

复合盐部分替代 NaCl 加工板鸭的工艺优化

张华锋¹, 张晨笛¹, 杜乐新², 童红甘¹, 费学海³, 王武^{1*} (1. 合肥工业大学食品与生物工程学院, 安徽合肥 230009; 2. 安徽省来安县畜牧兽医技术推广站, 安徽来安 239200; 3. 来安县海得生态农业有限公司, 安徽来安 239200)

摘要 通过采用 KCl 和 CaCl₂ 部分替代 NaCl, 开发低钠盐板鸭的加工工艺。单因素试验研究了加盐配方、腌制时间、风干时间和风干温度对板鸭感官品质的影响, 在此基础上通过正交试验优选了低钠盐板鸭的加工工艺。结果表明, 复合盐替代加工低钠盐板鸭的最佳工艺条件为加盐配方 60%NaCl+40%KCl、腌制时间 48 h、风干时间 84 h 和风干温度 12 ℃。

关键词 板鸭; 复合盐; 感官评价; 工艺优化

中图分类号 TS251.6⁺8 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)05-0169-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.05.047

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Optimization of Compound Salt Partially Replacing NaCl in Processing Dried Salted Duck

ZHANG Hua-feng¹, ZHANG Chen-di¹, DU Le-xin² et al (1. School of Food and Bioengineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009; 2. Animal Husbandry and Veterinary Technology Promotion Station, Laian, Anhui 239200)

Abstract In this paper, KCl and CaCl₂ were partially used to replace NaCl in order to develop the processing technology of dried salted duck with low sodium. The effects of salting formula, salting time, drying time and drying temperature on the sensory quality of salted duck were studied. The results showed that the best processing conditions of low sodium salted duck were as follows: salt adding formula was 60% NaCl + 40% KCl, salting time was 48 hours, and drying at 12 ℃ for 84 hours.

Key words Dried salted duck; Compound salt; Sensory evaluation; Process optimization

板鸭是我国传统的腌腊肉制品, 其口感独特, 风味浓郁, 生产历史悠久, 深受消费者喜爱。食盐 NaCl 在板鸭加工中扮演着重要角色, 它参与肌原纤维蛋白溶解, 改善板鸭质地, 降低水分活度, 控制病原体微生物的生长, 促进成熟过程中的生化和酶促反应, 延长肉制品的货架期^[1]。但传统板鸭的钠盐含量高, 对人体健康构成威胁, 摄入过多的钠盐不仅会导致血压显著增加, 还会增加心脏病和中风等心血管疾病的风险^[2-3], 且加工肉类中的盐被认为是引发胃癌的重要危险因素之一^[4], 降低肉制品中的钠盐含量对饮食健康具有重要意义^[5-8]。

选择与 NaCl 作用相似的物质, 部分或全部替代 NaCl 是降低钠盐的有效方法。较常见的钠盐替代物是 KCl、CaCl₂ 和 MgCl₂, 其中 KCl 是低盐肉产品中最常见的盐替代物, 因为它与降血压有关^[9-10]。KCl 与 NaCl 在物化性质上十分相似, 且 K⁺ 不会引起高血压和心血管疾病。研究还表明, KCl 添加量控制在 40% 以内对风味不会产生明显影响^[11-13]。CaCl₂ 具有咸味, 可弥补降低 NaCl 后对咸度造成的损失^[14-16]。笔者在原有减盐基础上, 进一步尝试用 KCl 和 CaCl₂ 部分替代 NaCl, 探讨其对板鸭感官品质的影响, 优选低钠盐板鸭的加工工艺条件, 为生产低钠盐板鸭提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂 樱桃谷鸭由来安县海得生态农业有限公司提供; NaCl(食品级)、KCl(食品级)和 CaCl₂(食品级)购于连云港冠苏实业有限公司。

基金项目 安徽省重点研发计划项目“低盐优质板鸭加工关键技术研究及产业化示范”(1804a07020132)。

作者简介 张华锋(1991—), 男, 山西临汾人, 硕士研究生, 研究方向: 食品工程。*通信作者, 副教授, 从事畜禽产品加工与副产物综合利用研究。

收稿日期 2020-04-07

1.2 仪器与设备 JY60 电子天平, 上海精天电子仪器有限公司; LHS-150HC 恒温恒湿箱、DHG-9109-25A 电热恒温鼓风干燥箱, 上海一恒科技有限公司; DNP-300 恒温培养箱, 常州隆和仪器制造有限公司; SYQ-DSX-280B 高压灭菌锅, 上海申安医疗器械厂; HH-S2 恒温水浴锅, 江苏金坛金成国盛实验仪器厂; C2004LD 电磁炉, 奥克斯集团有限公司。

1.3 方法

1.3.1 板鸭的制作、感官评定流程(图 1)。

鸭坯→清洗沥干→加盐搓揉→腌制(4 ℃)→过卤→风干→清洗→蒸制→感官评定

图 1 板鸭制作、感官评定流程

Fig. 1 The process of sensory evaluation in the production of dried salted duck

(1)加盐搓揉: 总加盐量为鸭坯质量的 5.5%, 根据加盐配方将 1/2 的复合盐擦涂入鸭肚中, 1/2 的盐涂于表面, 放在盆内反复揉搓, 促进其渗透, 直至表面盐分完全吸收、看不到明显颗粒。

(2)腌制: 采用干腌法, 将上过盐的鸭坯放在不锈钢盆中, 用保鲜膜封住盆口, 标好序号, 放入 4 ℃ 的冰箱腌制。

(3)过卤: 生产中的卤制为湿腌环节, 卤中加有增味的调味料, 为排除调味料的干扰, 用清盐水代替卤汁, 过卤 30 min 以去除残存的血污、未溶化的食盐等。

(4)风干: 将过卤的鸭坯沥干水分, 吊起悬挂在恒温恒湿箱中风干。2 只鸭坯间隔 10 cm 以上, 按试验要求设定风干温度和风干时间, 在恒温恒湿箱底部放入集油盘, 防止鸭油污染。

(5)感官评定: 取板鸭胸脯肉, 切成 2 cm×2 cm×2 cm 的小块, 常压蒸制 40 min, 冷却, 用于感官评定。

1.3.2 感官评价。 由 10 名食品专业人员组成感官评定小

组,对产品的滋味与气味、咸度、异味和总体可接受性进行评价,感官评分标准见表1。

表1 板鸭感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of dried salted duck

得分 Score	滋味与气味 Taste and smell	咸度 Saltiness	异味 Peculiar smell	总体可接受性 Overall acceptability
4~5	肉味鲜美,香味浓郁	咸度适宜	没有异味	易接受
2~3	肉味较鲜美,香味较浓郁	略咸或略淡	有淡淡的苦味或涩味	可接受
1	无板鸭鲜味,香味较淡	咸度过大或过小	有明显苦味或涩味	不可接受

1.3.3 单因素试验。以添加盐的种类和含量(总加盐量5.5%,用KCl和CaCl₂替代部分NaCl。对照组I:100%NaCl;II组:60%NaCl+40%KCl;III组:55%NaCl+35%KCl+10%CaCl₂;IV组:50%NaCl+35%KCl+15%CaCl₂;V组:45%NaCl+30%KCl+25%CaCl₂)、腌制时间(24~120 h)、风干时间(48~96 h)、风干温度(8~24 ℃)为考察因素,在腌制时间为48 h、风干时间为72 h、风干温度为16 ℃时,考察加盐配方对板鸭感官品质的影响,采用单因素轮换法依次进行试验。

1.3.4 正交试验。根据单因素试验结果,设计4因素3水平正交试验,确定低钠盐板鸭的最佳工艺条件。

1.4 数据处理与分析 采用Excel和IBM SPSS软件进行数据处理和分析,不同样本之间的差异显著水平为 $P<0.05$;所有试验中,每个处理3次重复,表中数据以 $\bar{x}\pm SD$ 表示;图表选用Origin 9.0进行绘制。

2 结果与分析

2.1 加盐配方对板鸭感官品质的影响 由表2可知,随着KCl和CaCl₂替代比增大,板鸭的滋味与气味、咸度和总体可接受性均下降且异味增大,当KCl和CaCl₂替代比不超过45%时,差异不显著,但当KCl和CaCl₂替代比达50%时,产品的咸度和总体可接受性显著下降($P<0.05$)。而当KCl和CaCl₂替代比达55%时,产品的滋味与气味、咸度和总体可接受性得分最低。说明KCl和CaCl₂替代NaCl会对产品的感官品质造成影响,且当替代比超过50%时,影响显著。

表2 加盐配方对板鸭感官品质的影响

Table 2 Effect of salting formula on sensory quality of dried salted duck

加盐配方 Salting formula	滋味与气味 Taste and smell	咸度 Saltiness	异味 Peculiar smell	总体可接受性 Overall acceptability
I	3.72±0.28 a	4.28±0.20 a	4.22±0.23 a	3.42±0.34 a
II	3.60±0.30 a	3.70±0.40 a	3.66±0.15 a	3.10±0.33 a
III	3.22±0.33 a	3.36±0.31 b	3.76±0.27 a	3.02±0.26 a
IV	3.06±0.34 a	3.24±0.30 b	3.34±0.22 b	2.56±0.33 b
V	2.72±0.47 b	2.78±0.23 c	3.88±0.54 a	2.22±0.27 c

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$)

综上,加盐配方对感官品质有显著影响,综合选取35%KCl和10%CaCl₂替代NaCl。

2.2 腌制时间对板鸭感官品质的影响 由表3可知,在60 h内,随着腌制时间的增加,板鸭的滋味与气味和总体可

接受性略有下降,但差异不显著。当腌制时间超过48 h后,板鸭的异味增大,且差异显著($P<0.05$)。腌制时间达到120 h时,板鸭的滋味与气味和总体可接受性明显降低,且差异显著($P<0.05$),已经不能被接受。随着腌制时间增加,板鸭咸度略上升,但差异不显著。

表3 腌制时间对板鸭感官品质的影响

Table 3 Effect of salting time on sensory quality of dried salted duck

腌制时间 Salting time/h	滋味与气味 Taste and smell	咸度 Saltiness	异味 Peculiar smell	总体可接受性 Overall acceptability
24	3.35±0.11 a	3.10±0.17 a	3.77±0.11 a	3.00±0.10 a
36	3.24±0.30 a	3.10±0.26 a	3.02±0.15 b	3.20±0.33 a
48	3.22±0.33 a	3.36±0.31 a	3.76±0.27 a	3.02±0.26 a
60	3.06±0.34 a	3.24±0.30 a	3.34±0.22 a	2.87±0.30 a
120	2.22±0.47 b	2.98±0.23 a	2.36±0.24 c	2.20±0.27 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$)

综上,腌制时间对感官品质有影响,综合选取腌制时间48 h。

2.3 风干时间对板鸭感官品质的影响 由表4可知,随着风干时间的增加,板鸭的滋味与气味、咸度和总体可接受性逐步下降,异味逐渐增大,但差异不显著。由于风干时间是板鸭水分含量的重要影响因素,综合选取风干时间84 h。

表4 风干时间对板鸭感官品质的影响

Table 4 Effect of drying time on sensory quality of dried salted duck

风干时间 Drying time/h	滋味与气味 Taste and smell	咸度 Saltiness	异味 Peculiar smell	总体可接受性 Overall acceptability
48	3.00±0.12	3.50±0.19	3.88±0.40	2.72±0.36
60	3.24±0.21	3.50±0.32	3.60±0.37	3.12±0.24
72	3.22±0.33	3.36±0.31	3.76±0.27	3.02±0.26
84	3.30±0.20	3.25±0.22	3.72±0.31	2.99±0.32
96	3.28±0.27	3.10±0.20	3.50±0.29	2.80±0.20

2.4 风干温度对板鸭感官品质的影响 由表5可知,随着风干温度升高,板鸭的滋味与气味、总体可接受性下降,异味增大,且变化显著($P<0.05$)。同时,板鸭的咸度略有下降,但变化不显著。风干温度较低时对产品不会产生不利的影响,温度达24 ℃时,产品不可接受。

综上,风干温度对板鸭感官品质影响显著,综合选取风

干温度 12 ℃。

表 5 风干温度对板鸭感官品质的影响

Table 5 Effect of drying temperature on sensory quality of dried salted duck

风干温度 Drying temperature ℃	滋味与气味 Taste and smell	咸度 Saltiness	异味 Peculiar smell	总体可接受性 Overall acceptability
8	3.22±0.28 a	3.23±0.20 a	4.02±0.23 a	3.22±0.34 a
12	3.30±0.31 a	3.40±0.40 a	3.66±0.15 a	3.00±0.14 a
16	3.22±0.33 a	3.36±0.31 a	3.76±0.27 a	3.02±0.26 a
20	3.06±0.04 a	3.24±0.33 a	3.24±0.24 b	2.56±0.33 b
24	2.02±0.47 b	2.78±0.13 a	3.88±0.24 a	2.02±0.20 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$)

2.5 低钠盐板鸭最佳工艺参数的确定 在单因素试验确定的较佳条件基础上,利用 $L_9(3^4)$ 正交表对板鸭的工艺条件进行优选,以总体可接受性为指标,因素水平如表 6 所示,试验结果及分析如表 7 所示。

表 6 $L_9(3^4)$ 因素水平

Table 6 Factors and levels of $L_9(3^4)$

试验序号 Test number	加盐配方 Salting formula A(组)	腌制时间 Salting time B/h	风干时间 Drying time C/h	风干温度 Drying temperature D/℃
1	II	36	72	8
2	III	48	84	12
3	IV	60	96	16

表 7 正交试验结果分析

Table 7 Results and analysis of orthogonal tests

试验序号 Test number	加盐配方 Salting formula A(组)	腌制时间 Salting time B/h	风干时间 Drying time C/h	风干温度 Drying temperature D/℃	总体可接受性 Overall acceptability 分
1	1(II)	1(36)	1(72)	1(8)	3.19±0.30
2	1	2(48)	2(84)	2(12)	3.32±0.10
3	1	3(60)	3(96)	3(16)	3.13±0.39
4	2(III)	1	2	3	3.17±0.07
5	2	2	3	1	3.10±0.25
6	2	3	1	2	3.26±0.10
7	3(IV)	1	3	2	3.09±0.16
8	3	2	1	3	3.23±0.08
9	3	3	2	1	3.03±0.42
K_1	9.64	9.45	9.68	9.32	($T=28.52$)
K_2	9.53	9.65	9.52	9.67	
K_3	9.35	9.42	9.32	9.53	
R	0.12	0.24	0.36	0.33	

由表 7 可知,影响板鸭感官品质的因素主次次序为风干

时间>风干温度>腌制时间>加盐配方,计算分析结果显示最优水平组合为 $A_1B_2C_1D_2$,该组合未出现在正交表中,故以 2 号试验 $A_1B_2C_1D_2$ 为参照,安排综合性验证试验,这 2 种试验的条件差别仅是风干时间不同。验证试验结果显示,两者总体可接受性差别甚微,考虑到板鸭的水分活度对货架期的影响,风干时间选为 84 h。复合盐板鸭加工的合适工艺条件为加盐配方 60%NaCl+40%KCl、腌制时间 48 h、风干时间 84 h、风干温度 12 ℃。

3 结论

在单因素试验研究的基础上,优选确定复合盐板鸭加工的工艺条件为加盐配方 60% NaCl + 40% KCl (总含盐量为 5.5%)、腌制时间 48 h、风干时间 84 h、风干温度 12 ℃,此时板鸭的总体可接受性好。

参考文献

- [1] 宋文敏,匡威,王海滨,等.不同 KCl 和 NaCl 组成的减盐配方对卤鸭制品品质特性的影响[J].肉类研究,2018,32(6):22-28.
- [2] WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases [R]. 2003.
- [3] SINGH M. Salt and health [J]. Nutrition bulletin, 2003, 28(3): 303-304.
- [4] 魏延玲,孟勇,田甜,等. KCl 部分替代 NaCl 腌制对风干鲈鱼中生物胺的抑制作用 [J]. 食品科学, 2014, 35(3): 90-95.
- [5] 曲直,林耀盛,唐道邦,等.不同品种板鸭的理化特性及风味物质比较 [J]. 现代食品科技, 2014, 30(7): 273-278, 291.
- [6] 陆应林. 南京板鸭加工过程中蛋白降解及风味物质的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [7] 童红甘,王武,张华锋,等. HPLC、GC-MS 结合多元统计分析方法探究不同地区板鸭风味差异 [J]. 现代食品科技, 2018, 34(12): 228-238.
- [8] 林楠,李生伟,唐荣勤,等. 白市驿板鸭的研究现状 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1248-1249, 1252.
- [9] GELABERT J, GOU P, GUERRERO L, et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages [J]. Meat science, 2003, 65(2): 833-839.
- [10] GUARDIA M D, GUERRERO L, GELABERT J, et al. Sensory characterization and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate [J]. Meat science, 2008, 80(4): 1225-1230.
- [11] TREMONTE P, GAMBACORTA G, PANNELLA G, et al. NaCl replacement with KCl affects lipolysis, microbiological and sensorial features of soppressata molisana [J]. European journal of lipid science and technology, 2018, 120(6): 17-22.
- [12] LI F, ZHUANG H, QIAO W W, et al. Effect of partial substitution of NaCl by KCl on physicochemical properties, biogenic amines and N-nitrosamines during ripening and storage of dry-cured bacon [J]. Journal of food science and technology, 2016, 53(10): 3795-3805.
- [13] WU H, ZHUANG H, ZHANG Y, et al. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during processing [J]. Food chemistry, 2015, 172: 391-399.
- [14] 张欢,齐鹏辉,陈倩,等. KCl 和 CaCl₂ 部分替代 NaCl 对哈尔滨红肠品质特性的影响 [J]. 肉类研究, 2017, 31(9): 1-7.
- [15] LORENZO J M, CITTADINI A, BERMÚDEZ R, et al. Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on proteolysis, lipolysis and sensory properties during the manufacture of dry-cured lacón [J]. Food control, 2015, 55: 90-96.
- [16] RIPOLLÉS S, CAMPAGNOL P C, ARMENTEROS M, et al. Influence of partial replacement of NaCl with KCl, CaCl₂ and MgCl₂ on lipolysis and lipid oxidation in dry-cured ham [J]. Meat science, 2011, 89(1): 58-64.