

嫩豆腐工艺标准化研究

李 丹¹,王炼涛¹,王 电²,谭 华³,胡 萍¹

(1. 贵州大学 酿酒与食品工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵阳市食品工业办公室, 贵州 贵阳 550081; 3. 贵州龙缘盛豆业有限公司, 贵州 龙里 551200)

摘 要: 为了提高和稳定产品质量, 在传统生产工艺基础上, 对嫩豆腐的工艺参数进行了标准化。通过单因素和正交试验, 得出的嫩豆腐加工工艺标准化主要参数: 豆浆浓度 12°, 凝固剂石膏与内酯的配比为 3.5 g + 1.75 g, 煮浆温度 95℃, 点浆温度 85℃, 煮浆时间 15 min。

关键词: 嫩豆腐; 工艺; 标准化

中图分类号: TS201.1; S565.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2017.01.0116

Standardization of Soft Tofu Process

LI Dan¹, WANG Lian-tao¹, WANG Dian², TAN Hua³, HU Ping¹

(1. School of Liquor & Food Engineering University, Guiyang 550025, China; 2. Food Industry Office of Guiyang, Guiyang 550081 China; 3. Guizhou Long Yuan Sheng Bean Industry Co. Ltd, Longli 551200, China)

Abstract: To improve and stabilize the quality of soft tofu, we studied on the standardization of the technological parameter of soft tofu based on traditional process. The standardization parameters were obtained by single factor and orthogonal experiments which were as follows the concentration of soybean milk was 12°, the ratio of coagulants gypsum and lactone was 3.5 g + 1.75 g, the temperature of boiling syrup was 95℃, the temperature of pulp-point was 85℃ and the time of boiling was 15 min.

Keywords: Soft tofu; Process; Standardization

嫩豆腐是一种具有悠久历史的中国传统非发酵豆制品, 具有丰富的营养价值和功能。嫩豆腐以其口感细润滑嫩、风味独特、制作工艺简便、食用方便等特点深受人们的青睐, 是理想的高蛋白、低脂肪、低热量、零胆固醇绿色食品^[1]。

我国豆制品加工企业生产规模普遍较小, 生产集中程度低, 90% 都是小型手工作坊式生产, 设备工业化程度低、卫生条件差、产品保质期短, 难以实施标准化管理^[2]。近年来, 豆制品加工企业虽已基本实现嫩豆腐加工机械化, 但从某种程度上只能理解为半机械化, 实际生产中仍然存在许多问题, 如生产工艺参数模糊, 凝固剂人工配制超量使用, 无规范化的操作流程, 致使产品品质差异较大, 加工企业盈利低, 进一步影响了工业化水平的提升。

本研究在传统加工工艺的基础上, 对嫩豆腐生产工艺参数进行标准化研究, 明确嫩豆腐生产标准化工艺参数, 旨在提高大豆原材料利用率, 稳定产品品质, 为嫩豆腐工业化生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

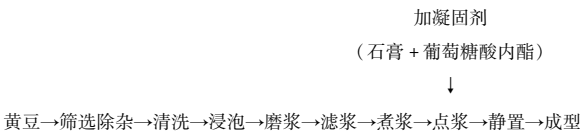
黄豆: 贵州本地黄豆; 葡萄糖酸内酯: 天津塘沽金轮盐化有限公司; 石膏: 天津塘沽金轮盐化有限公司; 消泡剂: 天津塘沽金轮盐化有限公司。

1.2 仪器

九阳豆浆机: YDZ-56W 型, 九阳股份有限公司; 电热恒温鼓风干燥箱: DHG-9075A 型, 上海 - 恒科技有限公司; 电子天平: 7B-214 型, 上海益恒实验仪器有限公司; 电磁炉: 21CK2105 型, 广东美的生活电器制造有限公司; 全自动凯氏定氮仪: ZDDN-II 型, 上海益恒实验仪器有限公司; 质构仪: CT-3 型, 美国 Brookfield(博勒飞)。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程



收稿日期: 2016-09-05
基金项目: 贵州省农业攻关项目(黔科合 NY[2014]3009 号)
第一作者简介: 李丹(1991-), 女, 硕士, 主要从事食品微生物研究。E-mail: 1151629129@qq.com。
通讯作者: 胡萍(1970-), 女, 博士, 教授, 主要从事食品微生物与生物技术研究。E-mail: ls.phu@gzu.edu.cn。

1.3.2 操作要点 筛选鲜豆,去除发霉、长虫的颗粒及杂质后清洗;将大豆置于盆内,加入大豆干重 2~3 倍的水浸泡 6~7 h,准备磨浆;磨浆,加水用豆浆机研磨 2 次后测定豆浆浓度;煮浆,将磨好的豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续加热并不断搅动;采用冲浆方式点浆,使凝固剂与豆浆充分混合;成型,将成絮状的豆腐凝乳倒入铺好包布的模具内,用包布将其包好,静置 10 min,然后取出豆腐测定出品率、含水量、质构特性并进行感官评定。

1.3.3 单因素试验

(1)凝固剂配比:将磨好的豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续加热至 95℃并保温 10 min。将煮好的豆浆冷却至 80℃后加入凝固剂,石膏与葡萄糖酸内酯的配比分别为 2 g+1 g,2.5 g+1.25 g,3 g+1.5 g,3.5 g+1.75 g,4 g+2 g,测定嫩豆腐出品率、含水量、质构与感官评分。

(2)煮浆温度:将磨好的豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续分别加热至 93,94,95,96,97℃并保温 10 min。将煮好的豆浆冷却至 80℃按石膏+葡萄糖酸内酯 3.5 g+1.75 g 加入凝固剂,测定嫩豆腐出品率、含水量、质构与感官评分。

(3)豆浆浓度:将浸泡好的大豆按照豆水比(g:mL)1:3、1:3.5、1:4、1:4.5、1:5 分别进行研磨,随后测定豆浆浓度,将豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续加热至 95℃并保温 10 min,将煮好的豆浆冷却至 80℃按石膏+葡萄糖酸内酯 3.5 g+1.75 g 加入凝固剂,测定嫩豆腐出品率、含水量、质构与感官评分。

(4)点浆温度:将浸泡好的大豆按照豆水比(g:mL)1:3.5 进行研磨,并测定豆浆浓度达 12°,将豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续加热至 95℃并保温 10 min,将煮好的豆浆分别冷却至 70,75,80,85,90℃时按石膏+葡萄糖酸内酯 3.5 g+1.75 g 加入凝固剂,测定嫩豆腐出品率、含水量、质构与感官评分。

(5)煮浆时间:将浸泡好的黄豆按照豆水比(g:mL)1:3.5 进行研磨,并测定豆浆浓度达 12°,将豆浆加热至 80℃时加入消泡剂,继续加热至 95℃并分别保温 5,10,15,20,25 min,后将豆浆冷却至 80℃时按石膏+葡萄糖酸内酯 3.5 g+1.75 g 加入凝固剂,测定嫩豆腐出品率、含水量、质构与感官评分。

1.3.4 正交试验 在单因素试验基础上,选择豆浆

浓度、凝固剂配比、煮浆温度、点浆温度为试验因素,以嫩豆腐含水量、出品率和感官评分为考察指标,设计 $L_9(3^4)$ 的正交试验。

1.4 嫩豆腐品质评价方法

1.4.1 感官评价 嫩豆腐感官评分标准见表 1。

表 1 嫩豆腐感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation criteria of soft tofu		
指标 Index	评分标准 Grading	评分 Score
色泽 Color	发黄	10
	略带黄色,均一	15
口感 Taste	白色,均一	25
	质地粗糙,无弹性	10
质地 Texture	质地较细腻,有一定弹性	15
	质地细腻,弹性较好	25
风味 Flavor	块型不完整	10
	块型较完整	15
	块型完整	25
	味道发苦、发涩	10
	有淡淡豆香味	15
	豆香味浓郁	25

1.4.2 出品率测定 将新鲜嫩豆腐在室温下静置 5 min 后,称其重量,计算每 100 g 大豆所得到的新鲜豆腐的重量,即为嫩豆腐出品率^[3]。

1.4.3 嫩豆腐含水量测定 水分测定采用直接干燥法(GB 5009.3-2010)。

1.4.4 嫩豆腐质构测定 参照刘灵飞的方法^[4],将嫩豆腐切成直径 15 mm×15 mm 圆柱体,采用质构仪进行 2 次压缩试验(TPA-TA-XT2i)。选择 TA11-1000 型 25.4 mmD,35 mmL 探头;触发点负载 5.0 g;下压距离 3.00 mm;负载单元 1 500 g;测试速度 1 mm·s⁻¹,返回速度 1 mm·s⁻¹,预测试速度 2 mm·s⁻¹;夹具 TA-RT-KIT。同一个样品选择 5 个不同的部位进行测定,取其平均值。

1.5 数据分析

所有试验均进行 3 次平行试验,最终结果用平均值±标准差的方式表示。采用 SPSS 22.0 对豆腐的出品率、含水量及感官评分进行数据统计分析。

1.6 实际应用检验

本研究确定的最佳工艺组经贵州芳馨豆业有限公司实际运用,制作的嫩豆腐品质和出品率与原车间产品进行对比。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 不同凝固剂配比对嫩豆腐品质的影响 如图1可知,嫩豆腐的出品率和含水量随着凝固剂配比的增大而升高,但是当凝固剂配比达到3.5 g +

1.75 g 时,达到峰值,继续增加凝固剂配比,嫩豆腐的出品率和含水量不再增大反而呈现下降的趋势。如表2可知,豆腐的硬度、弹性、咀嚼性随凝固剂配比增大不断增大,但是当凝固剂配比浓度达到3 g + 1.5 g 时,弹性达到峰值,继续增加凝固剂配比,豆腐的弹性不再增大反而有降低的势头。

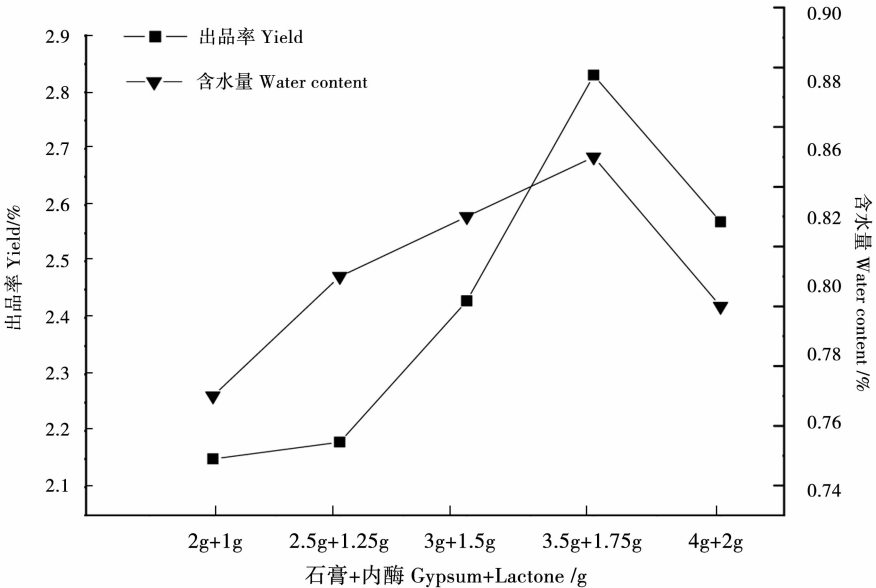


图1 不同凝固剂配比对嫩豆腐出品率、含水量的影响

Fig.1 Effects of different soft tofu coagulant ratio on yield and moisture content

表2 不同凝固剂配比对嫩豆腐质构、感官评分的影响

Table 2 Effect of different coagulant rate on soft tofu texture and sensory evaluation

凝固剂配比 Coagulant ratio/g	硬度 Hardness/g	弹性 Elasticity/mm	咀嚼性 Chewiness/mJ	感官评定 Sensory evaluation
2 + 1	152.27 ± 2.37	0.874 ± 0.12	178.53 ± 4.51	55 ± 4.00
2.5 + 1.25	246.31 ± 1.29	0.842 ± 0.09	257.35 ± 5.27	70 ± 3.00
3 + 1.5	247.10 ± 2.94	0.924 ± 0.08	245.27 ± 6.31	85 ± 2.00
3.5 + 1.75	267.12 ± 4.25	0.915 ± 0.27	243.22 ± 1.32	80 ± 3.00
4 + 2	254.25 ± 6.37	0.875 ± 0.34	272.35 ± 2.41	70 ± 2.00

分析不同凝固剂配比对嫩豆腐品质产生不同影响的原因可能与盐离子和蛋白质的凝胶特性有关。在一定范围内,随着凝固剂配比的增加,蛋白质分子间相互结合速率加快,产品出品率高;但凝固剂比例过高时,形成的蛋白质三维网状结构粗厚,豆腐凝胶强度高,但保水性低^[5]。因此,增大凝固剂配比的过程中蛋白质之间的相互作用是影响最终产品品质的关键因素。在不同凝固剂配比下,综合分析嫩豆腐出品率、含水量和质构的变化情况,选择凝固剂配比为3.5 g + 1.75 g 最为合适。

2.1.2 不同煮浆温度对嫩豆腐品质的影响 由图2可知,随着煮浆温度的升高,嫩豆腐的出品率和含水量增加,当温度升高至95℃,嫩豆腐的出品率和

含水量达到最高值,之后不再升高。如表3可知,豆腐的弹性、硬度和咀嚼性随着煮浆温度的升高不断增大,当上升95℃时,弹性不再增大反而呈现下降的趋势。分析不同煮浆温度对嫩豆腐品质影响的原因与蛋白质的热变性程度有关。孙德坤等^[6]研究表明:豆腐制作的本质就是蛋白质的受热变性,豆腐的凝胶强度与热变性的程度直接相关。随着煮浆温度升高,豆腐的凝胶强度增强,保水性增强。当温度达到95℃,大豆蛋白已充分变性,豆腐的凝胶强度不再随着温度的增加而增强。综合分析嫩豆腐的出品率、含水量和质构的变化情况,结合工业生产条件,95℃为最佳煮浆温度。

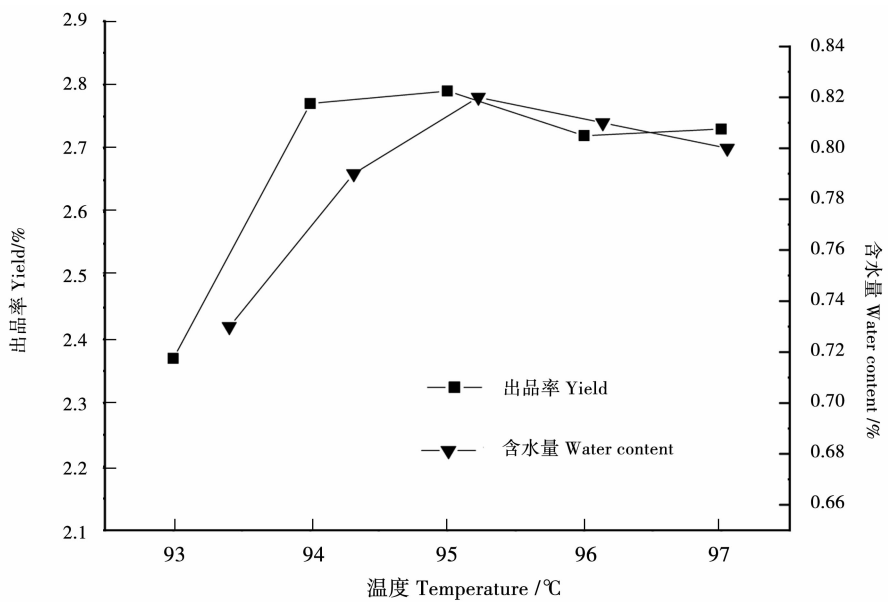


图2 不同煮浆温度对嫩豆腐出品率、含水量的影响

Fig.2 Effects of different temperature on the soft tofu boiled pulp on yield and moisture content

表 3 不同煮浆温度对嫩豆腐质构和感官评分的影响				
Table 3 Effect of temperature on the different boiling syrup soft tofu texture and sensory evaluation				
煮浆温度	硬度	弹性	咀嚼性	感官评定
Boiling temperature/°C	Hardness/g	Elasticity/mm	Chewiness/mJ	Sensory evaluation
93	152.27 ± 2.37	0.874 ± 0.12	178.53 ± 4.51	55 ± 6.00
94	246.31 ± 1.29	0.842 ± 0.09	257.35 ± 5.27	70 ± 3.00
95	247.10 ± 2.94	0.924 ± 0.08	245.27 ± 6.31	85 ± 2.00
96	267.12 ± 4.25	0.915 ± 0.27	243.22 ± 1.32	80 ± 3.00
97	254.25 ± 6.37	0.875 ± 0.34	272.35 ± 2.41	70 ± 4.00

2.1.3 不同豆浆浓度对嫩豆腐品质的影响 由图3可知,随着豆浆浓度的增加,嫩豆腐的出品率逐渐增加,而含水量随着豆浆浓度的变化,出现不规则的变化。

由表4可知,随着豆浆浓度的增加,嫩豆腐弹性和硬度逐渐增强,咀嚼性随着豆浆浓度的升高逐渐升高,当达到11°时,开始呈现下降的趋势。

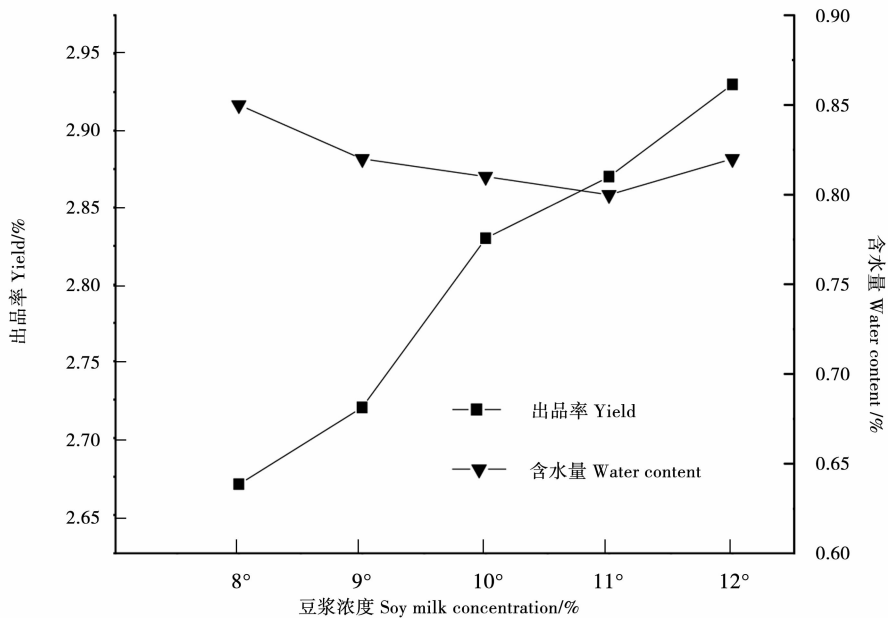


图3 不同豆浆浓度对嫩豆腐出品率、含水量的影响

Fig.3 Effects of different concentrations of soybean milk on soft tofu yield and content of water

表 4 不同豆浆浓度对嫩豆腐质构、感官评分的影响

Table 4 Effects of different concentrations on soy milk soft tofu texture and sensory evaluation

豆浆浓度 Soy milk concentration/°	硬度 Hardness/g	弹性 Elasticity/mm	咀嚼性 Chewiness/mJ	感官评定 Sensory evaluation
8	174.25 ± 3.59	0.725 ± 0.12	145.27 ± 4.57	50 ± 4.00
9	203.51 ± 2.40	0.741 ± 0.22	168.35 ± 3.78	55 ± 6.00
10	247.23 ± 5.11	0.824 ± 0.07	245.23 ± 2.34	75 ± 8.00
11	257.15 ± 4.32	0.876 ± 0.13	283.22 ± 2.57	80 ± 3.00
12	254.26 ± 6.31	0.903 ± 0.09	251.35 ± 7.13	75 ± 2.00

大豆蛋白浓度是决定豆腐凝胶形成的决定性因素^[7],影响豆浆浓度及嫩豆腐品质。低浓度蛋白溶液不易与溶剂相互作用使体系形成凝胶;而高浓度蛋白溶液使蛋白质-蛋白质的相互作用力占主导,使豆腐形成凝胶,凝胶强度也不断增强。综合分析嫩豆腐出品率、含水量和质构的变化情况,选择豆浆浓度为 12°为最佳浓度。

2.1.4 不同点浆温度对嫩豆腐品质的影响 由图

4 所示,随着点浆温度的升高,嫩豆腐的出品率逐渐增大,当达到 85℃时达到峰值,之后呈下降趋势,嫩豆腐的含水量随着点浆温度的升高,呈现不规则变化趋势。

由表 5 可知,随着点浆温度的升高,嫩豆腐的硬度和弹性逐渐增大,当达到 80℃时出现明显的起伏,咀嚼性随着煮浆温度的升高逐渐加大,当达到 85℃时增加放缓。

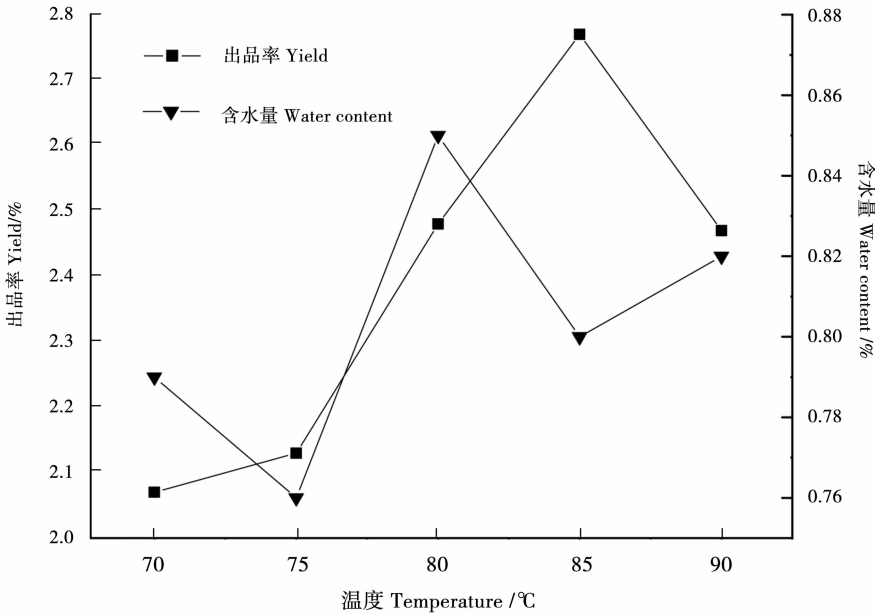


图 4 不同点浆温度对嫩豆腐出品率、含水量的影响

Fig.4 Effects of temperature on the different points pulp on soft tofu yield and moisture content

表 5 不同点浆温度对嫩豆腐质构、感官评分的影响

Table 5 Effect of temperature on different points pulp soft tofu texture, sensory evaluation

点浆温度 Temperature/℃	硬度 Hardness/g	弹性 Elasticity/mm	咀嚼性 Chewiness/mJ	感官评定 Sensory evaluation
70	167.25 ± 2.34	0.745 ± 0.08	168.54 ± 0.98	50 ± 4.00
75	191.32 ± 3.05	0.741 ± 0.14	162.35 ± 4.31	55 ± 6.00
80	217.16 ± 1.33	0.815 ± 0.09	223.83 ± 0.41	75 ± 3.00
85	227.15 ± 3.61	0.847 ± 0.13	243.12 ± 3.77	80 ± 2.00
90	244.23 ± 2.77	0.833 ± 0.05	251.35 ± 1.20	75 ± 4.00

分析不同点浆温度对嫩豆腐品质的影响与大豆蛋白活性高低有关。当点浆温度过低时,大豆蛋白活性低,相互结合的速率低,凝固时间长,而凝固时间过长对豆腐的凝胶保水性有不利影响^[8]。因此,为使制作的豆腐具有较好的凝胶强度和保水性,就需要在较高温度下点浆。综合分析嫩豆腐出品率、含水量、质构等变化情况,选择点浆温度 80 ~ 85℃ 为最佳点浆温度。

2.1.5 不同煮浆时间对嫩豆腐品质的影响

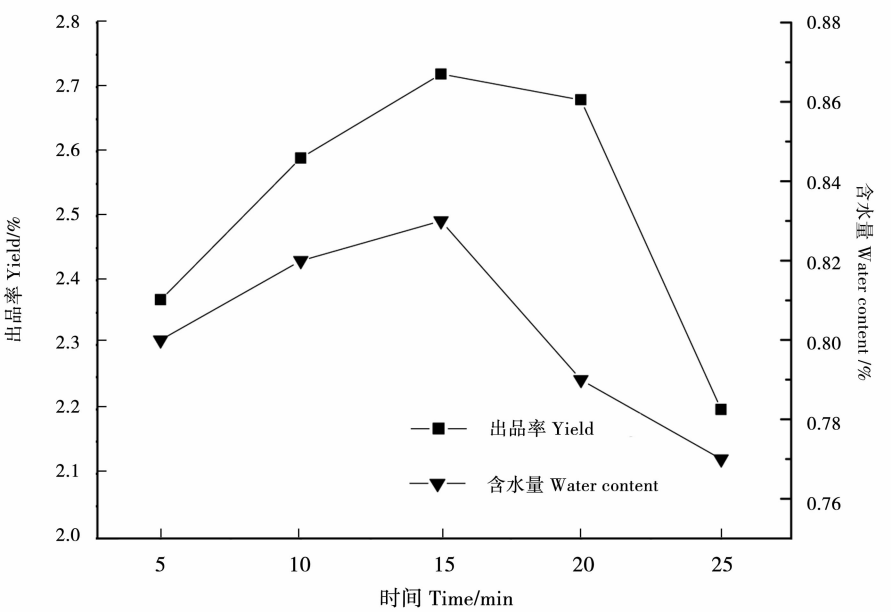


图 5 不同煮浆时间对嫩豆腐出品率、含水量的影响
Fig.5 Effects of different cooking time on soft tofu yield and moisture content

表 6 不同煮浆时间对嫩豆腐质构、感官评分的影响				
Table 6 Effects of different cooking time on soft tofu texture and sensory evaluation				
煮浆时间 Time/min	硬度 Hardness/g	弹性 Elasticity/mm	咀嚼性 Chewiness/mJ	感官评定 Sensory evaluation
5	227.15 ± 2.13	0.732 ± 0.14	201.23 ± 3.21	50 ± 6.00
10	191.32 ± 3.33	0.731 ± 0.06	187.45 ± 3.00	55 ± 3.00
15	183.17 ± 2.49	0.812 ± 0.21	162.24 ± 1.37	80 ± 3.00
20	235.15 ± 4.12	0.801 ± 0.19	154.23 ± 4.53	75 ± 2.00
25	254.23 ± 3.41	0.754 ± 0.31	167.52 ± 1.40	75 ± 2.00

分析出现图 5 和表 6 变化趋势的原因是煮浆时间与豆浆成熟度相关。煮浆时间的长短会影响豆浆的成熟度,太短会导致大豆蛋白未变性完全,影响豆腐的凝胶强度和保水性,而煮浆时间过长又会导致豆浆浓度增大,从而影响豆腐的出品率^[9]。综合分析嫩豆腐出品率、含水量、质构和感官评分等变化情况,选择 15 min 为最佳的煮浆时间。

2.2 正交试验

由表 8 可知:根据表中 *R* 值,以感官评分为评价指标,各因素对嫩豆腐品质的影响从大到小依次

5 可知,嫩豆腐的出品率随着煮浆时间的升高逐渐增加,当煮浆时间达到 15 min 时,开始出现下降趋势,嫩豆腐的含水量随煮浆时间的变化逐渐升高,当煮浆时间达到 15 min 时达到峰值,并逐渐开始下降。

由表 6 可知,嫩豆腐的硬度和咀嚼性都随着煮浆时间的增加呈 V 型变化趋势,嫩豆腐的弹性随着煮浆时间的延长而逐渐增大,当煮浆时间为 15 min 时,弹性达到峰值,并开始逐渐降低。

是 $A > B$ 、 $D > C$, 优选组合为 $A_3B_1C_2D_2$ 或 $A_3B_2C_2D_2$;以出品率为评价指标,各因素对嫩豆腐品质的影响从大到小依次是 $C > B > A > D$, 优选组合为 $A_3B_2C_2D_2$;以含水量为评价指标,各因素对嫩豆腐品质的影响从大到小依次是 $C > B > A > D$, 优选组合为 $A_3B_1C_2D_2$ 和 $A_3B_2C_2D_2$ 。因此,评价指标不同,各因素对嫩豆腐品质的影响大小有差异,豆浆浓度和煮浆温度是对嫩豆腐最终品质影响较大的两个因素。

表 7 正交因素水平表

Table 7 Orthogonal factor level table

序号 Number	因素 Factor			
	A 豆浆浓度 Soy milk concentration/°	B 凝固剂配比 石膏 + 内脂 Ratio/g	C 煮浆温度 Boiled temperature/℃	D 点浆温度 Temperature/℃
1	10	3 + 1.5	94	80
2	11	4 + 2	95	85
3	12	4.5 + 1.25	96	90

表 8 正交试验结果表

Table 8 Orthogonal test results

试验号 Number	试验因素 Factor				感官评价 Score	出品率 Yield	含水量 Water content
	A	B	C	D			
1	1	1	1	1	65.5	172.52	77.8
2	1	2	2	2	72.5	282.53	82.3
3	1	3	3	3	63.5	165.12	75.4
4	2	1	2	3	71.5	263.41	80.9
5	2	2	3	1	70.0	216.07	77.6
6	2	3	1	2	68.5	179.08	76.1
7	3	1	3	2	79.5	246.52	81.2
8	3	2	1	3	74.5	252.31	79.4
9	3	3	2	1	71.0	261.28	80.3
感官评价	k1	22.4	24.2	23.2	22.9		
Sensory	k2	23.3	24.1	23.9	24.5		
evaluation	k3	25.0	22.6	23.7	23.3		
	R	2.6	1.6	0.7	1.6		
出品率	k1	68.91	75.83	67.10	72.21		
Yield	k2	73.17	83.43	89.69	78.68		
	k3	84.46	67.28	69.75	75.65		
	R	15.55	16.15	22.59	6.47		
含水量	k1	26.2	26.7	25.9	26.2		
Water	k2	26.1	26.7	27.1	26.6		
content	k3	26.8	25.8	26.0	26.1		
	R	0.7	0.9	1.2	0.4		

本研究得出的较优工艺组 $A_3B_1C_2D_2$ 和 $A_3B_2C_2D_2$ 除凝固剂配比外的其它工艺参数相同,凝固剂配比如分别为 3 g + 1.5 g 和 4 g + 2 g,分析本研究凝固剂配比单因素试验及生产中实际运用结果得出,2 个工艺组制作的嫩豆腐在出品率、含水量方面差异不大,但感官评分方面工艺组 $A_3B_2C_2D_2$ 低于工艺组 $A_3B_1C_2D_2$,因此,从感官评价及企业生产成本考虑,采用 $A_3B_1C_2D_2$ 为最佳工艺组。

2.3 实际应用检验

本研究确定的最佳工艺组 $A_3B_1C_2D_2$ (即豆浆浓度 12°、凝固剂石膏与内酯的配比 3 g + 1.5 g,煮浆温度 95℃,点浆温度 85℃),经贵州芳馨豆业有限公司实际运用后制作的嫩豆腐品质良好,与原车间产品相比出品率提高了 20% ~ 27%。产品质量指标见表 9。

表 9 验证试验结果
Table 9 Verification test results

	感官评分 Sensory evaluation	含水量 Water content/%	出品率 Yield/%	硬度 Hardness/g	弹性 Elasticity/mm	咀嚼性 Chewiness/mJ
原车间产品 Product of the original workshop	83 ± 2.00	81.5 ± 2.30	325 ± 5.00	194.00 ± 3.83	0.788 ± 0.29	103 ± 2.50
标准化后产品 Standardized product	85 ± 3.00	83.2 ± 3.60	350 ± 4.00	188.00 ± 2.13	0.935 ± 0.15	98.57 ± 3.24

3 结 论

在影响嫩豆腐品质的各因素中,豆浆浓度及煮浆温度的影响最大。嫩豆腐工艺标准化后的主要参数为:豆浆浓度 12°,凝固剂石膏与内酯的配比3 g + 1.5 g,煮浆温度 95℃,点浆温度 85℃,煮浆时间 15 min。工艺标准化后生产的嫩豆腐色泽均一、富有弹性、豆香味浓郁,出品率相比传统工艺生产的嫩豆腐增加了 20% ~ 27%。

参考文献

[1] 白玉敏. 全豆营养豆腐工艺的研究[D]. 成都: 西华大学, 2013: 5. (Bai Y M. The research of whole bean curd nutrition process[D]. Chengdu: Xihua University, 2013: 5.)

[2] 于寒松, 张岚, 等. 传统食用豆制品加工现状及发展趋势[J]. 粮油加工, 2015(3): 40-41. (Yu H S, Zhang L, et al. Traditional edible soybean processing situation and development trend [J]. Cereals and Oils Processing , 2015(3): 40-41.)

[3] Cai T D, Chang K C. Processing effect on soybean storage proteins and their relationship with tofu quality[J]. Journal Agriculture Food Chemistry, 1999, 47(2): 720-727.

[4] 刘灵飞, 徐婧婷, 施小迪, 等. 无浸泡制浆法对豆乳及豆腐品质特性影响研究[J]. 大豆科技, 2015(5): 37-42. (Liu L F, Xu J T, Shi X D, et al. Effect of non-immersion pulping of soy milk and tofu quality characteristics [J]. Soybean Science and

Technology, 2015(5): 37-42.)

[5] 刘志胜, 李里特, 辰巳英三. 豆腐盐类凝固剂的凝固特性与作用机理的研究[J]. 中国粮油学报, 2000, 15(3): 39-42. (Liu Z S, Li L T, ChenSi Y S. Solidification characteristics of to-fu coagulant salt and mechanism of action [J]. Chinese Cereals and Oils Association, 2000, 15(3): 39-42.)

[6] 孙德坤, 吴秀军, 孙力军, 等. 不同条件对全豆腐凝胶强度和保水性的影响[J]. 安徽技术师范学院学报, 2003, 17(4): 306-309. (Sun D K, Wu X J, Sun L J, et al. Effects of different conditions on the whole bean curd gel strength and water retention [J]. Anhui Technical Teachers College, 2003, 17(4), 306-309.)

[7] 姜燕, 温其标, 唐传核. 微生物谷氨酰胺转移酶对大豆分离蛋白凝胶性能的影响[J]. 食品研究与开发, 2006(5): 59-62. (Jiang Y, Wen Q B, Tang C H. Protein gel properties of microbial transglutaminase isolated soybean[J]. Food Research and Development, 2006(5): 59-62.)

[8] 刘志胜, 李里特, 辰巳英三. 大豆原料对豆腐得率和质构的影响[J]. 中国农业大学学报, 1999(6): 101-105. (Liu Z S, Li L T, ChenSi Y S. Impact on tofu yield and texture of soybean material [J]. China Agricultural University, 1999(6): 101-105.)

[9] 刘昱彤, 钱和. 不同加工条件对全豆腐凝胶强度的影响[J]. 大豆科技, 2013(5): 126-129. (Liu Y T, Qian H. Effect of different processing conditions on the whole bean curd gel strength [J]. Soybean Science and Technology, 2013(5): 126-129.)