

文章编号: 1673-1689(2011)05-0683-04

加工条件对豆干质构的影响

杨倩¹, 张慇^{*1}, 李瑞杰²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122; 2. 上海金丝猴集团有限公司, 上海 201317)

摘 要: 针对豆干生产工艺的后续环节余碱、风干、杀菌等, 变换不同的工艺参数, 余碱过程中采用不同的时间、浓度、温度参数; 风干过程中采用不同的时间、温参数度; 杀菌时改变杀菌时间、温度参数。实验结果采用质构仪检测, 得出每个环节的最佳工艺参数为: 余碱工艺采用 0.3 g/dL 碱液余碱 4 min; 风干工艺采用 100 °C 风干 30 min; 杀菌工艺采用 121 °C 杀菌 20 min 的工艺参数。

关键词: 豆干; 余碱; 风干; 杀菌; 质构

中图分类号: TS 214.2

文献标识码: A

Effect of Processing Conditions on the Texture of the Dried Beancurd

YANG Qian¹, ZHANG Min^{*1}, LI Ru-jie²

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Shanghai Jinsihou Co., Ltd, Shanghai 201317, China)

Abstract: The aim of this study is to develop an optimum process for production of the beancurd, for this, the process parameters were determined by single factor experiment by the texture machine analysis and the optimum parameters listed as follows: Cross over the soda adopt the density is 0.3 g/dL for 4 minutes, the air dry temperature 100 °C for 30 minutes; the sterilization temperate 121 °C for 20 minutes.

Key words: the beancurd, cross over the soda, air dry, sterilization, the texture

大豆营养丰富, 含有蛋白质 40%、脂肪 20%、碳水化合物 20%、水分 10%、粗纤维 5%, 另含多种矿物质和维生素, 钙质量分数(0.02%)是牛肉的 20 倍, 铁质量分数(0.01%)是牛肉或牛奶的 10 倍, 因此豆腐干营养丰富, 有“植物肉”之美称。据分析, 豆腐干具有蛋白质含量高、易被人体消化吸收等特点^[1]。

虽然豆腐干营养丰富, 但易滋生微生物, 需要采用强度大的杀菌方式延长豆腐干的货架期。经

过高温高压杀菌过后的豆腐干质构发生了很大变化, 并且豆腐干生产工艺繁多, 许多环节可能影响豆腐干的质构, 因此有必要检验豆腐干生产工艺的每个环节, 找出缘由, 改变工艺参数, 比较结果得出最佳工艺参数。

1 材料与方法

1.1 材料

白坯豆腐干, 卤制所用香料: 均购于无锡市石

收稿日期: 2010-11-04

* 通信作者: 张慇(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授、博士研究生导师, 主要从事食品科学与工程方面的研究。Email: min@jiangnan.edu.cn

塘街农贸市场。白豆坯平均厚度为 4.5~5 mm。

1.2 仪器与设备

Galanz 电磁炉: 佛山市顺德区格兰仕微波炉电器有限公司; DZQ-型真空包装机: 上海尤溪机械设备有限公司; ZDX-35 BI 座式自动电热压力蒸汽灭菌器: 上海申安医疗器械厂; TA-XT2i 型物性测试仪: 英国 STABLE MICROSYSTEMS; PL203 电子天平: 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 豆干加工工艺 泡豆→磨浆→煮浆→点卤→蹲脑→破脑→浇制→压榨→白豆坯→余碱→过清水→卤制→摊凉→风干→真空包装→杀菌。

由于实验室条件限制, 故本实验不制作白豆坯, 而是从市场购买白豆坯, 进行后段工序实验。

1.3.2 操作要点

- 1) 白豆坯的挑选: 尽量选择规整, 厚薄一致的白豆坯。
- 2) 余碱工艺参数的改变: 分别做单因素实验, 选择不同的余碱浓度、时间、温度。
- 3) 风干工艺参数的改变: 改变风干时间和温度。
- 4) 杀菌工艺参数的改变: 改变杀菌时间和温度。

1.4 测定方法

碱液 pH 测定: 选择不同浓度碱液处理时测定碱液的 pH; 水分质量分数和水分活度的测定: 改变风干温度和时间测定产品豆干的水分质量分数和水分活度; 质构的测定: 利用 TA-XT2i 物性测定仪测定样品的硬度、凝聚性、弹性、咀嚼度、黏着性、脆性。

2 结果与讨论

2.1 改变余碱工艺参数

对白豆坯进行余碱, 又叫嫩化^[2]。余碱之后的豆腐干变得很光滑, 韧性很好, 也容易上色, 但有可能导致豆腐干变硬, 因此改变余碱过程中的质量浓度、温度、时间等参数。

2.1.1 碱液质量浓度对豆腐干质构的影响 从市场买回的白豆坯, 首先在碱水中余碱, 分别取 1 800 mL 的水加热烧开, 选择质量浓度分别为 0.1、0.2、0.3、0.4 g/dL, 分次加入 2、4、6、8 g 的碱粉, 保持 80℃左右, 余碱 4 min。然后清水冲洗, 在卤汤里卤制半个小时, 之后 105℃风干 30 min, 真空包装, 121℃杀菌 20 min。结果采用质构仪测定豆腐干的质构, 选用 P5 探头, 结果见表 1。

表 1 碱液质量浓度对豆腐干质构的影响

Tab. 1 Effect of the soda concentration on the beancurd texture

碱液 质量浓度/ (g/dL)	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
0.1	262	3.096	496	0.606	-0.851	161
0.2	481	1.006	284	0.586	-0.402	252
0.3	484	1.831	530	0.602	-0.250	273
0.4	412	2.769	728	0.615	-1.004	20
0	400	1.568	377	0.593	1.525	217

由表 1 可知, 不同质量浓度碱液处理豆干时凝聚、粘着性、脆性(0.4 g/dL 时的脆性可能有些误差)变化不大, 但硬度、弹性、咀嚼性有些变化。和不添加碱粉及多添加碱粉相比, 其中 0.1 g/dL 处理时硬度较低, 弹性较大, 咀嚼性适中。所以生产豆干工艺的过程中不添加碱粉和多添加碱粉效果都不好, 应适当稍微添加一些^[3]。

2.1.2 碱液温度对豆腐干质构的影响 取 1 800 mL 的清水加热, 加入 6 g 的碱粉, 依次加热保持温度在 70、80、90、100℃, 余碱 4 min。然后清水冲洗, 在卤汤里卤制半个小时, 之后 105℃风干 30 min, 冷却, 真空包装, 杀菌。采用质构仪测定豆腐干的质构, 采用 P5 探头, 结果见表 2。

表 2 碱液温度对豆腐干质构的影响

Tab. 2 Effect of the soda temperature on the beancurd texture

碱液 温度/℃	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
70	468	1.535	526	0.602	-0.212	223
80	486	1.787	534	0.612	-0.260	270
90	512	1.890	612	0.553	-0.363	283
100	563	2.130	656	0.626	-0.869	301

由表 2 可以看出, 温度的轻微改变对豆干品质的影响不是很大, 但过高温度易使豆干的硬度增大, 且豆干表面容易出现蜂窝眼, 影响豆干的外观。因此宜采用 80~90℃的余碱温度^[4]。

2.1.3 余碱时间对豆腐干质构的影响 取 1 800 mL 的清水加热, 加入 6 g 的碱粉, 保持 80℃左右, 分别对白豆坯余碱的时间不同, 分别设余碱的时间为 2、4、6、8 min。然后清水冲洗, 在卤汤里卤制半个小时, 之后 105℃风干 30 min, 真空包装, 杀菌。采用质构仪测定豆腐干的质构, 采用 P5 探头, 结果见表 3。

表 3 余碱时间对豆腐干质构的影响

Tab. 3 Effect of the cross over the soda time on the beancurd texture

碱液 温度/℃	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
2	633	2.530	958	0.598	- 0.521	20.605
4	646	2.668	1073	0.623	- 1.138	20.306
6	669	1.604	535	0.604	- 0.413	20.205
8	685	3.127	1320	0.637	- 0.166	20.604
0	550	2.050	686	0.630	- 0.442	19.987

由表 3 可以看出,随着余碱时间的增加,豆腐干的凝聚性、粘着性、脆性变化不大,硬度稍有增加,弹性明显增加。比较结果可以看出,余碱 4 min 效果不错。因此根据豆干厚薄选择适宜的余碱时间很重要。

2.2 改变风干工艺参数

豆腐干卤制之后风干是为了降低豆腐干的水分质量分数使其易于贮藏,也方便后期加工时易于输送,但风干时会使豆干表面形成一层硬膜,影响豆干的品质,因此应当选择合适的风干温度及时间。

2.2.1 风干温度对豆腐干质构的影响 取 1 800 mL 的清水加热,加入 6 g 的碱粉,余碱 4 min,然后清水冲洗,在卤汤里卤制半个小时,分别选择 80、90、100、110、120 ℃风干 30 min。真空包装,杀菌。采用质构仪测定豆腐干的质构,采用 P5 探头,结果见表 4。

表 4 风干温度对豆腐干质构的影响

Tab. 4 Effect of the air dry temperture on the beancurd texture

风干 温度/℃	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
80	574	3.153	535	0.603	- 0.512	19.563
90	607	2.658	544	0.589	- 0.523	20.605
100	646	2.569	678	0.613	- 0.526	20.305
110	736	1.438	702	0.624	- 0.489	22.124
120	776	2.067	711	0.636	- 0.536	23.231

由表 4 可以看出,改变风干温度对豆干的凝聚性、粘着性、脆性影响较小,对硬度、弹性、咀嚼性影响较大,另外还要考虑豆干的水分质量分数和水分活度与豆干货架期,因此宜采用适中温度 100 ℃左右的风干温度。

2.2.2 风干时间对豆腐干质构的影响 取 1 800 mL 的清水加热,加入 6 g 的碱粉,余碱 4 min,然后

清水冲洗,在卤汤里卤制半个小时,分别选择 105 ℃风干 20、30、40、50 min。真空包装,杀菌。采用质构仪测定豆腐干的质构,采用 P5 探头,结果见表 5。

表 5 风干时间对豆腐干质构的影响

Tab. 5 Effect of the air dry time on the beancurd texture

风干 时间/min	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
20	594	2.536	517	0.514	- 0.262	234
30	627	2.667	565	0.632	- 0.363	275
40	648	2.478	534	0.607	- 0.243	286
50	702	2.346	586	0.656	- 0.198	365

由表 5 可以看出,改变风干时间使豆干的硬度增大,弹性减小,脆性增加,其余物性变化不大,考虑到豆干的水分含量,采用 105 ℃风干 30 min。

2.3 改变杀菌工艺参数

食品腐败变质一般系由微生物代谢活动所引起,因此杀菌是食品工业关键技术之一。食品工业采用杀菌方法主要有热杀菌和冷杀菌两大类。传统热杀菌虽可杀死微生物、钝化酶活、改善食品品质和特性,但同时也造成食品营养与风味成分很大损失,特别是食品热敏性成分与传统热杀菌比较,冷杀菌不仅能杀灭食品中微生物,且能较好保持食品固有营养成分、质构、色泽和新鲜度,符合消费者对食品营养和原味要求^[4]。

2.3.1 杀菌温度对豆腐干质构的影响 取 1 800 mL 的清水加热,加入 6 g 的碱粉,余碱 4 min,然后清水冲洗,在卤汤里卤制半个小时,105 ℃风干 30 min。真空包装,分别选择 90、100、110、120 ℃杀菌 20 min 和不杀菌。采用质构仪测定豆腐干的质构,采用 P5 探头,结果见表 6。

表 6 杀菌温度对豆腐干质构的影响

Tab. 6 Effect of the sterilization temperature on the beancurd texture

杀菌 温度/℃	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
90	297	3.123	425	0.332	- 0.463	85
100	372	2.780	535	0.596	- 0.283	168
110	426	1.395	245	0.435	- 0.424	179
120	496	0.975	293	0.586	- 0.397	251

由表 6 可以看出,杀菌温度对豆腐干的硬度、弹性、咀嚼性、脆性影响较大凝聚性、粘着性影响较小。因此应结合豆腐干的的货架期选择适宜的温度,使豆腐干的品质最好又有较长的货架期。

2.3.2 杀菌时间对豆腐干质构的影响 取 1 800

mL 的清水加热,加入 6 g 的碱粉,余碱 4 min,然后清水冲洗,在卤汤里卤制半个小时,105 ℃风干 30 min。真空包装,设定 120 ℃分别对豆干杀菌 5、10、15、20 min 和不杀菌,采用质构仪测定豆腐干的质构,结果见表 7。

表 7 杀菌时间对豆腐干质构的影响

Tab. 7 Effect of the sterilization time on the beancurd texture

杀菌 时间/min	硬度/ g	弹性	咀嚼 性/g	凝聚 性	粘着性/ g·s	脆性/ g
不杀菌	167	1.213	357	0.296	- 0.078	18.826
10	374	3.111	783	0.681	- 0.021	174
20	482	1.006	284	0.586	- 0.402	252

由表 7 可以看出,120 ℃杀菌时间对豆干的硬度和弹性影响很大,但考虑到成品豆干的货架期,暂采用 121 ℃杀菌 20 min,但可以考虑寻求更好的杀菌方式譬如柔性杀菌等,改善高温高压对豆腐干质构的影响同时保证成品的货架期。

3 结 语

为了保持豆腐干固有营养成分、质构、色泽和

新鲜度,应当降低杀菌温度和时间。适当质量浓度的碱液有良好的溶解性和膨润性,有利于豆腐干内部的组织结构发生变化,使蛋白质大分子结构重组,分子内部空隙增大,持水性增大而富有弹性。此外豆腐干也可形成一种新的网状组织结构,提高了豆腐的凝胶强度,保持较好的持水性,降低失水率。但过高浓度和过长余碱时间使豆腐干内部蛋白质结构破坏,降低持水性,使豆腐干硬度增大。通过本次试验,厚度为 4.5~5 mm 的豆腐干宜采用 0.03 g/dL 的碱液余碱 4 min。

豆腐干风干工艺可以适当降低豆腐干表面的水分,易于贮存和后期加工,综合比较豆腐干的物性变化,宜采用 100 ℃左右风干 30 min;杀菌阶段采用 121 ℃杀菌 20 min,保证成品豆干的货架期,但可以考虑寻求更好的杀菌方式,如柔性杀菌等降低高温高压对豆干质构产生的影响。

参考文献 (References):

[1] 陈金财. 休闲豆制品行业现状及未来发展方向[J]. 农产品加工, 2009(7): 52- 54.
CHEN Jin-cai. The current situation and the future development direction of the leisure bean products industry. [J]. **The Process of Agricultural Products**, 2009(7): 52- 54. (in Chinese)

[2] 侯大军. 嫩化处理对豆腐干物理品质的影响[J]. 粮油加工, 2007(10): 125- 127.
HOU Da-jun. The tenderization treatment influence on the physical character of the bean curd[J]. **The Cereals Processing**, 2007(10): 125- 127. (in Chinese)

[3] 鲍松林. 稀碱液中的大豆浸泡行为[J]. 中国调味品, 1995(11): 14- 17.
BAO Song-lin. The immerse behaviour of the beancurd in the diluted soda solution[J]. **The Chinese Seasoning**, 1995, (11): 14- 17. (in Chinese)

[4] 张宏康. 非热杀菌技术及其在农业生产中的应用[J]. 世界农业, 2009(3): 54- 55.
ZHANG Hong-kang, Not the heat sterilization technique and the application on the agriculture production[J]. **World Agriculture**, 2009, (3): 54- 55. (in Chinese)

[5] 任文霞, 李建科. 冷杀菌技术及其在食品中的应用[J]. 粮食与油脂, 2007(12): 22- 24.
REN Wen-xia, LI Jian-ke. The radiation sterilization technique and the application on the food[J]. **Journal of Cereals and Oils**, 2007(12): 22- 24. (in Chinese)