



宣恩火腿加工过程中理化指标变化的分析

耿翠竹¹, 季鑫¹, 王海滨^{1,2,*}, 胥伟^{1,2}, 陈季旺^{1,2}, 王琦¹, 熊幼翎^{2,3}

(1.武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2.农产品加工湖北省协同创新中心, 湖北 武汉 430023;

3.美国肯塔基大学动物与食品科学系, 美国 列克星敦 KY40546)

摘要: 为研究宣恩火腿加工过程中理化特性的变化规律, 以宣恩火腿加工过程中原料(鲜腿)、腌制期、发酵初期、发酵中期、发酵末期、成品6个工艺点的火腿为原料, 检测其股二头肌中水分、灰分、pH值、总氮、水溶性氮、非蛋白氮等指标变化情况, 并对其游离氨基酸的组成和含量分析以及呈味肽的电子舌评价。结果表明: 在宣恩火腿加工过程中, 股二头肌的水分含量持续下降, 灰分含量持续上升, 而pH值则一直较稳定; 总氮含量先下降再上升; 水溶性氮含量先上升, 从发酵末期开始稍有下降; 非蛋白氮含量先持续升高, 从发酵中期开始下降; 呈味氨基酸在腌制期和发酵中/后期大量生成; 火腿的酸味、苦味、涩味总体上不断减小, 而鲜味、浓厚味和咸味这些较好的风味不断增加。

关键词: 宣恩火腿; 股二头肌; 理化指标

Analysis of Physicochemical Changes during Xuan'en Ham Processing

GENG Cuizhu¹, JI Xin¹, WANG Haibin^{1,2,*}, XU Wei^{1,2}, CHEN Jiawang^{1,2}, WANG Qi¹, XIONG Youling^{2,3}

(1.College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2.Hubei Collaborative Innovation Center for Processing of Agricultural Products, Wuhan 430023, China;

3.Department of Animal and Food Sciences, University of Kentucky, Lexington KY40546, USA)

Abstract: The aim of this work was to study physicochemical changes of Xuan'en ham at six different stages of processing. Accordingly, the contents of water, ash, total nitrogen, water soluble nitrogen, non-protein nitrogen, pH and free fatty acid composition in *biceps femoris* muscle were measured and flavor peptides were evaluated using an electronic nose. The results showed that during Xuan'en ham processing, water content decreased continually and ash content kept increasing; however, pH remained stable. Total nitrogen content decreased at first and then increased, whereas water-soluble nitrogen content increased initially and then began to decline slightly at the late stage of fermentation. Additionally, non-protein nitrogen content continued to rise at first and then began to decline at the medium stage of fermentation. Flavor amino acids were significantly generated during salting and at the mid to late stages of fermentation. The good tastes umami, richness and saltiness were constantly enhanced during the processing of Xuan'en ham, while sourness, bitterness and astringency showed the opposite trend.

Key words: Xuan'en ham; *biceps femoris*; physicochemical properties

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201702003

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2017) 02-0011-05

引文格式:

耿翠竹, 季鑫, 王海滨, 等. 宣恩火腿加工过程中理化指标变化的分析[J]. 肉类研究, 2017, 31(2): 11-15. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201702003. <http://www.rlyj.pub>

GENG Cuizhu, JI Xin, WANG Haibin, et al. Analysis of physicochemical changes during Xuan'en ham processing[J]. Meat Research, 2017, 31(2): 11-15. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201702003. <http://www.rlyj.pub>

干腌火腿历史悠久, 是因其“味道鲜美、口感醇厚、营养丰富、食而不腻”而享誉国内外的传统肉制品^[1]。

目前干腌火腿在全世界有3个主要的生产地带^[2]: 欧洲南部及中北部地区如意大利的Parma火腿和Light Italian

收稿日期: 2016-08-05

基金项目: 湖北省自然科学基金面上项目(2014CFB886)

作者简介: 耿翠竹(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为肉品深加工机理与技术。E-mail: gengcz1124@163.com

*通信作者: 王海滨(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品深加工机理与技术。E-mail: whb6412@163.com

Country火腿、西班牙的Iberian火腿和Serrano火腿及法国的Bayonne火腿和Corsican火腿；美国东南部地区如美国乡村火腿及中国部分地区。我国浙江的金华火腿、江苏的如皋火腿、云南的宣威火腿及湖北的宣恩火腿属于“中国四大火腿”^[3]。

宣恩火腿是湖北恩施地区的特色腌腊肉制品，它的生产工艺部分借鉴了“金华火腿”的工艺，但由于恩施地区具有独特的地理和气候特点，自然生态环境优良，特别是恩施是世界上少有的“富硒地区”，使得宣恩火腿具有独特的营养和风味特质，特别是硒含量较高^[4]。有研究表明，硒对防治人体的免疫系统、神经系统和心血管系统等方面的疾病具有重要作用^[5]。此外，有机硒在提高猪的生产性能、改善肉的品质、增强肉制品的抗氧化能力上具有显著效果^[6]。国外学者对干腌火腿中蛋白质的降解规律及蛋白质降解对火腿风味的影响已经做了许多系统而深入的研究^[7-10]，国内关于金华火腿、宣威火腿中蛋白质降解方面的研究相对较多^[11-15]，但对湖北宣恩火腿的研究鲜见报道。因此，本实验以宣恩火腿加工过程中最主要的6个工艺点处的火腿为研究对象，取股二头肌部分，检测其基本理化指标，分析出宣恩火腿的加工对其理化指标的影响，为产品品质特性评价，以及后续开展的宣恩火腿风味形成机理研究、建立工业化生产和质量保证技术体系提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

宣恩火腿 湖北大派食品有限责任公司。

乙酸镁、NaOH、浓HCl、浓H₂SO₄、H₃PO₄、甲基红、溴甲酚绿、三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)、正己烷、乙腈均为分析纯。

1.2 仪器与设备

GL-20G-II高速冷冻离心机 上海安亭科学仪器厂；UDK159全自动定氮仪 意大利Velp公司；UF-10实验用超滤器 上海万资实业有限公司；TS-5000Z电子舌 日本Insent公司；Agilent 1200高效液相色谱仪（配有Water 680梯度控制器、7725i手动进样器、荧光检测器） 安捷伦科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 宣恩火腿的加工工艺与采集

宣恩火腿的加工工艺流程如下^[4]：

选腿（猪后腿）→修胚→摊凉→腌制→洗腿→整形→烘腿→入库发酵→洗霉→修割→验收

在加工过程中分别自原料（鲜腿）（0~1周）、腌制期（2~7周）、发酵初期（8~14周）、发酵中期（15~26周）、发酵末期（27~35周）、成品火腿

（36~37周）取样，取股二头肌部分（剔除脂肪、筋、腱、膜），绞碎混合均匀，分装，抽真空，于-20℃条件下贮存备用。

1.3.2 水分、灰分、总氮含量及pH值的测定

水分、灰分、总氮含量及pH值的测定分别参照GB/T 9695.15—2008《肉与肉制品 水分含量测定》、GB/T 9695.18—2008《肉与肉制品 总灰分测定》、GB/T 9695.11—2008《肉与肉制品 氮含量测定》、GB/T 9695.5—2008《肉与肉制品 pH测定》的方法测定。

1.3.3 水溶性氮、非蛋白氮含量的测定^[12]

将5g样品与25mL蒸馏水混合均匀，4℃条件下磁力搅拌10min后，6000r/min离心10min（4℃），取上清液。向沉淀中加入25mL蒸馏水，重复上述操作，然后将2次离心所得的上清液混合，中速定性滤纸过滤。

水溶性氮：用凯氏定氮法测定滤液中水溶性氮的含量。

非蛋白氮：吸取10mL上清液与10mL 20g/100mL三氯乙酸溶液混合，室温下静置30min，然后4℃条件下6000r/min离心10min，取离心后的上清液，中速定性滤纸过滤，用凯氏定氮法测定滤液中非蛋白氮的含量。

1.3.4 游离氨基酸的组成与含量

样品前处理：将样品自然解冻，剔除筋、腱、膜、皮及脂肪，用斩拌机至少斩拌2次，混合均匀。取混匀的样品至少200g，冷冻干燥48h，真空包装备用。

检测方法：取适量经冷冻干燥的样品，加4mL甲醇，振荡30min，溶液置于-26℃保存至少10h，1300r/min离心16min，取上清液1mL，在室温下用空气吹干。加2mL乙醇，重复上述操作。再加0.2mL蒸馏水，取上清液，过0.45μm水相膜，高效液相色谱（high performance liquid chromatography, HPLC）法分析^[16]。

HPLC分析测试条件^[3,17]：Pickening柱（4.6mm×150mm，5μm），柱温37℃；记号波长338nm；发射波长425nm。

1.3.5 呈味肽的测定^[18]

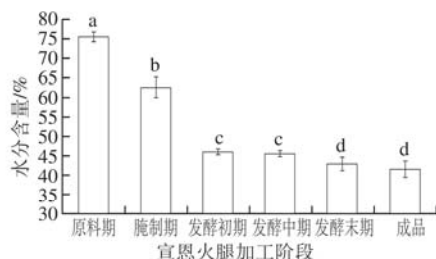
在呈味肽提取前，首先进行脱脂处理。取已处理的股二头肌绞碎，以1:10（m/V）加正己烷脱脂，匀浆2h。然后用温水法提取呈味肽。具体方法如下：取已脱脂的样品250g，加入800mL蒸馏水，40℃水浴搅拌1h，4℃条件下8000r/min离心20min，取上清液，沉淀物加200mL蒸馏水按上述步骤重复提取1次，合并2次上清液。上清液经聚丙烯滤膜（50mm）过滤后，用相对分子质量截留3000D的超滤膜在25℃、0.2MPa条件下进行超滤，收集通过超滤膜的滤过液组分。滤过液用相对分子质量截留200D的纳滤膜在25℃、0.4MPa条件下进行超滤，收集纳滤膜截留的浓缩液组分。将上述步骤得到的相对分子质量在200~3000D之间的呈味肽浓缩液冷冻干燥成粉末，-20℃保藏备用，电子舌测定。

1.4 数据处理

所有测试进行3个平行, 取平均值, 数据用Excel 2010和SPSS软件分析处理。

2 结果与分析

2.1 宣恩火腿加工过程中水分含量的变化趋势



字母不同, 表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

图1 宣恩火腿加工过程中水分含量的变化趋势

Fig. 1 Change in water content during the processing of Xuan'en hams

由图1可知, 加工初期即原料期到发酵初期, 火腿中水分含量显著下降, 主要是因为在这段时间内, 火腿经历了7次上盐和晾晒的过程^[19]; 发酵初期到成品火腿中水分含量基本稳定, 这是因为库房中温度和湿度保持较稳定的结果。Giovannelli等^[20]研究3种意大利火腿时也有类似的趋势, 在这3种意大利火腿的整个加工过程中原料火腿中水分含量为71.12%, 成品中水分含量降低到54.00%, 同时水分含量剧烈下降的原因之一也是盐腌的作用。金华火腿中股二头肌部分的水分含量在整个加工阶段中也是下降的趋势, 但由于工艺的差异, 金华火腿中水分含量从原料期到腌制期变化缓慢, 发酵期水分含量变化相对剧烈^[12]。

2.2 宣恩火腿加工过程中灰分含量的变化趋势

宣恩火腿在加工过程中, 股二头肌的灰分含量呈上升趋势, 具体变化情况如图2所示。

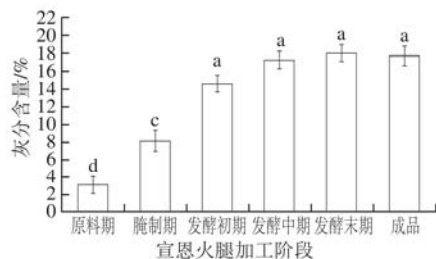


图2 宣恩火腿加工过程中灰分含量的变化趋势

Fig. 2 Change in ash content during the processing of Xuan'en hams

由图2可知, 从原料期到发酵初期, 火腿中灰分含量显著上升, 这主要是因为在这段时间内有7次上盐工序。灰分含量变化的总趋势 (上升) 与水分含量变化的总趋势 (下降) 相对应。

2.3 宣恩火腿加工过程中pH值的变化趋势

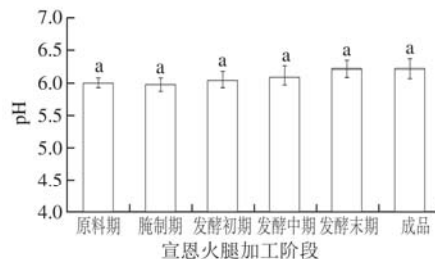


图3 宣恩火腿加工过程中pH值的变化趋势

Fig. 3 Change in pH during the processing of Xuan'en hams

由图3可知, 宣恩火腿的整个加工阶段, 其pH值都在5.99~6.22之间, 总体较稳定, 但有不显著的上升趋势, 这与加工过程中火腿中细菌的生长繁殖^[21]、蛋白质降解产生的游离氨基酸^[22]的积累等有关。

2.4 宣恩火腿加工过程中总氮含量的变化趋势

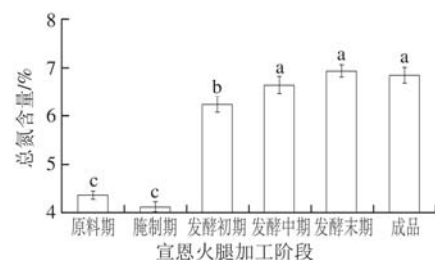


图4 宣恩火腿加工过程中总氮含量的变化趋势

Fig. 4 Change in total nitrogen content during the processing of Xuan'en hams

由图4可知, 相比于原料期, 腌制期火腿总氮含量下降, 这主要是因为7次上盐使肌红蛋白等水溶性蛋白不断被提取渗出流失^[12], 使火腿中总氮含量下降。从宣恩火腿的整个加工阶段来看, 总氮含量呈现上升的趋势。

2.5 宣恩火腿加工过程中水溶性氮含量的变化趋势

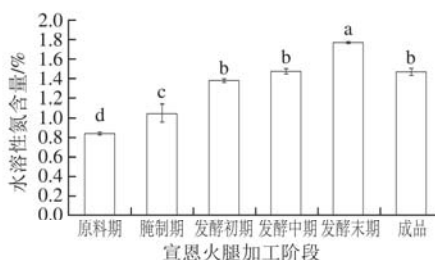


图5 宣恩火腿加工过程中水溶性氮含量的变化趋势

Fig. 5 Change in water soluble nitrogen content during the processing of Xuan'en hams

由图5可知, 从原料期到发酵中期的火腿中水溶性氮含量上升的趋势并不明显, 这是因为这段时期蛋白质虽然降解产生水溶性氮, 但上盐使水溶性蛋白质不断被提取渗出而流失^[12], 使火腿中水溶性氮含量上升并不显

著。在随后的发酵过程中,几乎不再存在水溶性蛋白质渗出流失的现象,所以蛋白质的降解作用使水溶性氮含量显著上升。从发酵末期到成品这个过程中,水溶性氮与其他物质反应,参与挥发性物质的形成过程,使其含量略有降低。在宣恩火腿的整个加工过程中,水溶性氮含量的变化趋势与金华火腿相似,但有关文献[12]报道金华火腿中的水溶性氮含量在腌制期最低,主要原因是上盐使水溶性氮渗出。

2.6 宣恩火腿加工过程中非蛋白氮含量的变化趋势

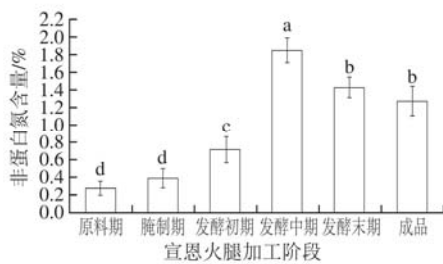


图6 宣恩火腿加工过程中非蛋白氮含量的变化趋势

Fig. 6 Change in non-protein nitrogen content during the processing of Xuan'en hams

非蛋白氮是指除蛋白质外的小肽、游离氨基酸等,这些物质的大量增加主要是由于肌肉中蛋白质发生了降解作用。由图6可知,宣恩火腿加工过程中,非蛋白氮的含量持续上升,直至发酵中期。在发酵中期非蛋白氮含量是原料期火腿(鲜腿)中非蛋白氮含量的6倍多,这是因为蛋白质的降解作用贯穿宣恩火腿加工的全过程,降

续上升,且在发酵末期非蛋白态氮含量是原料火腿中非蛋白态氮含量的2倍多^[12]。这说明,宣恩火腿加工过程中蛋白质的降解作用更显著。

2.7 宣恩火腿加工过程中游离氨基酸的组成与含量

呈味氨基酸主要是呈甜味^[25]的甘氨酸、丙氨酸、苏氨酸、丝氨酸、脯氨酸。由表1可知,呈味氨基酸在腌制期大量生成,含量明显高于原料的氨基酸,但在发酵初期氨基酸的含量没有显著的变化,在发酵中后期呈味氨基酸大量生成,含量显著升高。游离氨基酸中含量较高的有亮氨酸、丙氨酸、脯氨酸、异亮氨酸,并且这些游离氨基酸含量的变化趋势相同。所有这些游离氨基酸中,除了谷氨酸和天冬氨酸外,其他游离氨基酸含量基本都是增加的趋势,且都是在发酵中期或末期含量最高,这是因为这段时间气温较高^[26-27],高温增加组织蛋白酶和氨肽酶的活性,促进蛋白质的降解和降解产物进

一步降解生成游离氨基酸。从发酵末期到成品所有游离氨基酸含量都略有降低,这可能是氨基酸与其他物质发生Strecker降解作用等,生成挥发性风味物质^[28]。这与Buscailhona等^[29]对法国干腌火腿加工过程中的游离氨基酸含量的变化情况的研究结果类似。所有这些游离氨基酸中主要是非极性氨基酸(疏水性氨基酸),并且在宣恩火腿整个加工阶段非极性氨基酸的增加趋势也是最明显的。其他研究学者也有类似的现象。孙为正^[30]在研究广式腊肠时,发现广式腊肠的游离氨基酸在初始时主要是以带电荷氨基酸为主,而随着加工时间延长,非极性氨基酸被大量释放。Hughes等^[31]也发现疏水性氨基酸是主要的氨基酸。

表1 宣恩火腿加工过程中游离氨基酸的组成与含量

Table 1 Change in free fatty acid composition during the processing of Xuan'en hams

氨基酸	mg/100 g					
	原料期	腌制期	发酵初期	发酵中期	发酵末期	成品
非极性氨基酸						
甘氨酸	6.54	12.18	0.38	12.06	9.64	6.83
异亮氨酸	3.96	37.30	1.72	40.92	46.23	24.35
亮氨酸	7.29	52.04	2.91	61.31	61.02	40.90
丙氨酸	27.84	62.34	2.85	56.45	52.28	44.51
缬氨酸	5.82	36.83	2.16	33.47	31.52	28.29
苯丙氨酸	3.69	26.51	1.34	29.32	27.18	21.7
脯氨酸	5.54	43.85	2.10	56.21	53.21	48.97
蛋氨酸	1.05	4.49	0.24	4.85	4.43	2.45
总量	61.73	275.54	13.70	294.59	285.51	218.00
极性氨基酸						
丝氨酸	0.00	3.91	0.15	5.16	4.632	2.78
天冬氨酸	0.00	2.21	0.20	11.00	10.46	5.66
谷氨酸	0.00	2.21	0.20	11.00	10.46	5.66
总重	2.93	29.24	1.855	49.04	42.32	28.32
游离氨基酸总含量	66.55	332.17	16.38	368.35	351.56	258.86

2.8 宣恩火腿加工过程中呈味肽的电子舌分析

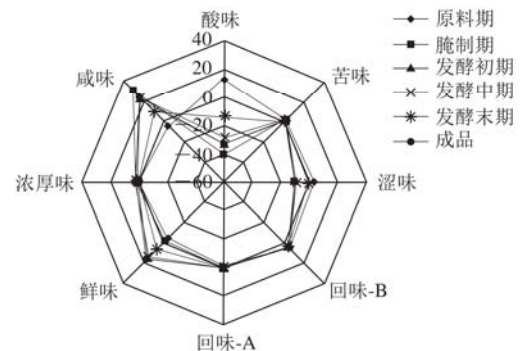


图7 宣恩火腿加工过程中呈味肽风味变化趋势

Fig. 7 Change in flavor peptides during the processing of Xuan'en hams



由图7可知,随着宣恩火腿加工过程的进行,宣恩火腿中的酸味、涩味大体上是在不断减小,而鲜味、浓厚味和咸味这些较好的风味在不断增加。由此可知,宣恩火腿加工过程蛋白质的降解作用能形成火腿好的风味,同时能一定程度上抑制火腿不好的风味,对宣恩火腿风味物质的形成具有很重要的影响。

3 结论

在宣恩火腿加工过程中,其股二头肌的水分含量持续下降,灰分含量持续上升,而pH值则一直较稳定。股二头肌中总氮含量先下降再上升;水溶性氮含量先上升,从发酵末期开始稍有下降;非蛋白氮含量先持续升高,而后从发酵中期开始下降。在6个工艺点的宣恩火腿中检测出甘氨酸、亮氨酸、缬氨酸等16种主要的氨基酸,且呈味氨基酸在腌制期大量生成,但在发酵初期氨基酸的含量没有显著的变化,在发酵中后期呈味氨基酸含量显著升高;同时发现在所有这些游离氨基酸中主要是非极性氨基酸(疏水性氨基酸),并且在宣恩火腿整个加工阶段非极性氨基酸的增加趋势也是最明显的。实验结果表明,宣恩火腿加工过程蛋白质的降解作用能形成火腿好的风味,同时能一定程度上抑制火腿不好的风味,对宣恩火腿风味物质的形成具有很重要的影响。

参考文献:

- [1] 李想,汪志君,于海.干腌火腿的加工工艺及其品质的影响因素[J].食品科技,2010,35(2):114-117.
- [2] 于荟.智能化与低盐化加工对金华火腿品质的影响[D].杭州:浙江大学,2012.
- [3] 崔莹莹,何乐,王海滨,等.湖北宣恩火腿基本成分分析[J].肉类研究,2015,29(5):6-9. DOI:10.7506/rlyj.1001-8123-201505002.
- [4] 余红英,余瑞明.宣恩火腿的加工工艺[J].食品研究与开发,1997,18(3):28-29.
- [5] 王磊,杜菲,孙卉,等.人体硒代谢与硒营养研究进展[J].生物技术进展,2015(4):285-290. DOI:10.3969/j.issn.2095-2341.2015.04.06.
- [6] 温晓鹿,杨雪芬,郑春田,等.有机硒对猪肉品质影响的研究进展[J].中国饲料,2015(7):17-20. DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20150705.
- [7] HARKOUSS R, ASTRUC T, LEBERT A, et al. Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process[J]. Food Chemistry, 2015, 166: 522-530. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.06.013.
- [8] FUENTES V, VENTANAS J, MORCUENDE D, et al. Lipid and protein oxidation and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham subjected to high hydrostatic pressure[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 506-514. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.02.024.
- [9] MARTIN L, ANTEQUERA T, VENTANAS J, et al. Free amino acids and other non-volatile compounds formed during processing of Iberian ham[J]. Meat Science, 2001, 59(4): 363-368. DOI:10.1016/S0309-1740(01)00088-2.
- [10] KOUTINA G, JONBERG S, SKIBSTED L H. Protein and lipid oxidation in Parma ham during production[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(38): 9737-9745. DOI:10.1021/jf3026887.
- [11] 李欢.现代工艺金华火腿中游离氨基酸含量的研究[J].肉类工业,2013(5):22-27. DOI:10.3969/j.issn.1008-5467.2013.05.008.
- [12] 汪玉霞.金华火腿加工过程中蛋白质降解规律的研究[D].北京:中国农业大学,2005. DOI:10.7666/d.y774552.
- [13] 王振宇.宣威火腿加工过程中肌肉组分降解规律及风味品质相关蛋白组分分析[D].北京:中国农业大学,2012.
- [14] 王金浩,王桂瑛,尚思奇,等.宣威火腿加工过程游离氨基酸变化规律研究[J].食品安全质量检测学报,2015(11):4640-4644.
- [15] DANG Y L, GAO X C, MA F M, et al. Comparison of umami taste peptides in water-soluble extractions of Jinhua and Parma hams[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2015, 60: 1179-1186. DOI:10.1016/j.lwt.2014.09.014.
- [16] 耿翠竹,王海滨,崔莹莹,等.蛋白质降解对猪肉制品品质影响的研究进展[J].肉类研究,2016,30(2):35-39. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.02.008.
- [17] 崔淑芬,许柏球,王小如,等.柱前衍生RP-HPLC法测定泽泻中氨基酸的含量[J].中草药,2004,35(8):867-869. DOI:10.3321/j.issn:0253-2670.2004.08.012.
- [18] 陶正清,刘登勇,戴琛,等.盐水鸭呈味肽的分离纯化及结构鉴定[J].南京农业大学学报,2014,37(5):135-142. DOI:10.7685/j.issn.1000-2030.2014.05.022.
- [19] 黎良浩,王永丽,唐静,等.KCl部分替代NaCl对干腌火腿工艺过程中蛋白质水解的影响[J].食品工业科技,2015,36(18):103-107;112. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.18.012.
- [20] GIOVANELLI G, BURATTI S, LAUREATI M, et al. Evolution of physicochemical, morphological and aromatic characteristics of Italian PDO dry-cured hams during processing[J]. European Food Research and Technology 2016, 242(7): 1117-1127. DOI:10.1007/s00217-015-2616-6.
- [21] 蒋云升,薛党辰,董杰,等.干腌火腿中微生物生境与菌群关系的研究[J].食品科学,2007,28(9):336-339. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2007.09.080.
- [22] MARTIN L, ANTEQUERA T, VENTANAS J, et al. Free amino acids and other non-volatile compounds formed during processing of Iberian ham[J]. Meat Science, 2001, 59(4): 363-368. DOI:10.1016/S0309-1740(01)00088-2.
- [23] ZHAO G M, ZHOU G H, TIAN W, et al. Changes of alanyl aminopeptidase activity and free amino acid contents in biceps femoris during processing of Jinhua ham[J]. Meat Science, 2005, 71(4): 612-368. DOI:10.1016/j.meatsci.2005.05.006.
- [24] 赵改名,柳艳霞,田玮,等.金华火腿中挥发性风味物质形成过程及变化规律研究[J].食品与发酵工业,2007,33(5):120-125. DOI:10.3321/j.issn:0253-990X.2007.05.029.
- [25] 周秀琴.日本天然调味料开发现状[J].中国调味品,1993(11):1-8.
- [26] 王燕,吉杰丽,朱仁俊.撒坝火腿成熟过程中游离氨基酸的变化研究[J].现代食品科技,2013,29(5):1010-1013. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2013.05.036.
- [27] 章建浩,周光宏,朱健辉,等.金华火腿传统加工过程中游离氨基酸和风味物质的变化及其相关性[J].南京农业大学学报,2004,27(4):96-100. DOI:10.3321/j.issn:1000-2030.2004.04.022.
- [28] VENTANAS J, CORDOBA J J, ANTEQUERA T, et al. Hydrolysis and Maillard reactions during ripening of Iberian ham[J]. Journal of Food Science, 1992, 57(4): 813-815. DOI:10.1111/j.1365-2621.1992.tb14300.x.
- [29] BUSCAILHONA S, BERDAGUE J L, BOUSSET J, et al. Relations between compositional traits and sensory qualities of French dry-cured ham[J]. Meat Science, 1994, 37: 229-243. DOI:10.1016/0309-1740(94)90083-3.
- [30] 孙为正.广式腊肠加工过程中脂质水解、蛋白质降解及风味成分变化[D].广州:华南理工大学,2011.
- [31] HUFHES M, KERRY J, ARENDT E, et al. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages[J]. Meat Science, 2002, 62(2): 205-216. DOI:10.1016/S0309-1740(01)00248-0.