨浆机 北京洛克机械设备有限公司；FA2004分析天平 上海天平仪器厂；TDL-5-A离心机 上海安亭科学仪器厂；DM750显微镜 德国徕卡公司。

1.2 方法

1.2.1 豆粒制备

将完整饱满的大豆通过破碎机破碎，调整破碎机破碎粒度，得到不同粒度的大豆粒，再将大豆粒经过筛分，分别得到粒径为1、2、3、4、5mm的豆粒。

1.2.2 豆粒浸泡

将不同粒径的豆粒在不同温度条件下浸泡于水(自来水:纯净水为1:1(V/V)，硬度为3.0mmol/L)中，大豆:水为1:3(m/m)，分别浸泡不同时间。

按照传统工艺将整粒大豆于室温25℃条件下，浸泡于水。

1.2.3 豆浆制备

将浸泡好的整粒大豆或碎豆粒分别用磨浆机加水磨浆，过140目的尼龙筛网进行浆渣分离，制成大豆:水=1:8的豆浆。

1.2.4 大豆吸水率的测定^[1]

称取一定量的大豆，加入3倍质量的水浸泡，经过一定的时间后，滤去大部分水分，再用干布吸去大豆表面的自由水分，然后称取浸泡豆的质量，计算大豆的吸水率。

1.2.5 豆浆乳化性的测定

将不同条件下制备的豆浆在一定转速下离心，取出离心上层油膜，采用180倍显微镜观察比较上层油膜状态。

离心条件的确定：本实验采用传统制浆方法将整粒大豆浸泡水中12h后制浆。分别在转速为500、1000、1500、2000r/min条件下离心5、10min，观察上层出油情况。

表1 不同离心条件对豆浆乳化性的影响

Table 1 Effect of centrifugation conditions on the emulsifying capability of soymilk

时间/min	转速/(r/min)				
	500	1000	1500	2000	3000
5	—	—	—	—	+
10	—	—	—	+	+

注：—，在该条件下离心上层未见油层；+，在该条件下离心上层出现油层。

由表1可以看出，传统泡豆方法制得豆浆在转速为2000r/min离心10min后上层开始出现油花。用180倍显微镜观察上层油花，其油滴粒径接近1μm，说明在此离心

条件下，豆浆的乳化体系开始被破坏；而当离心转速小于1500r/min时豆浆中油滴粒径小于1μm。因此，实验选择离心转速1500r/min，10min为保持豆浆乳化稳定的判别条件。

2 结果与分析

2.1 破碎粒径对大豆吸水率的影响

选取破碎粒径为1、2、3、4、5mm豆粒，分别浸泡于25℃水(自来水:纯净水=1:1(V/V)，硬度3.0mmol/L)中，大豆:水1:3，浸泡2h，测定大豆吸水率。

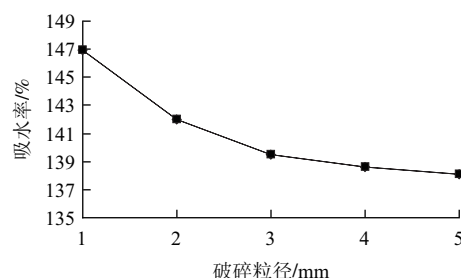


图1 破碎粒径对大豆吸水率的影响

Fig.1 Effect of particle size of ground soybean on water-absorbing capacity of soybean

由图1可知，随着大豆破碎粒径的增加，其大豆吸水率随之降低，但当粒径大于3mm后，吸水率减少的趋势迅速减缓。这主要是因为当豆粒破碎度不够时，碎粒断面大多还是呈规则平滑状，吸水速率接近于整豆水平。因此，为了提高吸水效率，大豆破碎粒径应小于3mm。

2.2 浸泡时间对大豆吸水率的影响

取粒径为3mm豆粒，分别于25℃条件下浸泡30、60、90、120、150、180min，取出测定吸水率。

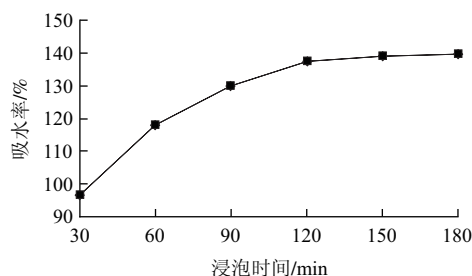


图2 浸泡时间对大豆吸水率的影响

Fig.2 Effect of soaking duration on water-absorbing capacity of soybean

由图2可以看出，随着浸泡时间的延长，大豆吸水率逐步增加。当浸泡时间在30~120min时，吸水率迅速增加；当浸泡时间长于120min时，大豆吸水率增长缓慢，基本达到饱和。因此，最佳浸泡时间应大于120min。

2.3 浸泡温度对大豆吸水率的影响

取粒径为3mm豆粒，分别于15、20、25、30、35℃温度条件下浸泡120min取出，测定吸水率。

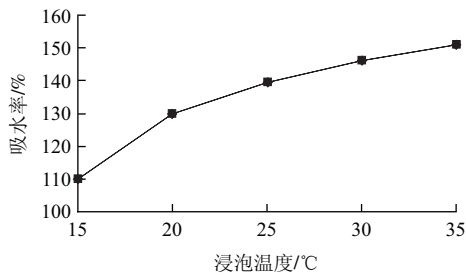


图3 浸泡温度对大豆吸水率的影响

Fig.3 Effect of soaking temperature on water-absorbing capacity of soybean

由图3可以看出,大豆吸水率随浸泡温度的升高而增大,因此,为了提高吸水率应尽可能提高浸泡温度。但从生产实际出发,泡豆工序通常都是在室温条件下进行,提高浸泡温度需要增加相应的能耗,而且当浸泡温度高于30℃时,容易受到微生物污染。因此,实际生产中浸泡温度以20~25℃的室温较为适宜。

2.4 正交试验

在单因素试验的基础上设计正交试验,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,考察破碎粒径、浸泡温度、浸泡时间3个因素对大豆吸水率的影响,每个因素选择3个水平。正交试验因素与水平如表2所示,结果如表3所示,方差分析如表4所示。

表2 正交试验因素与水平

Table 2 Factors and levels used for orthogonal array design

水平	因素		
	A浸泡时间/min	B浸泡温度/℃	C破碎粒径/mm
1	90	20	2
2	120	25	3
3	150	30	4

表3 正交试验设计与结果

Table 3 Results and analysis of orthogonal array design

试验号	A	B	C	大豆吸水率/%
1	1	1	1	112.4
2	1	2	2	127.0
3	1	3	3	130.7
4	2	1	2	110.9
5	2	2	3	129.7
6	2	3	1	137.0
7	3	1	3	115.4
8	3	2	1	145.7
9	3	3	2	132.4
k_1	123.4	112.9	131.7	
k_2	125.9	134.1	123.4	
k_3	131.2	133.4	125.3	
R	7.8	21.2	8.3	

由表3可以看出,各因素影响大豆吸水率的主次顺序为浸泡温度>破碎粒径>浸泡时间,最优因素水平组合为 $A_3B_2C_1$,即在浸泡温度25℃、浸泡时间150min、破碎

粒径2mm时,大豆吸水率最高,为145.7%。由表4可知,浸泡温度达到显著水平($P<0.05$)。

表4 方差分析表

Table 4 Analysis of variance for the experimental results of orthogonal array design

来源	平方和	自由度	均方	F值	F_{α}	显著水平
A	144799.30	2	47.59	3.42	$F_{0.05(2,2)}=19.00$	*
B	145574.52	2	435.16	31.30		
C	144817.23	2	56.54	4.07		
误差	144732.12	2	13.90			

注:*. $P < 0.05$, 差异显著。

2.5 泡豆时间对豆浆乳化性的影响

豆浆的乳化效果是影响豆腐品质的重要因素除磨浆可促进豆浆乳化,泡豆过程使蛋白质实现充分水化则是乳化更不可或缺的过程。因此,不仅要研究泡豆过程中不同工艺参数对大豆吸水率的影响,还应研究对豆浆乳化性的影响。

取破碎粒径为2mm的豆粒在25℃温度条件下,浸泡不同时间后制得豆浆,于1500r/min条件下离心10min,观察上层油层状况并在显微镜下观察油滴状态,结果如图4所示。

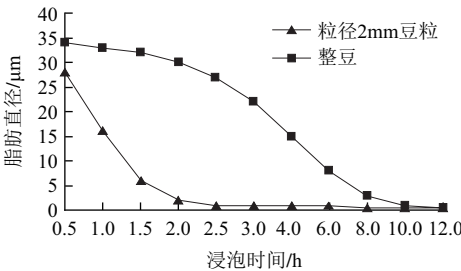


图4 浸泡时间对豆浆离心上层脂肪球直径的影响

Fig.4 Effect of soaking duration on emulsifying capability of soymilk

由图4可以看出,随着浸泡时间的延长,2mm豆粒与整豆豆浆离心上层脂肪球直径逐步减小。2mm豆粒浸泡2.5h后,豆浆离心上层脂肪球直径 $<1\mu\text{m}$,而整豆需要浸泡12h才能达到同样效果。实验中发现豆浆中脂肪球直径越小,豆浆离心后上层油层越稀薄,当脂肪球直径 $<1\mu\text{m}$ 时,离心上层不出现油膜,豆浆呈完全乳化液状态,且提高离心转速和延长时间,豆浆都表现出稳定的乳化性质。

采取传统的泡豆方法,由于整粒大豆表面覆盖着种皮,使大豆吸水截面积较小,吸水速率很低,因此,必须要经过长时间的浸泡才能使大豆充分吸水,进而再实现进一步乳化;而经过去皮破碎的豆粒,由于吸水截面积增大,使吸水速率明显提高,同时也缩短了大豆蛋白实现充分水化的时间。从图4可见,经过破碎去皮的豆粒,只需经2.5h浸泡后制浆,其豆浆的乳化性即可与传统整粒大豆浸泡12h制得豆浆的乳化性相当。

3 结论与讨论

大豆通过去皮破碎, 可以明显提高大豆的吸水速率。最佳工艺条件为破碎粒径2mm、浸泡温度25℃、浸泡时间150min, 豆浆的乳化性质与传统制浆方法中浸泡12h的豆浆乳化性相当。

豆浆乳化效果是保证豆腐质量的必要条件。豆浆乳化性与大豆吸水过程密切相关。通过实验可以看出, 豆粒浸泡不同时间, 豆浆的乳化性有很大差别。浸泡时间越长, 豆浆乳化性越好。大豆蛋白质的水化过程是否充分, 是决定豆浆乳化性好坏的关键, 而豆浆乳化性对豆制品品质的影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张振山, 方继功. 豆制品生产工艺与设备[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1988: 85-165.
- [2] 夏剑秋, 江连洲. 国内外大豆加工业生产现状与发展趋势[J]. 中国油脂, 2003, 28(9): 8-15.
- [3] 李里特, 汪立君, 李再贵, 等. 大豆蛋白热变性程度对豆腐品质的影响[J]. 食品科技, 2002, 27(1): 1-4.
- [4] 曾凡俊, 康毅. 温度和时间对大豆浸泡吸水的影响[J]. 中国制造, 1993(2): 35-37.
- [5] 籍保平, 李博. 豆制品安全生产与品质控制[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 100-112.
- [6] 杨方琪. 豆腐凝固机理的研究[J]. 无锡轻工业学院学报, 1993, 12(2): 37-39.
- [7] 李里特. 传统豆制品的价值[J]. 中国食品工业, 2003(3): 4-5.
- [8] 张平安, 赵秋艳, 宋莲军, 等. 大豆浸泡工艺条件对豆腐品质的影响[J]. 食品工业科技, 2010, 31(7): 275-277.
- [9] 鲍松林, 丁霄霖. 稀碱液中的大豆浸泡行为: 浸泡条件对固形物、可溶性蛋白质损失的影响[J]. 中国调味品, 1995(12): 6-9.
- [10] 李里特, 曹薇. 不同浸泡方法对豆腐加工的影响[J]. 食品工业科技, 1998, 19(3): 17-19.
- [11] 李里特, 曹薇. 大豆浸泡温度对豆腐加工的影响[J]. 食品科学, 1998, 19(6): 29-32.
- [12] 张明晶, 魏益民, 张波, 等. 加工条件对豆腐质量特性的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(4): 395-398.
- [13] 张亚宁. 大豆浸泡产豆乳工艺条件的优化[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 7088-7090.
- [14] 刘顺湖, 李桂菊, 王晓强, 等. 大豆蛋白质提取工艺中酸沉pH值的简单效应分析[J]. 济宁学院报, 2010(6): 21-24.
- [15] 蔡立志, 宋玉兰, 黄丽卿, 等. 大豆蛋白的乳化功能及表征研究[J]. 食品科学, 1999, 20(10): 275-277.
- [16] 华欲飞, 顾玉兴. 大豆蛋白的吸水和持水性能[J]. 中国油脂, 1999(4): 43-46.
- [17] 张亚丽, 徐忠. 大豆蛋白酶解物的功能特性研究[J]. 食品与发酵工业, 2003(9): 37-39.
- [18] 王欣, 乔玲. 大豆分离蛋白的营养、功能特性及应用研究[J]. 农业科技与装备, 2013(5): 35-37.
- [19] 邓塔, 李军生, 阎柳娟, 等. 大豆蛋白乳化性的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(2): 57-60.
- [20] 刘志胜. 食品工业亟需成分性状特别的大豆原料[J]. 农产品加工, 2013(8): 8-15.