

# 宣威火腿加工过程中的理化变化与 标准化生产技术

乔发东<sup>1</sup>, 马长伟<sup>2</sup>, 杨红菊<sup>2</sup>, 宋永<sup>2</sup>, 李美桃<sup>2</sup>

(1. 河南工业大学生物工程学院, 河南 郑州 450052)

2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 应用现代肉制品腌制技术, 对宣威火腿进行标准化腌制, 能够稳定产品质量, 避免腌制失败的风险。在宣威市的自然气候条件下进行干燥成熟, 火腿表层肌肉(半膜肌)中的水分、食盐和游离氨基酸含量均低于深层肌肉(股二头肌), 终产品中这些指标的含量分别为: 43.93%和55.25%; 8.80%和11.14%; 5425.02mg/100g(DM)和9040.45mg/100g(DM), 表现出明显的部位差异, 达不到标准化产品的质量要求。根据试验结果和资料分析提出的宣威火腿标准化、周年化生产工艺条件, 将对生产原料的质量及加工过程中发生的理化及生物学变化进行控制, 以便稳定产品质量, 保持产品风味的一致性。

**关键词:** 宣威火腿; 理化变化; 标准化工艺; 肌肉

## Physico-chemical Changes and Standardized Technology in Xuanwei Ham Processing

QIAO Fa-dong<sup>1</sup>, MA Chang-wei<sup>2</sup>, YANG Hong-ju<sup>2</sup>, SONG Yong<sup>2</sup>, LI Mei-tao<sup>2</sup>

(1. College of Bioengineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China)

2. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Xuanwei ham was cured in a standardized way in order to improve the product quality and avoid the risk of decay. The desiccation and aging of the product were conducted in the natural climate in Xuanwei city. In *M. semimembranosus* (the ham surface layer) and *M. Biceps semotus* (the ham inner layer), the moisture, salt and free amino acid were 43.93% and 55.25%; 8.80% and 11.14%; 5425.02mg/100g(DM) and 9040.45mg/100g(DM) respectively. The differences in different ham parts were so significant that could not meet the quality requirement of the standardized product. The quality of raw material and physico-chemical changes in processing could be controlled by the standardized technology based on the test results so that the quality and the flavor of Xuanwei ham could be improved.

**Key words** Xuanwei ham; physico-chemical changes; standardized technology; *M. Muscularis*

中图分类号: TS251.5 TS251.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0136-05

宣威火腿是云南省的一个地方名优特产, 独特的地理气候特征、优质的生产原料(乌金猪), 为传统宣威火腿的生产提供了天然条件。数百年来, 聪明勤劳的宣威人民对腌制火腿的生产技术进行不断的总结和不断改进, 使宣威火腿的独特风味受到中外消费者的广泛赞誉。

随着时代的发展和科学技术的进步, 宣威火腿产业只有坚持发展、追求创新、增加科技含量, 才能适应当今食品工业安全、优质、标准、规模和自动化的发展趋势, 满足消费者日益增长的消费需求。

本课题研究以保持和提高传统宣威火腿产品的独特风味特征为前提, 分析加工过程中的理化变化, 提出宣威火腿标准化生产技术要求, 为实现宣威火腿周年化生产奠定基础。

### 1 材料与方法

1.1 材料 鲜猪腿; 精制食用盐; 复合腌制剂。

1.2 方法

原料验收→预冷→修整→搓盐→腌制→干燥成熟

收稿日期: 2005-05-23

基金项目: 云南省省院省校科技合作项目(2001FBBMA00D016); 国家“十五”科技攻关项目(2001BA501A11)

作者简介: 乔发东(1963-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为肉品科学。

鲜腿预冷 48h(0~5℃); 腌制: 按鲜腿重的 6.7% 配制复合腌制剂, 分两次搓在鲜腿表面, 两次间隔 7 d, 腌制期 20~30d(0~5℃, RH 85%~95%), 盐平衡期 30~60d(0~5℃, RH 70%~80%)。

### 1.3 检测指标

- 1.3.1 水分含量 按GB 9695.15-88法<sup>[1]</sup>。
- 1.3.2 氯化钠含量测定 按GB 9695.8-88法<sup>[1]</sup>。
- 1.3.3 水分活度测定 按GB 9695.12-88法<sup>[1]</sup>。
- 1.3.4 TBA 值测定<sup>[2]</sup> 硫代巴比妥酸试验, 用于测定脂肪氧化酸败程度。
- 1.3.5 挥发性盐基氮测定 微量扩散法<sup>[1,2]</sup>。
- 1.3.6 蛋白水解指数<sup>[3]</sup> 100g肌肉中非蛋白氮的含量占总氮含量的百分比。
- 1.3.7 游离氨基酸(FAA) 称取绞碎的肉样 1g 左右于 50ml 离心管中, 加入 8% 的磺基水杨酸 25ml, 将离心管置于冰水中匀浆, 然后离心 13min, 转速为 8000r/min。取上清液用微孔过滤器(孔径: 0.45μm)过滤后, 用 L-8500 氨基酸分析仪测定。
- 1.4 数据统计与分析 方差分析, 多重比较(q检验)<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 宣威火腿腌制过程中的理化变化

鲜腿腌制期间肌肉中水分含量、盐的渗透及水分活

表 1 宣威火腿腌制期间肌肉中水分含量、盐的渗透及水分活度变化  
Table 1 Changes of water content, salt distribution and  $a_w$  of muscle in different part during Xuanwei ham standard salting process

取样时间	部位	水分 (%)	$a_w$	NaCl (%)	盐水浓度 (%)
0d	混合样	73.74 <sup>a</sup>	0.993	0.21 <sup>a</sup>	0.28
7d	表层(1cm)	57.56 <sup>b,1</sup>	0.827	13.86 <sup>b,1</sup>	19.41 <sup>b,1</sup>
	半膜肌	71.72 <sup>c,1</sup>	0.940	1.84 <sup>c,1</sup>	2.50 <sup>c,1</sup>
	股二头肌	74.50 <sup>d,1</sup>	0.975	0.20 <sup>d,1</sup>	0.27 <sup>d,1</sup>
14d	表层(1cm)	58.77 <sup>e,1,2</sup>	0.816	15.07 <sup>e,2</sup>	20.41 <sup>e,2</sup>
	半膜肌	66.08 <sup>f,1,2</sup>	0.935	4.75 <sup>f,2</sup>	6.71 <sup>f,2</sup>
	股二头肌	74.65 <sup>g,1,2</sup>	0.985	0.25 <sup>g,2</sup>	0.33 <sup>g,2</sup>
21d	表层(1cm)	62.09 <sup>h,1,2</sup>	0.865	11.50 <sup>h,3</sup>	15.36 <sup>h,3</sup>
	半膜肌	61.06 <sup>i,3</sup>	0.892	7.74 <sup>i,3</sup>	11.25 <sup>i,3</sup>
	股二头肌	73.15 <sup>j,1,2,3</sup>	0.980	0.56 <sup>j,3</sup>	0.76 <sup>j,3</sup>
28d	表层(1cm)	65.27 <sup>k,3,4</sup>	0.893	9.37 <sup>k,4</sup>	12.55 <sup>k,4</sup>
	半膜肌	67.88 <sup>kl,3,4</sup>	0.945	3.32 <sup>l,4</sup>	4.66 <sup>l,4</sup>
	股二头肌	70.34 <sup>km,3,4</sup>	0.976	0.69 <sup>m,4</sup>	0.97 <sup>m,4</sup>
63d	半膜肌	50.84 <sup>n,5</sup>	0.900	5.60 <sup>n,5</sup>	9.92 <sup>n,5</sup>
	股二头肌	59.56 <sup>o,5</sup>	0.950	2.69 <sup>o,5</sup>	4.32 <sup>o,5</sup>

注: 同一列、同一时间内不同肌肉间有相同字母者, 表示差异不显著; 同一肌肉不同时间有相同数字者, 表示差异不显著。

度变化见表 1。

从表 1 看出, 腌制初期(7~14d), 盐主要集中在鲜

腿肌肉的表面, 表层肌肉(1cm 厚)脱水明显, 盐含量高, 盐水浓度也高, 水分活度下降也明显(从 0.99 下降至 0.82), 对抑制表面微生物的生长繁殖具有较好的效果。深层肌肉(股二头肌)的水分含量没有明显减少, 盐的含量也没有明显增加, 水分活度高, 由于内部肌肉微生物的数量少, 不会引起肌肉发生腐败现象, 但是肌肉中酶类的活性比较高, 容易引起蛋白质、脂肪水解等生物化学反应, 进而造成腐败现象发生。因此, 需要足够低的腌制温度。

在腌制后期(21~28d), 表层肌肉脱水程度下降, 内部水分向表面迁移, 盐逐步向内部渗透, 盐含量、盐水浓度下降, 水分活度上升。深层肌肉(股二头肌)的水分含量和水分活度逐步下降, 盐含量和盐水浓度逐步上升。腌制 21 d 时, 深层肌肉中的盐含量开始增加, 表层肌肉和深层肌肉的盐含量存在较大的梯度, 内部肌肉的水分活度仍较高, 达不到常温防腐的要求。因此, 需要在低温条件下进行盐的分布平衡。在腌制平衡到 63d 时, 外部肌肉(半膜肌)的水分进一步下降, 盐含量增加, 水分活度达到 0.90, 盐水浓度接近 10% 左右, 达到常温稳定的要求。盐向深层肌肉(股二头肌)的渗透扩散达到一定水平, 盐含量达 2.69%, 水分活度降至 0.95, 盐水浓度接近 5%, 外部与内部肌肉的盐含量梯度缩小。此时可逐步升温, 使火腿脱水干燥, 提高盐浓度(或盐水浓度), 降低水分活度, 最终达到产品在常温下稳定贮藏的目的。

### 2.2 宣威火腿干燥成熟过程中的理化变化

宣威火腿的干燥成熟是利用当地的自然气候条件, 将晾晒好的火腿吊挂在成熟室, 经历长时期自然发酵过程。宣威的气候特征是夏无酷暑, 冬无严寒, 年平均温度在 13℃ 左右, 相对湿度 70% 左右。温和的气候条件, 使传统宣威火腿在成熟过程中, 发生缓慢的生物化学变化, 形成特有的风味物质, 使产品表现出良好的感官品质特征。宣威火腿在干燥成熟过程中的水分、

表 2 宣威火腿干燥成熟过程中主要理化指标的变化  
Table 2 Changes of main physicochemical index of Xuanwei ham during dry-aging process

取样时间	取样部位	水分 (%)	$a_w$	氯化钠 (%)	盐水浓度 (%)
4	半膜肌	51.92 <sup>a,1</sup>	0.890	8.32 <sup>a,1</sup>	13.81 <sup>a,1</sup>
	个 股二头肌	64.38 <sup>b,1</sup>	0.900	6.55 <sup>b,1</sup>	9.23 <sup>b,1</sup>
月	皮下脂肪	5.19 <sup>l</sup>	0.900	0.81 <sup>l</sup>	13.501
	6 半膜肌	50.49 <sup>c,1,2</sup>	0.910	7.19 <sup>c,2</sup>	12.74 <sup>c,2</sup>
个	股二头肌	61.50 <sup>d,2</sup>	0.925	5.76 <sup>d,2</sup>	8.56 <sup>d,2</sup>
	月 皮下脂肪	3.46	0.830	0.61 <sup>l,2</sup>	14.99 <sup>l,2</sup>
12	半膜肌	43.93 <sup>e,3</sup>	0.885	8.80 <sup>e,1,3</sup>	16.69 <sup>e,3</sup>
	个 股二头肌	55.25 <sup>f,3</sup>	0.845	11.14 <sup>f,3</sup>	16.78 <sup>f,3</sup>
月	皮下脂肪	3.24 <sup>l,3</sup>	0.795	1.05 <sup>l,3</sup>	24.48 <sup>l,3</sup>

注: 同一列、同一时间内不同肌肉间有相同字母者, 表示差异不显著; 同一肌肉/脂肪不同时间有相同数字者, 表示差异不显著。

盐含量和盐水浓度变化见表2。

从表2看出：随着干燥成熟过程的进行，火腿中的水分含量逐渐下降( $p < 0.05$ )，干物质含量逐步上升，由于肌肉中水分的蒸发主要在火腿表面，表层肌肉中的水分含量(半膜肌)低于深层肌肉(股二头肌)( $p < 0.05$ )。在干燥成熟前期，表层肌肉中的含盐量高于内部肌肉，盐的分布还没有达到充分平衡。在干燥成熟后期(12个月)，盐的分布达到平衡，由于盐在火腿肌肉中以水溶液形式存在，此时不同部位肌肉中的盐水浓度是相近的，深层肌肉中的水分含量高于表层肌肉，深层肌肉中盐的含量也相应高于表层肌肉，在测定成品火腿中盐含量时，存在部位之间的差异。在干燥成熟前期，宣威火腿不同部位肌肉的水分活度均达到0.90左右，可有效地抑制细菌的生长繁殖<sup>[5]</sup>，随着干燥成熟过程的进行，肌肉中的水分进一步蒸发，水分活度则进一步降低，使产品更为稳定，但成品率也随之降低，此时应采用一些防护措施阻止水分过度蒸发。

### 2.3 宣威火腿干燥成熟过程中的生物化学变化

干腌火腿在干燥成熟过程中发生的主要生物化学变化是脂肪的水解与氧化、蛋白质的水解以及风味物质形成过程中发生的一系列生物化学反应等。宣威火腿干燥

表3 宣威火腿干燥成熟过程中脂肪氧化与蛋白质水解情况

Table 3 Extent of fat oxidation and proteolysis of Xuanwei ham during dry-aging process

取样时间	取样部位	TBA 值	TVB-N	蛋白水解指数(%)	游离氨基酸
4个月	半膜肌	0.70	37.49	1.89	3580.15
	股二头肌	0.64	31.19	2.27	5321.50
	皮下脂肪	1.10			
6个月	半膜肌	1.15	42.81	1.96	4130.05
	股二头肌	0.88	65.32	2.28	6448.32
	皮下脂肪	1.43			
12个月	半膜肌	1.36	45.92	2.49	5425.02
	股二头肌	1.17	75.55	2.85	9040.45
	皮下脂肪	2.61			

注：TBA值：mg/kg；TVB-N：mg/100g；游离氨基酸：mg/100g(DM)。

成熟过程中脂肪氧化和蛋白质水解情况见表3。

TBA值是评价脂肪氧化程度的指标，可以作为脂肪的一个腐败指数。在宣威火腿的加工过程中，火腿在环境条件下存放，脂肪的水解和氧化是不可避免的，适当的脂肪水解和氧化有助于火腿特有芳香风味的形成，过度的水解和氧化则会形成不良的风味和不需要的产物。从表3中看出，宣威火腿干燥成熟过程中肌肉的TBA值为0.64~2.61mg/kg，不超过国家标准要求(20mg/kg)，说明在火腿的干燥成熟过程中肌内脂肪的氧化程度是非常低的。由于火腿中肌肉所处的部位不同，表层肌肉(半膜肌)与空气接触的面积较大，氧化的程度较高，股二头肌在火腿的内部，与空气不直接接触，氧化的程度

较低。皮下脂肪的氧化程度高于肌内脂肪的氧化程度，可能与脂肪含量高有关。每一种肌肉随着加工时间的延长，氧化程度增加，最终产品(12个月)的氧化程度高于4个月和6个月的样品。

挥发性盐基氮(TVB-N)指动物性食品由于酶和细菌的作用，在腐败过程中，使蛋白质分解而产生氮以及胺类等碱性含氮物质。宣威火腿干燥成熟过程中挥发性盐基氮的变化范围在31.19~75.55mg/100g之间，在火腿干燥成熟前期(4个月)，表层肌肉(半膜肌)中的挥发性盐基氮含量较高，随着干燥过程的进行，表层肌肉脱水较快，蛋白质的水解程度下降，挥发性盐基氮的生成量较少；深层肌肉(股二头肌)的脱水速度较慢，蛋白质的水解程度较高，挥发性盐基氮的生成量也相对较多。同一部位肌肉在不同的干燥成熟时间内挥发性盐基氮的生成量不同，12个月的样品最多，6个月的样品次之，4个月的样品则最少。

蛋白质水解<sup>[6]</sup>是干腌火腿在成熟过程中发生的主要生物化学变化之一，引起火腿肌肉中非蛋白氮含量的增加，非蛋白氮的主要组成是游离氨基酸，其含量与火腿风味物质的形成高度相关，这些氨基酸也是酸、甜和苦味的前体物。此外，一些氨基酸可以通过不同的反应路径(如Strecker降解或与美拉德反应形成的还原性物质反应)形成芳香物质。

蛋白质水解指数<sup>[4]</sup>指肌肉中的水溶性氮占总氮的百分率，它反映干腌火腿加工过程中蛋白质的水解情况。从表3中看出，宣威火腿在加工过程中蛋白质的水解指数分布在1.5%~3.0%的范围内(半膜肌和股二头肌分别为2.49%和2.85%)，不同肌肉之间以及同一部位肌肉不同加工时期之间也略有差别。半膜肌处于火腿的表层，加工过程中最先脱水，并且脱水程度最高，肌肉组织中水分活度较低，蛋白质水解的程度较低，股二头肌则相对较高。同一部位肌肉随着加工过程的进行，蛋白质的水解指数增加，12个月终产品的蛋白质水解指数最高。由于样品个体间的差异，加工过程中的生物化学变化不完全处于同一水平。

游离氨基酸的生成：本试验测定了宣威火腿样品中的16种游离氨基酸的含量(天冬氨酸和色氨酸除外)。随着加工时间(4、6和12个月)的延长，样品干物质中总游离氨基酸的含量增加(表3)，并且在每一阶段深层肌肉(股二头肌)中游离氨基酸的含量均高于表层肌肉(半膜肌)。与同类研究结果比较，伊比利亚火腿<sup>[7]</sup>半膜肌和股二头肌中的游离氨基酸含量相似，不存在肌肉部位差异。由于伊比利亚火腿的加工期为18~24个月，宣威火腿一般为8~12个月，从成品游离氨基酸总含量比较，宣威火腿的成熟过程(蛋白质水解程度)比伊比利亚火腿快。但宣威火腿深层肌肉(股二头肌)的游离氨基酸

含量明显高于表层肌肉(半膜肌),说明宣威火腿表层肌肉蛋白质的水解活性较低。蛋白酶的水解活性受许多因素制约,如环境温度、水分活度等。宣威火腿表层肌肉蛋白质水解程度低于深层肌肉,说明宣威火腿干燥过程快,水分活度下降较快,对蛋白酶水解活性的抑制作用较强。同时也说明火腿表面脱水程度严重,形成表面屏障,在一定程度上阻止了内部水分的蒸发,致使深层肌肉水分含量高于表层肌肉,水分活度相对较高,蛋白酶水解活性较高,生成游离氨基酸的数量较多。因此,在宣威火腿干燥成熟过程中需要对环境温度和湿度条件进行调控,使肌肉中发生的生物化学反应控制在适宜的水平,同时也应考虑原料品质的均匀一致性。

2.4 宣威火腿的标准化生产技术

根据宣威火腿加工过程中的理化及生化分析,可以看出,宣威火腿的水分含量、盐含量、脂肪氧化及蛋白质的水解程度均存在着部位差异和样品个体之间的差异,这些差异将影响到最终产品的质量水平,更为重要的是影响到最终产品的风味特征。因此,必须从生产原料及加工工艺等方面进行综合分析,确立切实可行的标准化生产工艺,才能实现宣威火腿的标准化周年生产,保证产品质量的一致性。

2.4.1 宣威火腿生产原料品质的现状与标准化要求

传统宣威火腿的生产原料主要采用当地原始猪种乌金猪的后肢。分布在宣威市附近地区的主要是大河猪,它是乌金猪的一个地方品系,该猪种的特点是肉质好,但由于其生长缓慢,瘦肉率较低,影响了养殖效益。近年来由于引入瘦肉型猪种进行杂交改良,生产含有1/2或1/4地方猪种血统的商品猪,提高了瘦肉率和养殖效益,也出现了猪种遗传多样性的变异。目前宣威火腿

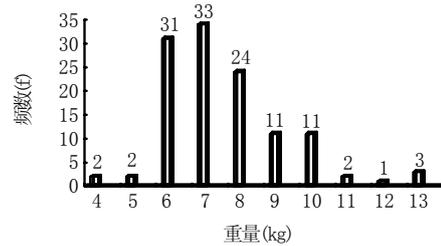


图2 瘦肉型猪的鲜腿重量分布

Fig.2 Distribution of fresh leg's weight of modern breed pig

的原料生产情况如图1和图2所示。

图1是宣威市市场上鲜猪腿的重量分布情况,猪的来源主要是当地农民按传统习惯养殖,屠宰月龄不能确定,猪的体重较大。样本量为135只,鲜猪腿平均重量为12.97kg,最小值5.70kg,最大值为20.20kg,标准差(S)=3.19,变异系数(C.V)=24.58%。9~15kg重量的鲜腿所占的比例达67.41%。图2是现代养殖技术生产的瘦肉型猪的鲜腿重量分布情况,样本总量为121只,鲜腿重最小值为4.75kg,最大值为13.55kg,平均重为8.02kg,标准差S=1.66,变异系数C.V=20.70%,6~10kg重量的鲜腿所占的比例达91.73%。

宣威火腿标准化生产首先要实现生产原料品质的标准化,必需建立一套切实可行的生猪养殖配套体系,保证猪种遗传型的一致性和相似性,采用科学合理的饲养管理和疾病防治措施,规范育肥猪的出栏月令、体重以及标准化屠宰工艺等,使鲜猪腿的重量、肌间/肌内脂肪含量、肌肉的理化、微生物学指标等在较小的变异范围内,才能使宣威火腿加工过程中的腌制、平衡、干燥和成熟等工艺实施有效的标准化管理。

2.4.2 宣威市的气候特征与宣威火腿生产工艺的标准化

宣威市历年来各月份平均温度、降水量及2002年月平均相对湿度气象资料见表4。传统宣威火腿生产过程中不同工艺阶段的气象条件是:腌制期(11、12、1和2月份):5.3~9.5℃,RH 65%~75%;干燥期(3~4月份):11.6~15.5℃,RH 49%~58%;成熟期(5~10月份):13.8~19.4℃,RH 70%~80%。

根据宣威市历年来气象资料对比分析,各月份平均温度变异不大,但各月份平均降水量却有明显的差异,降水量的不均匀分布,对日照时数和空气的相对湿度产

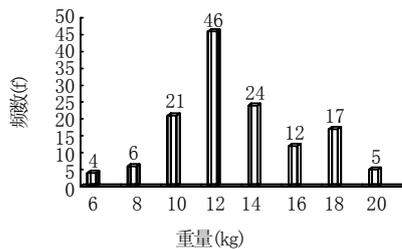


图1 散养猪的鲜腿重量分布

Fig.1 Distribution of fresh leg's weight of local breed pig

表4 宣威市历年各月份平均温度、降水量及2002年月平均相对湿度

Table 4 Monthly average temperature, amount of precipitation in Xuanwei in past years and monthly average relative humidity in Xuanwei in 2002

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
温度(℃)	5.3	7.3	11.6	15.5	17.7	18.5	19.4	18.7	16.7	13.8	9.5	6.1	13.3
降水量(mm)	12	12	13	35	127	218	172	150	125	78	28	10	980
RH(%)	73	65	58	49	71	74	80	80	72	77	76	68	70

注:资料来自宣威市气象局。

