

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.02.013

梁旭, 张琪敏, 孙军涛. 灰培豆腐的研制[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(2): 101-105.

LIANG X, ZHANG Q M, SUN J T. Preparation of plant ash culture tofu[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(2): 101-105.

灰培豆腐的研制

梁旭¹, 张琪敏², 孙军涛²✉

(1. 益海嘉里(重庆)粮油有限公司, 重庆 402260;

2. 许昌学院 食品与药学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 以豆腐和草木灰为主要原料, 经过灰培、卤制和炒制等工艺制备灰培豆腐, 通过单因素和正交实验确定灰培豆腐的最佳配方工艺。结果表明, 灰培豆腐的最佳配方工艺为: 灰培时间 6 d, 每 1 000 mL 高汤中添加盐 2.2%、辣椒粉 0.6%、酱油 2%、白糖 1%、黑胡椒 0.04%、味精 0.5%、五香粉 0.2%, 制备的灰培豆腐呈浅酱色、质地柔软、咸辣适中、豆香浓郁。与普通豆腐相比, 灰培豆腐的硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性分别是普通豆腐的 5.17 倍、1.33 倍、6.24 倍和 8.78 倍。

关键词: 灰培豆腐; 配方; 卤汁; 感官品质; 质构

中图分类号: TS214 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-7561(2022)02-0101-05

Preparation of Plant Ash Culture Tofu

LIANG Xu¹, ZHANG Qi-min², SUN Jun-tao²✉

(1. Yihai Kerry (Chong Qing) Oil & Grain Co., Ltd., Chongqing 402260, China;

2. Food and Pharmacy College, Xuchang University, Xuchang, Henan 461000, China)

Abstract: In this paper, tofu and plant ash were used as the main raw materials to prepare the plant ash culture tofu by ash culture, marinating and frying. The best formula of the plant ash culture tofu was determined by single factor and orthogonal experiment. The results showed that: the best formula of the plant ash culture tofu was as follows: the ash culture time of tofu was 6 days, adding 2.2% salt, 0.6% chili powder, 2% soy sauce, 1% sugar, 0.04% black pepper, 0.5% monosodium glutamate and 0.2% five spice powder to every 1000 milliliter soup. The prepared ash culture tofu has light soy sauce color, soft texture, moderate salty and spicy, and strong bean flavor. Compared with ordinary tofu, the hardness, elasticity, stickiness and chewiness of ash culture tofu were 5.17 times, 1.33 times, 6.24 times and 8.78 times of ordinary tofu, respectively.

Key words: ash culture tofu; formula; marinade; sensory quality; texture

豆腐是我国最受欢迎的传统豆制品之一, 但

因其水分和营养物质含量高, 易于滋生微生物而导致腐败变质, 严重制约了豆腐的市场流通^[1-3]。豆腐干是能够很好地保留豆腐的色、香、味及营养价值, 延长了货架期, 便于消费者携带和食用, 也可以调配出不同风味以满足不同消费者的喜好, 在休闲食品市场深受消费者的青睐。

传统利用豆腐制作豆腐干时, 多采用上板压

收稿日期: 2021-06-06

基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目 (162102110150)

Supported by: Key Technology Projects of Henan Science and Technology Department (No. 162102110150)

作者简介: 梁旭, 男, 1982 年出生, 本科, 工程师, 研究方向为食品加工。E-mail: liangxu@cn.wilmar-intl.com.

通讯作者: 孙军涛, 男, 1982 年出生, 博士, 副教授, 研究方向为食品科学。E-mail: jtsfly@163.com.

制来除去豆腐中的大部分水分,然后经过卤制、烘烤制成成品,然而,压制操作容易破坏豆腐的质构,导致烘烤过程会造成豆腐受热不均,豆腐干内部与表面烤制程度不一,影响豆腐干的品质^[4-5]。灰培豆腐是指以草木灰和豆腐为主要原料的豆腐产品,将新鲜豆腐埋在草木灰中,利用草木灰吸附豆腐中的水分,使豆腐脱水变硬,再经炒制或烘烤制备而成。草木灰不仅含有丰富的微量元素,还具有防腐、干燥和保鲜作用,保留了豆腐原有的质地和风味,提高了豆腐的营养价值,为开发新型豆腐食品提供了新的思路。

1 材料与方法

1.1 实验材料

草木灰:河南许昌;豆腐、辣椒:许昌胖东来超市;盐:河南卫群有限公司;白糖:许昌市糖业有限公司;味精:河南莲花味精股份有限公司;食用油:益海嘉里;黑胡椒:巩义市白园食品有限公司;五香粉:河南省南街村有限公司。

1.2 仪器与设备

FA2014B 分析天平:上海佑科仪器有限公司;C21-RT2112 电磁炉:广东美的有限公司;BPG-9200AH 电热鼓风干燥箱、FW-100 万能粉碎机:北京科伟永兴仪器有限公司;TMS-PRO 质构仪:美国 FTC 公司。

1.3 实验方法

1.3.1 灰培豆腐的制作工艺流程

原料豆腐→清洗→切片→包纸→灰培→清洗→卤制→炒制→成品

1.3.1.1 豆腐、草木灰的选择 选择新鲜的豆腐;选择灰色、干燥、细且无杂质的草木灰。

1.3.1.2 灰培 洗净的豆腐切成豆腐块,用食品级纸包裹后埋在草木灰中进行灰培,使草木灰充分吸收豆腐块中的水分,取出洗净备用。

1.3.1.3 卤汁的制备 新鲜的猪大骨头洗净,放入清水中煮沸 10 min 去腥,然后放入预先加有大葱、姜的清水中大火熬煮 1 h,再小火熬煮 2 h,除去杂质后得肉汤。

1.3.1.4 卤汁的调配 八角、丁香、桂皮和黑胡椒放入纱布中扎紧,放入肉汤中,添加适量食盐、砂糖、辣椒粉、酱油、黑胡椒粉、味精和五香粉,

熬煮 30 min 制成卤汁^[6]。

1.3.1.5 卤煮 灰培后的豆腐切成厚 0.6 cm 的片状豆腐块,放入卤汁中,在 80 °C 下卤煮 40 min。

1.3.1.6 炒制 小火加热后的食用油中放入花椒、麻椒和八角炸出香味,倒入卤煮好的片状灰培豆腐炒制 5 min,冷却后即成为灰培豆腐。

1.3.2 灰培豆腐的单因素实验

分别选择灰培时间(3、4、5、6、7 d)、盐添加量(1.4%、1.8%、2.2%、2.6%、3.0%)、辣椒粉添加量(0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%)和酱油添加量(1%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%)为主要因素,从质构、色泽、滋味和风味方面研究各因素对灰培豆腐品质的影响。选取经过专业培训的 15 名人员,按照表 1 感官评分标准进行感官评定^[7-8]。

表 1 灰培豆腐感官评价表
Table 1 Sensory evaluation of ash culture tofu

指标/分	评分标准	得分/分
质构(30)	硬度、弹性佳,口感细腻劲道	21~30
	硬度、弹性一般,口感一般	11~20
	硬度、弹性差,口感差	0~10
色泽(20)	色泽浅酱色、均匀,油润有光泽	16~20
	色泽发白或发黑、油润	11~15
	色泽发白或发黑、不均匀,不油润	0~10
滋味(30)	咸味、辣味、鲜味适中,滋味佳	21~30
	咸味、辣味、鲜味过重或过轻,滋味一般	11~20
	无咸辣味,滋味差	0~10
风味(20)	卤香味和豆香味浓郁,有淡淡草木灰香味	16~20
	卤香味和豆香味较淡,草木灰香味浓郁	11~15
	无卤香味和豆香味,无草木灰香味	0~10

1.3.3 灰培豆腐正交实验

在单因素实验的基础上,选取灰培时间、盐添加量、辣椒粉添加量和酱油添加量四个因素中的三水平进行 $L_9(3^4)$ 的正交实验,确定最佳制备工艺。

1.3.4 灰培豆腐质构分析

将普通豆腐、灰培后豆腐(普通豆腐用草木灰灰培 6 d 后豆腐)和灰培豆腐(普通豆腐按照灰培豆腐工艺制作后产品)分别切成长宽 2 cm,厚 0.7 cm 的块状,采用质构仪 TPA 模式对各样品进行质构测定,用 1 000 N 传感器,直径 Φ 为 10 mm 的圆柱探头,测试速度为 2 mm/s,触发力为 1.0 N,压缩百分比为 50 %,对比分析各样品的弹性、硬度、咀嚼性、内聚性和胶粘性^[9-10]。

2 结果与分析

2.1 灰培豆腐单因素实验

2.1.1 灰培时间对灰培豆腐品质的影响

灰培时间对灰培豆腐品质的影响如表2所示,灰培时间对灰培豆腐质构的影响较大,灰培时间较短豆腐松散无嚼劲,灰培时间过长豆腐硬度大,没有弹性,口感差。灰培时间在3 d时灰培豆腐无草木灰香味,豆腐松散,嚼劲不足;灰培时间5 d时豆腐嚼劲十足,质感细腻,富有弹性;灰培时间超过7 d时,豆腐质感逐渐变硬,水分变少,品质变差。

表2 灰培时间对灰培豆腐品质的影响
Table 2 Effect of the ash culture time on quality of ash culture tofu

灰培时间/d	质构/分	色泽/分	滋味/分	风味/分	评分/分
3	21	12	18	13	64
4	24	14	21	14	73
5	28	16	27	17	88
6	26	15	26	15	82
7	23	14	20	12	69
8	22	9	19	11	61

2.1.2 盐添加量对灰培豆腐品质的影响

盐添加量对灰培豆腐品质的影响如表3所示,食盐影响灰培豆腐产品的滋味,添加过少产品无味,过多导致产品过咸且不利于身体健康。食盐添加量为1.0%时,灰培豆腐味道偏淡,滋味不佳;盐添加量为1.8%时,产品咸味适中,滋味好,感官评分最高;盐添加量高于1.8%时,灰培豆腐味道过咸,滋味较差。

表3 盐添加量对灰培豆腐品质的影响
Table 3 Effect of salt addition on quality of ash culture tofu

盐添加量/%	质构/分	色泽/分	滋味/分	风味/分	评分/分
1.0	26	18	20	12	76
1.4	28	19	25	14	86
1.8	28	19	27	18	92
2.2	27	18	26	18	89
2.6	25	18	22	13	78
3.0	24	17	18	11	70

2.1.3 辣椒粉添加量对灰培豆腐品质的影响

辣椒是一种受大众所喜爱的调味品,它可以

刺激人们的味蕾,增加食欲,丰富灰培豆腐的风味,辣椒粉添加量对灰培豆腐品质的影响如表4所示。辣椒粉添加量过少产品滋味不佳,风味不足,添加量过多时,产品过于辛辣,掩盖除辣椒以外的其它风味物质的味道。当辣椒粉添加量为0.6%时,灰培豆腐辛辣适中,滋味佳,其他风味未被掩盖。

表4 辣椒粉添加量对灰培豆腐品质的影响
Table 4 Effect of chili powder addition on quality of ash culture tofu

辣椒粉添加量/%	质构/分	色泽/分	滋味/分	风味/分	评分/分
0.2	24	16	22	11	73
0.4	25	17	24	14	80
0.6	27	17	28	19	91
0.8	25	18	27	16	86
1.0	24	19	27	15	85
1.2	22	19	23	10	75

2.1.4 酱油添加量对灰培豆腐品质的影响

酱油对灰培豆腐产品的影响主要在色泽和口感方面,酱油可以赋予灰培豆腐酱色和鲜味,使灰培豆腐颜色油润有光泽。酱油添加量对灰培豆腐品质的影响见表5所示,酱油添加量为1.0%时,灰培豆腐发白,颜色略浅,风味不佳;随着酱油添加量的增加,产品色泽逐渐加深,当酱油添加量为2.0%时,产品色泽、风味俱佳,评分较高;当酱油添加量为3.0%时,色泽均一但产品风味欠佳。

表5 酱油添加量对灰培豆腐品质的影响
Table 5 Effect of soy sauce addition on quality of ash culture tofu

酱油添加量/%	质构/分	色泽/分	滋味/分	风味/分	评分/分
1.0	23	13	20	12	68
1.5	24	16	24	15	82
2.0	28	18	25	18	89
2.5	26	17	26	17	86
3.0	25	17	23	14	79

2.2 灰培豆腐正交实验

根据单因素实验结果,选择灰培时间、盐添加量、辣椒粉添加量和酱油添加量四个因素进行

$L_9(3^4)$ 正交实验, 正交实验因素水平表和正交实验结果见表6和表7。

表6 因素水平表
Table 6 Factor level table

水平	A 灰培时间/d	B 盐添加量/%	C 辣椒粉添加量/%	D 酱油添加量/%
1	4	1.4	0.6	1.5
2	5	1.8	0.8	2.0
3	6	2.2	1.0	2.5

表7 正交实验结果
Table 7 Results of orthogonal experiment

实验号	A 灰培时间/d	B 盐添加量/%	C 辣椒粉添加量/%	D 酱油添加量/%	E 评分/分
1	1	1	1	1	80
2	1	2	2	2	79
3	1	3	3	3	82
4	2	1	2	3	75
5	2	2	3	1	80
6	2	3	1	2	89
7	3	1	3	2	88
8	3	2	1	3	85
9	3	3	2	1	78
K_1	241	243	254	238	
K_2	244	244	232	256	
K_3	251	249	250	242	
k_1	80.3	81.0	84.7	79.3	
k_2	81.3	81.3	77.3	85.3	
k_3	83.7	83.0	83.3	80.7	
R	3.4	2.0	7.4	6.0	
主次因素	$C > D > A > B$				
最优组合	$A_3 B_3 C_1 D_2$				

由表7可知, 各因素对灰培豆腐品质的影响依次为 $C > D > A > B$, 即辣椒粉添加量 > 酱油添加量 > 灰培时间 > 盐添加量, 最佳配方组合为 $A_3 B_3 C_1 D_2$, 即豆腐用草木灰灰培 6 d, 每 1 000 mL 高汤中添加食盐 2.2%、辣椒粉 0.6%、酱油 2.0%, 并添加白糖 1%、黑胡椒 0.04%、味精 0.5%、五香粉 0.2%, 经过卤制后炒制制成灰培豆腐, 产品呈浅酱色、口感劲道、咸辣适中、豆香浓郁。

2.3 灰培豆腐质构分析

质构仪能够根据样品的物性特点做出数据化的准确表述, 用于客观评价食品的品质^[11-12]。采

用质构仪分别对普通豆腐、灰培后豆腐和灰培豆腐的硬度、内聚性、弹性、胶黏性和咀嚼性进行测定。测定结果如表8所示, 普通豆腐的硬度、胶黏性和咀嚼性小, 弹性差, 易变形, 质地柔软; 灰培 6 d 后的豆腐的硬度、胶黏性和咀嚼性明显增加, 且富有弹性, 不易变形, 豆腐质地略硬, 灰培后的豆腐再经过卤制和炒制后制成的灰培豆腐的硬度明显降低, 内聚性增加, 胶黏性减小, 其中弹性分别是普通豆腐和灰培后豆腐的 1.33 倍和 1.14 倍, 咀嚼性分别是普通豆腐和灰培后豆腐的 8.78 倍和 1.15 倍。灰培豆腐质地劲道, 口感细腻。

表8 质构对比分析
Table 8 Comparative analysis of texture

指标	硬度 /N	内聚性	弹性 /mm	胶黏性 /N	咀嚼性 /mj
普通豆腐	4.47	0.49	2.36	2.20	5.23
灰培后豆腐	27.27	0.56	2.76	15.37	39.96
灰培豆腐成品	23.10	0.60	3.14	13.73	45.90

3 结论

灰培豆腐的最佳工艺配方为: 用草木灰灰培 6 d, 每 1 000 mL 高汤中添加盐 2.2%、辣椒粉 0.6%、酱油 2.0%、白糖 1%、黑胡椒 0.04%、味精 0.5%、五香粉 0.2%, 经卤制、炒制后制成灰培豆腐, 产品呈浅酱色、质地柔软、口感劲道、咸辣适中、豆香浓郁。

与普通豆腐相比, 灰培豆腐的硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性明显增加, 其中硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性分别是普通豆腐的 5.17 倍、1.33 倍、6.24 倍和 8.78 倍。

参考文献:

- [1] 苏继颖. 大豆制品的营养及发展趋势[J]. 中国油脂, 2006, 31(8): 40-41.
SUI J Y. Nutrition and development trend of soybean products[J]. China oil, 2006, 31 (8): 40-44.
- [2] 王中江, 江连洲, 李扬, 等. 大豆制品营养成分及研究进展[J]. 中国食物与营养, 2010, (4): 16-19.
WANG Z J, JIANG L Z, LI Y, et al. Nutritional components and research progress of soybean products[J]. China food and nutrition, 2010, (4): 16-19.
- [3] 符克皇, 李佐雄, 高代平, 等. 延长传统非发酵豆制品保质期的研究进展[J]. 保鲜与加工, 2021, 11(1): 40-43.

- FU K H, LI Z X, GAO D P, et al. Research progress on extending shelf life of traditional non fermented soybean products[J]. Preservation and processing, 2021, 11 (1): 40-43.
- [4] 蒋珍菊, 邢亚阁, 许青莲, 等. 传统特色休闲豆腐干碱嫩化关键技术的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(16): 312-315+367.
- JIANG Z J, XING Y G, XU Q L, et al. Research on the key technology of alkali tenderization of traditional leisure tofu[J]. Food industry science and technology, 2012, 33 (16): 312-315+367.
- [5] 斯波. 休闲豆腐干的现状[J]. 中国调味品, 2015, 40(9): 88-89.
- SI P. Current situation of leisure dried tofu[J]. Chinese condiment, 2015, 40(9): 88-89.
- [6] 王建明, 王健. 萌发技术改善豆干感官品质的研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(13): 124-128.
- WANG J M, WANG J. Study on improving sensory quality of dried soybean by germination technology[J]. Food industry science and technology, 2014, 35 (13): 124-128.
- [7] 毛佳怡, 秦礼康, 曾海英, 等. 传统卤豆干工艺优化及其对风味物质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(23): 137-143+150.
- MAO J Y, QIN L K, ZENG H Y, et al. Optimization of traditional marinated bean drying process and its effect on flavor compounds[J]. Food industry science and technology, 2019, 40 (23): 137-143+150.
- [8] 张雪, 王钊, 候银臣, 等. 包装方式对休闲调味卤豆干品质的影响[J]. 食品工业, 2019, 40(12): 173-176.
- ZHANG X, WANG Z, HOU Y C, et al. Effects of packaging methods on the quality of leisure seasoned dried brine beans[J]. Food industry, 2019, 40(12): 173-176.
- [9] 孙军涛, 张智超, 徐蒙蒙, 等. 豆渣膳食纤维的制备及在香肠中的应用[J]. 中国调味品, 2020, 45(10): 117-121.
- SUN J T, ZHANG Z C, XU M M, et al. Preparation of soybean dregs dietary fiber and its application in sausage[J]. Chinese condiment, 2020, 45(10): 117-121.
- [10] 马春芳, 李顺秀, 徐冉, 等. 不同大豆原料对豆腐加工及品质的影响[J]. 食品工业, 2020, 41(12): 177-180.
- MA C F, LI S X, XU R, et al. The effect of different soybean raw materials on tofu processing and quality[J]. Food industry, 2020, 41(12): 177-180.
- [11] 乔支红, 许荣华, 王恒, 等. 豆腐质构的感官评定与仪器评价的相关性分析[J]. 食品工业科技, 2021, 42(8): 271-276.
- QIAO Z M, XU R H, WANG H, et al. Correlation analysis between sensory evaluation and instrumental evaluation of tofu texture[J]. Food industry science and technology, 2021, 42(8): 271-276.
- [12] 林芳栋, 蒋珍菊, 廖珊, 等. 质构仪及其在食品品质评价中的应用综述[J]. 生命科学仪器, 2009, 7: 61-63.
- LIN F D, JIANG Z J, LIAO S, et al. Texture analyzer and its application in food quality evaluation[J]. Life science instrument, 2009, 7: 61-63.