

长保质期发酵干香肠的工艺研究

穆慧玲 杜鹏 罗丽华 杨昌林 李彤 王若永
(空军航空医学研究所 北京 100142)

摘要: 为了获得低酸且保质期长的发酵干香肠,以感官评分、pH 和水分活度(A_w)为指标,考察发酵温度、发酵时间、干燥温度和干燥时间对香肠发酵工艺的影响。通过正交试验得到发酵香肠的最佳生产工艺为:发酵温度 25℃,发酵时间 48 h,干燥温度 60℃,干燥时间 4 h,所加工的发酵香肠常温下保质期可以达到 2 年以上。

关键词: 发酵香肠;加工工艺;正交试验;保质期

Study on Process of Long Shelf Dry Fermented Sausage

MU Hui-ling, DU Peng, LUO Li-hua, YANG Chang-lin, LI Tong, WANG Ruo-yong
(Institute of Aviation Medicine, Air Force, Beijing 100142, China)

Abstract: In order to obtain fermented sausage with low pH and long shelf-life, the influence to processing technology caused by fermented temperature, fermented time, drying temperature and drying time were investigated. Through orthogonal test, the optimized processing technology was 25℃ for fermented temperature, 48 h for fermented time, 60℃ for drying temperature and 4 h for drying time. The shelf life of fermented sausage was 2 years under room temperature.

Key words: fermented sausage; processing technology; orthogonal test; shelf life

发酵香肠是指将绞碎的肉、动物脂肪、盐、发酵剂和香辛料等混合后灌进肠衣,在自然或人工控制条件下,利用微生物发酵所生产的具有特殊风味的肉制品。参与发酵的微生物主要有细菌、酵母菌和霉菌。目前生产上使用较广泛的是细菌,主要包括乳酸菌、葡萄球菌和微球菌等。在香肠发酵过程中,乳酸菌能将肉中的蛋白质分解为氨基酸,提高了产品的消化率;同时还形成酸类、醇类、酯类等风味物质,赋予了产品独特的风味;此外,乳酸菌将肉中的碳水化合物分解为乳酸,使产品的 pH 下降,对致病菌和腐败菌起到抑制作用,延长产品的保质期。微球菌和葡萄球菌能够还原亚硝酸盐和形成过氧化氢酶,有利于产品发色和分解过氧化物,改善香肠色泽,延缓香肠的酸败;同时还分解蛋白质和脂肪,改善香肠风味^[1-2]。

我国的发酵肉制品——传统的火腿、香肠产量大,但属于自然发酵产品,不仅发酵周期长,生产效率低,产品质量还难以控制。近年来,随着人工发酵剂在发酵肉制品生产中的应用,使得产品的加工时间大大

缩短,质量和风味也得到了改善,但是所生产的产品水分活度高, pH 较低,口味偏酸,保质期一般为 6 个月~12 个月。为了开发一种低酸、贮存期长的新型发酵干香肠,采用复合发酵剂进行发酵,研究发酵温度、发酵时间、干燥温度和干燥时间等参数对香肠发酵工艺的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

猪后腿肉、碎猪肉(肥瘦比为 3:7)、大豆分离蛋白、复配磷酸盐、食盐、葡萄糖、味精、香料、复合发酵剂 FSC-111(丹麦科汉森)。

1.2 仪器和设备

MB-22s CJR 绞肉机:北京南常肉食机械有限公司;K+G 斩拌机:德国 Wetier;VF608 灌肠机:德国 Handtmann;ASR-3641 烟熏炉:德国 Maurer-Atmos;DHG-9240A 鼓风干燥箱:上海一恒科学仪器有限公司;DS-861 电子天平:上海精密仪器仪表有限公司;DZ-500/2S 型真空包装机:山东诸城小康食品包装机械有限公司;Aqualab Lite 水活度仪:美国 Decagon;

作者简介:穆慧玲(1983—),女(汉),助理实验师,硕士,研究方向:营养与功能食品。

PHS-3C 酸度计 :上海雷磁仪器电科学仪器股份有限公司。

1.3 方法

1.3.1 发酵肉的制作

1.3.1.1 工艺流程

原料肉预处理→乳化物绞制→斩拌→灌装→发酵→干燥→包装→蒸煮烘干

1.3.1.2 操作要点

1)原料肉选择 选用肉色鲜红 ,气味正常的猪后腿肉 ,去除筋膜 ,切成大约 4 cm×4 cm×4 cm 大小的方块。

2)拌料 :先将大豆分离蛋白和水斩拌至乳化状 ,再加 3 : 7 碎肉斩拌 ,得到乳化料。

3)斩拌 :将斩拌好的乳化料、解冻好的猪肉及其他香辛料进行冷冻斩拌。

4)整理成型 :使用真空灌肠机将肉馅灌入蛋白肠衣中 ,注意避免产生空泡及过度摩擦形成的肉馅乳化等不良现象。

5)发酵 :将香肠置于发酵间 ,按照正交试验所设定温度和时间进行发酵。

6)干燥和成熟 :按照正交试验所设定的温度和时间进行干燥。

7)包装 :采用 4 层铝箔袋(PET/AL/NY/PE)进行真空包装。

8)蒸煮烘干 :78 ℃蒸煮 40 min ,55 ℃干燥 10 min ,烘干。

1.3.2 感官评定

由选定 5 名专业人员组成感官评定小组 ,饭后 2 h~3 h 对不同试验组产品的外观、组织形态、口味和香味进行感官评分 ,总分 10 分 ,权重系数分别为 0.2、0.3、0.3、0.2 ,感官评价标准如表 1^[3]。

表 1 发酵香肠感官评价评分标准

Table 1 Sensory standards of fermented sausage

权重	优(8分~10分)	良(5分~7分)	中(3分~4分)	差(1分~2分)
外观 (0.2)	表面呈棕色或深棕色 ,颜色均匀 ,色泽柔和 ,香辛料颗粒细小、分布均匀	表面呈棕色或深棕色 ,颜色较均匀 ,色泽较柔和 ,香辛料颗粒细小、分布较均匀	表面呈棕色或深棕色 ,颜色不够均匀 ,色泽不够柔和 ,香辛料颗粒细小、分布不够均匀	色差较大 ,颜色不均匀 ,色泽较差 ,香辛料颗粒粗大 ,分布不均匀
组织形态 (0.3)	形态完整 ,组织紧密有弹性 ,可见肉质纤维 ,无筋膜 ,脂肪颗粒不可见 ,不出油	形态完整 ,组织紧密有弹性 ,可见肉质纤维 ,无筋膜 ,脂肪颗粒不可见 ,不出油	形态完整 ,组织紧密 ,结构较硬 ,肉质纤维不可见 ,有少量筋膜 ,可见脂肪颗粒 ,不出油	组织结构呈絮状 ,结构较硬 ,肉质纤维不可见 ,有大量筋膜 ,可见脂肪颗粒 ,出油
口味 (0.3)	酸度适中 ,咸甜适口 ,结构柔韧 ,肠衣柔软	酸度较为适中 ,咸甜适口 ,结构较为柔韧 ,肠衣柔软	口味偏酸 ,咸甜较为适口 ,结构较粗糙 ,肠衣偏硬	口味较酸 ,有异味 ,结构偏粗糙 ,肠衣较硬
香味 (0.2)	发酵香味浓郁 ,各品种具有其独特的香味	发酵香味较浓郁 ,各品种具有其独特的香味	发酵香味较浓郁 ,各品种香味差别不大	发酵香味不浓 ,各品种没有独特香味

产品处理 :发酵肉制品去除包装 ,切成 1 cm 薄片 ,室温下平衡 30 min 后进行品尝。

1.3.3 保质期试验

将产品置于库房中进行常温保存 ,保存 2 年后对产品进行检测 ,检测指标包括过氧化值、酸价、菌落总数、大肠菌群及致病菌(沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、志贺氏菌)。根据 GB2726-2005《熟肉制品卫生标准》^[4]等相关食品参考标准 ,以过氧化值≤0.25 g/100 g 作为发酵香肠保质期的终点。

1.3.4 理化指标测定

1.3.4.1 水分活度(water activity ,Aw)

取 5 g 香肠样品 ,剪成细小的颗粒状 ,使用水活度仪进行测定。水活度仪在使用前先用 6.0 mol/L NaCl (25 ℃ ,Aw=0.76)饱和溶液校准。

1.3.4.2 pH

取肉样 10 g ,捣碎后加 90 mL 蒸馏水 ,斩拌振荡 30 min 后 ,滤取上清液用酸度计测定。

1.3.4.3 过氧化值、酸价

按 GB/T 5009.37-2003《食用植物油卫生标准的分析方法》中规定的方法进行检测。

1.3.4.4 菌落总数、大肠菌群及致病菌

按 GB/T 4789.17-2003 《食品卫生微生物学检验肉与肉制品检验》中规定的方法进行检测。

2 结果与分析

根据相关参考文献[5-10]和厂家多年生产经验 ,确定以发酵温度、发酵时间、干燥温度和干燥时间为因素进行正交试验 ,正交试验因素水平表见表 2。

表 2 正交试验因素水平表

Table 2 The factors and levels of orthogonal experiment

水平	A 发酵温度/℃	B 发酵时间/h	C 干燥温度/℃	D 干燥时间/h
1	20	36	50	2
2	25	48	55	4
3	30	60	60	6

2.1 感官评定结果

感官评定结果见表 3。

由表 3 可知 ,感官评价总分最高为试验 1(A₁B₁C₁D₁) ,其次为试验 7(A₃B₁C₃D₂)、试验 5(A₂B₂C₃D₁) ,影响因素的顺序分别为 :发酵时间>发酵温度>干燥温度>干燥时间。极差分析表明 ,各因素水平的最优组合应为 A₁B₁C₃D₂。

2.2 pH 评价

pH 评价见表 4。

表3 感官评价总分统计结果

Table 3 The results of sensory evaluation

试验号	因素				感官评价 总分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	8.29
2	1	2	2	2	7.74
3	1	3	3	3	7.82
4	2	1	2	3	7.99
5	2	2	3	1	8.00
6	2	3	1	2	7.77
7	3	1	3	2	8.09
8	3	2	1	3	7.27
9	3	3	2	1	7.24
K ₁	23.848	24.368	23.317	23.528	
K ₂	23.553	23.007	22.975	23.602	
K ₃	23.812	22.832	23.915	23.077	
k ₁	7.949	8.123	7.772	7.843	
k ₂	7.851	7.669	7.658	7.867	
k ₃	7.937	7.611	7.972	7.692	
R	0.417	0.512	0.313	0.175	

表4 pH统计结果

Table 4 The results of pH

试验号	因素				pH
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	4.71
2	1	2	2	2	4.79
3	1	3	3	3	4.86
4	2	1	2	3	4.84
5	2	2	3	1	4.78
6	2	3	1	2	4.69
7	3	1	3	2	4.74
8	3	2	1	3	4.82
9	3	3	2	1	4.66
K ₁	14.360	14.290	14.220	14.150	
K ₂	14.490	14.390	14.290	14.220	
K ₃	14.480	14.210	14.380	14.520	
k ₁	4.787	4.763	4.740	4.717	
k ₂	4.830	4.797	4.763	4.740	
k ₃	4.827	4.737	4.793	4.840	
R	0.043	0.060	0.053	0.123	

表4的正交试验结果表明,发酵香肠的pH为4.66~4.86,对pH影响较大的因素按照从高到低的顺序分别为干燥时间、发酵时间、干燥温度、发酵温度。极差分析表明,最优比为A₂B₂C₃D₃。

pH是决定发酵肉制品风味的重要因素。pH降低可有效抑制致病菌和腐败菌的生长和繁殖、提高产品

的稳定性和货架期,但pH过低会使产品的酸度过高,影响产品的接受性;而pH过高则不能体现发酵香肠独特的风味。因此,适宜的酸度对于发酵肉制品的推广具有重要意义。结合感官评价结果,发现pH为4.71~4.78的发酵香肠接受性较高。因此,在制作发酵香肠的过程中,注意调节干燥时间和发酵时间,以便生产出风味最佳酸味适中的产品,提高产品的接受度。

2.3 A_w评价

A_w评价结果见表5。

表5 A_w统计结果Table 5 The results of A_w

试验号	因素				A _w
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	0.874
2	1	2	2	2	0.863
3	1	3	3	3	0.851
4	2	1	2	3	0.857
5	2	2	3	1	0.849
6	2	3	1	2	0.855
7	3	1	3	2	0.821
8	3	2	1	3	0.815
9	3	3	2	1	0.806
K ₁	2.588	2.552	2.544	2.529	
K ₂	2.571	2.527	2.526	2.539	
K ₃	2.557	2.512	2.521	2.523	
k ₁	0.863	0.851	0.848	0.843	
k ₂	0.857	0.842	0.842	0.846	
k ₃	0.852	0.837	0.840	0.841	
R	0.010	0.013	0.008	0.005	

由表5的正交试验结果可知,试验1对应的A_w值最高,说明A_w对于改善产品的口感影响较大。但为了确保产品的保质期,应当适当降低产品的A_w。由统计结果可以看到,发酵温度、发酵时间对A_w影响较大,适当增加发酵温度和发酵时间可降低A_w。本研究未能得出干燥温度、干燥时间与A_w值的相关关系,可能与正交试验设计时各因素水平之间差别较小有关。

A_w是决定食品品质和稳定性的重要因素,主要反映食品中水分存在的状态及微生物对水分的可利用性。各种微生物的生长繁殖对A_w的要求都有一定阈值,A_w低于0.9时,细菌不能生长;A_w低于0.8时,大多霉菌不能生长;A_w低于0.60时几乎所有的微生物均不能生长^[11]。此外,A_w还会影响发酵香肠质地和口感,A_w过高会使香肠松软、无弹性,过低则会影响香肠的口感和嫩度。因此,适宜的A_w加上合理的包装和储运方法,可有效延长发酵香肠的货架寿命。研究

发现,发酵香肠 A_w 越低其贮存稳定性越高^[12]。但是,过低的 A_w 不仅影响香肠的口感,还会降低出品率,增加生产成本。美国农业部食品安全检查局指出,肉干类制品在 $A_w < 0.85$ 的情况下可抑制包括金黄色葡萄球菌在内的多种致病菌的生长^[13]。FDA 罐头食品管理规定中也免除了对 $A_w < 0.85$ 肉罐头类食品的检查。因此,本研究将发酵香肠的 A_w 设定为低于 0.85,符合条件的有试验 5、7、8、9。结合感官评价和 pH 评价结果发现,试验 8($A_3B_2C_1D_3$)和 9($A_3B_3C_2D_1$)加工的发酵香肠虽然 A_w 低,但是感官评分很低,且酸度也不适宜;而试验 5($A_2B_2C_3D_1$)和 7($A_3B_1C_3D_2$)加工的发酵香肠 A_w 、感官评分、pH 3 项指标均满足要求。

综合上述分析结果,发酵温度(因素 A)和发酵时间(因素 B)对产品的感官评分和 A_w 影响较大,适当增加发酵温度和发酵时间可降低 A_w ,保证产品的货架寿命,故确定为 A_2B_2 ;对于干燥时间(因素 D),干燥时间太长会影响产品的口感,且 pH 会在干燥过程中不断升高,使得发酵香肠酸味不足^[10],故确定为 D_2 ;对于干燥温度(因素 C),增加干燥温度可以缩短干燥时间,使产品具有较好的感官和适宜的 pH,故确定为 C_3 ;所得到的最佳生产工艺为 $A_2B_2C_3D_2$ 。验证试验表明,按照最佳生产工艺加工的发酵香肠,感官评分为 8.11, pH 为 4.75, A_w 为 0.833。

2.4 发酵香肠保质期

产品在库房中常温(25℃,相对湿度 40%)条件下存放 2 年后,各检测指标结果见表 6。

表 6 常温下存放 2 年后发酵香肠检测结果

Table 6 The results of fermented sausage under room temperature for 2 years

检测指标	检测结果
过氧化值/(g/100 g)	<0.001
酸价/(mg/g)	8.1
菌落总数/(cfu/g)	<10
大肠菌群/(MPN/100 g)	<30
沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、志贺氏菌	未检出

由表 6 可知,常温存放 2 年后,产品的过氧化值未超过发酵香肠保质期的终点 0.25 g/100 g,菌落总数、大肠菌群及致病菌(沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、志贺氏菌)均符合 GB2726-2005《熟肉制品卫生标准》这说明产品的保质期可以达到 2 年以上。

3 结论

1)通过生产工艺对感官评价、pH、 A_w 值影响的极差分析,考虑最佳生产工艺为 $A_2B_2C_3D_2$ 。即发酵温度 25℃,发酵时间 48 h,干燥温度 60℃,干燥时间 4 h。所加工的发酵香肠的常温下保质期可以达到 2 年以上。

2)发酵香肠 pH 为 4.71~4.78 时,产品的接受度较高。生产工艺中对产品 pH 影响较大的因素有干燥时间和发酵时间。

3)发酵香肠 A_w 值低于 0.85,对于确保产品的货架期具有重要意义。影响发酵香肠 A_w 的因素主要包括原料、辅料、生产过程中的工艺参数的选择、产品的 pH 变化和水分含量等。本研究仅对生产工艺对 A_w 的影响进行了研究,生产过程中可通过适当增加发酵温度和发酵时间来降低 A_w 值,进而保障产品的货架期。

参考文献:

- [1] Brian J B Wood 主编,徐岩译. 发酵食品微生物学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001:328-359
- [2] 葛长荣,马美湖,马长伟. 肉与肉制品工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002:211-240
- [3] 杜鹏,罗丽华,杨昌林,等. 休闲发酵干香肠生产工艺的研究[J]. 农业机械 粮油加工,2011(8):173-176
- [4] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.GB 2726-2005 熟肉制品卫生标准[S]. 北京:中国标准出版社,2005
- [5] 田呈瑞,张富新. 中式发酵香肠发酵特性的研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),2001,29(2):77-80
- [6] 李华丽,何煜波. 酸肉生产主发酵期发酵条件的确定[J]. 中国食物与营养,2005(4):40-43
- [7] 马菊,孙宝忠,郝永清. 国内外发酵肉制品加工工艺的改进[J]. 肉类工业,2007(1):8-11
- [8] 刘柳,刘学文,姚东明. 发酵肉制作新工艺研究[J]. 食品研究与开发,2008,29(1):37-39
- [9] 陈玉勇,刘靖,秦枫,等. 风味干发酵香肠的研制[J]. 食品与发酵工业,2009,35(9):173-178
- [10] 马汉军,周光宏,余小颖,等. 中式发酵香肠 pH 与 A_w 的关系及其对产品风味的影响[J]. 食品研究与开发,2009,30(1):87-91
- [11] 韩雅珊. 食品化学[M]. 北京:中国农业出版社,1998:27
- [12] 谢爱英,张富新,陈颖. 发酵香肠的 pH、水分含量与水分活度(A_w)的关系及其对制品贮藏性的影响[J]. 食品与发酵工业,2004,30(11):143-146
- [13] Dey B P, Lattuada C P, McNamara A M, et al. Microbiology Laboratory Guidebook. United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service.[EB/OL].(2011-1-14).http://www.fsis.usda.gov/Science/Microbiological_Lab_Guidebook/index.asp

收稿日期:2014-10-21