

因子分析法评价低温灭菌羊肉煮制品 贮藏过程中的品质变化

杨波, 李伟, 罗瑞明

(宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021)

摘要: 本文研究了间歇式微波灭菌、超高压灭菌、巴氏灭菌三种低温灭菌方法对羊肉煮制品品质在常温贮藏过程中的影响。测定了羊肉煮制品在灭菌前后的常温贮藏过程中(0周、2周、4周)的pH、菌落总数、TVB-N、TBA、红度值、硬度、弹性、胶黏性和咀嚼性。以此九个指标与刚熟制未灭菌羊肉煮制品相应指标的差值的绝对值作为羊肉煮制品品质变化的原始指标,通过因子分析法,对原始指标降维,从而达到用2~3个综合指标对羊肉煮制品贮藏过程中品质打分,分数越高代表变化越大,即代表品质越差。结果表明第一主成分可以解释不同灭菌方法和不同贮藏期的产品与原产品质量综合差异的76.71%,而且第一主成分主要是代表TVB-N、TBARS、pH、菌落总数等指标,因此命第一主成分为化学因子;第二主成分可以解释不同灭菌方法和不同贮藏期的产品与原产品质量综合质量差异的11.89%,而且第二主成分主要代表的是红度值、硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性等指标,因此命第二主成分为物理因子。第一主成分和第二主成分可以解释产品综合质量差异的88.59%(>80%),因此可以用两个综合指标(物理因子、化学因子)来评价三种灭菌方法对羊肉煮制品品质在常温贮藏过程中的变化。

关键词: 因子分析; 羊肉煮制品; 品质; 低温灭菌

文章编号: 1673-9078(2012)12-1682-1686

Evaluation of the Quality of Low-temperature Sterilized Cooked Mutton in Storage by Factor Analysis

YANG Bo, LI Wei, LUO Rui-ming

(The Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract: The influences of intermittent microwave sterilization, ultra-high pressure processing and pasteurization on cooked mutton in storage were investigated. According to factor analysis, scores of the cooked mutton which is sterilized by different ways and stored in different time were given. The greater the change of the score, the more poor quality of the cooked mutton. The results showed that the first principal component (chemical factor), mainly representing the changes of TVB - N, TBARS, Ph, total plate count, can explain the original comprehensive quality difference of 76.71% for different sterilization methods in different period of storage. The second principal components can explain the original comprehensive quality difference of 11.89% for different sterilization methods and storage in different periods. Since the second principal components mainly represents the changes of the red degree value, hardness, flexibility, glue viscosity, chewiness, they were called as physical factor. The first principal component and the second principal components can explain products overall quality difference of 88.59% (>80%). So the quality of the cooked mutton in storage can be evaluated by two overall indicators (physical factors and chemical factors).

key words: factor analysis; cooked mutton; quality; low temperature sterilization

随着我国肉类加工业的发展和水平的提高,消费者对肉制品的要求也越来越高,不仅要安全还追求口感、风味和营养品质,然而用于熟肉制品的传统灭菌技术是高温高压灭菌,它大大延长肉制品的货架期,但对产品的口感、风味和营养品质有很大影响^[1]。

收稿日期: 2012-07-26

作者简介: 杨波(1986-),男,硕士研究生,研究方向:畜产品加工与贮藏

通讯作者: 罗瑞明(1964-),男,博士,教授,研究方向:畜产品加工与贮藏

有研究证明对食品真空包装后进行低温杀菌,虽然不能杀死食品中所有细菌,食品中可能残留细菌芽孢,但却可以大大降低产品初始菌数,从而延长其货架期^[2],如吴晖,高孔荣^[3]研究发现微波850 W处理孢子悬液50 s,孢子完全被杀灭;夏远景,陈淑花等^[4]研究发现牡蛎经过压力350 MPa处理20 min,牡蛎中菌落总数的灭活率已经达到89.5%,而且低温灭菌技术能够很大程度的保持熟肉制品原有的口感、风味和营养品质。然而不同的灭菌方法有的能够保持口感,有的能够保

证风味,有的能够保持营养品质,甚至有的灭菌方法并无明显差别,怎样来综合评价灭菌方法的好坏呢?

本实验首先让产品熟制后马上放于无菌环境下晾干、真空包装,最大程度的减少产品的污染,然后用不同的低温灭菌方法对产品灭菌,并在贮藏过程中,对9个与产品品质相关的一些化学物理指标进行监测,最后用因子分析法对9个指标降维,达到用2个综合指标来考察不同灭菌方法对产品品质的影响,从而达到从口感、风味、营养品质等各个方面综合的考察产品品质。

1 材料与方法

1.1 原料来源

5 kg 盐池滩羊, 购买于银川怀远市场。

1.2 原料处理^[5,6,7]

滩羊里脊5块(1000 g/块)于沸水中水煮60 min, 在超净工作台中晾干并用无菌手术刀切成小块(70 g/块), 随机挑选其中比较均匀的31份, 于无菌操作室内用无菌PPT包装袋真空包装。经真空包装的羊肉里脊4袋不杀菌, 9袋用间歇式微波杀菌(800 W, 40 s/每次, 三次, 每次间隔10 s), 9袋用超高压杀菌(600 MPa/12 °C/10 min, 两次), 9袋用巴氏杀菌(90 °C/20 min, 2次, 间隔4 min), 备用。

1.3 主要试剂

MgO, 硼酸, HCl, 2-硫代巴比妥酸(TBA溶液), 三氯乙酸(TCA), 氯仿、冰乙酸。

PCA平板计数琼脂(Plate Count Agar)培养基: 胰蛋白胨5 g, 酵母浸出物2.5 g, 葡萄糖1 g, 琼脂15 g, 蒸馏水1000 mL。调pH 7.0, 121 °C, 15 min灭菌。

1.4 主要设备

真空包装机, 浙江真空机械总厂; LD2X-50KB型高压立式灭菌锅, 上海申安医疗器械厂; Dz600/2S真空包装机, 江苏省江都县江杨轻工机械厂; QW-4HVP型微波干燥杀菌设备, 广州科威微波能有限公司; 2300型凯氏自动定氮分析仪, Foss(福斯)公司; YI-900型超净工作台, 苏州市百神科技网络系统有限公司; BS-2F恒温培养箱, 国华电器有限公司; HKS-332小型绞肉机, 瑞邦机械有限公司; WFG7200型可见分光光度计, 尤尼科(上海)仪器有限公司; HPP-L3-600/Z超高压设备, 天津市华泰森淼生物工程技术有限公司; HI9025型pH计, 葡萄牙Hanna公司; TGL-16型台式离心机, 上海安亭科学仪器厂。

1.5 实验方法

1.5.1 pH的测定

10 g碎肉样中加入90 mL蒸馏水, 混合摇匀, 静

置2 min, 采用HI9025型pH计测定样品pH值。

1.5.2 菌落总数的测定

按GB/T 4789.2-2003《食品卫生微生物学检验: 菌落总数测定》进行测定。对照肉质量卫生指标菌落总数按照国家标准[新鲜肉为4 lg(CFU/g)、次鲜肉为4~6 lg(CFU/g)、变质肉为6 lg(CFU/g)以上]执行。

1.5.3 TBARS值的测定

采用白艳红^[8]的测定方法, 样品在组织捣碎机中均质, 取捣碎的肉样10 g, 加入50 mL 7.5%的三氯乙酸(含0.1% EDTA), 振摇30 min, 双层滤纸过滤两次, 取5 mL上清液加入5 mL 0.02 mol/L TBA溶液, 90 °C水浴中保温40 min, 取出冷却1 h, 离心5 min(1600 r/min), 上清液中加入5 mL氯仿振摇, 静置分层后取上清液, 分别在532 nm和600 nm处比色, 记录吸光值, 按以下公式计算TBARS值。

$$\text{TBARS} (10^{-2}\text{mg/g}) = (A_{532} - A_{600}) / 155 \times (1/10) \times 72.6 \times 100$$

1.5.4 挥发性盐基氮(TVB-N)值测定

按GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》进行。参考标准: 一级鲜度不高于0.15 mg/g、二级鲜度不高于0.20 mg/g、变质肉高于0.20 mg/g。

1.5.5 色泽测定

采用色差计测定。本实验中羊肉样品重点考察在贮藏期内是否能够保持其特殊的亮红色, 因此A*值具有重要意义^[9]。

1.5.6 质构分析

样品用TA-XT2i型质构仪进行质构分析(TPA)测试。测试时取灭菌后的羊肉煮制品, 切成2.0 cm×2.0 cm×1.0 cm的小块, 探头用P36的圆柱探头, 测试前速度为5.0 mm/s, 测试中速度为2.0 mm/s, 测试后速度为5.0 mm/s, 下压距离为40%, 两次下压间隔时间为5 s。

TPA质构测试又称为两次咀嚼测试(Two Bite Test), 它是与感官分析并行的质构剖面分析的客观方法, 基于将质构看作多元参数特性的基础上发展起来, 它主要通过模拟人口腔的咀嚼运动, 对样品进行两侧压缩, 测试与微机相连, 通过界面输出质地测试曲线, 从力-时间曲线上分析得出一系列质构参数, 如硬度、粘性、脆性、弹性、咀嚼性等。^[10]因此这些结果通常与感官评定的结果有很好的相关性。各质构参数的含义如下:

硬度(hardness) F2, 第一次压缩样品时所用的最大压力; 弹性(springiness) S45/S12, 第二次压缩时间占第一次压缩时间的百分数; 胶粘性(gumminess) F2×A46/A13, 第二次峰面积与第一次峰面积的比值和

硬度的乘积值;

咀嚼性(chewiness) F2×A46/A13×S45/S12, 胶粘性 和弹性的乘积值。

2 结果与讨论

2.1 不同的低温灭菌方法对羊肉煮制品贮藏过程中品质的影响

2.1.1 间歇式微波灭菌对羊肉煮制品在贮藏过程中品质的影响

表 1 是羊肉里脊按上述要求处理后, 用 800 W 的微波灭菌, 每次灭菌 40 s, 灭菌三次, 每次间隔 10 s, 然后在贮藏 0、2、4 周后, 重复测定三次其 TVB-N、TBARS、PH、菌落总数对数、红度值、弹性、胶黏性、咀嚼性。所测得的数据用于与刚熟制未灭菌的羊肉里脊指标相比较, 进一步研究微波灭菌对羊肉煮制

品品质的影响。由表可知羊肉煮制品经过间歇式微波灭菌后, 其红度值、硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性在贮藏期 4 周内变化不大, 从而可以得出通过间歇式微波灭菌, 羊肉煮制品在贮藏期内其色泽和口感保持很好。

2.1.2 超高压杀菌对羊肉煮制品在贮藏过程中品质的影响

表 2 是羊肉里脊按上述要求处理后, 用超高压灭菌 (600 MPa/12 °C/10 min) 两次, 然后在贮藏 0、2、4 周后, 测定其 TVB-N、TBARS、PH、菌落总数对数、红度值、弹性、胶黏性、咀嚼性。所测得的数据用于与刚熟制未灭菌的羊肉里脊指标相比较, 进而研究超高压灭菌对羊肉煮制品品质的影响。由表中数据可知, 经过超高压灭菌后, 羊肉煮制品在贮藏期内其色泽和口感保持很好。

表 1 微波杀菌贮藏不同时间指标平均值的变化

Table 1 Index change of cooked mutton after microwave sterilization in storage

时间/周	TVB-N /(10 ⁻² mg/g)	TBARS /(10 ⁻² mg/g)	pH	菌落总数 lg(cfu/g)	红度值	硬度	弹性	胶黏性	咀嚼性
0	5.73	0.97	6.33	0.48	11.01	8684.00	0.61	5072.67	3109.67
2	8.36	2.68	6.42	3.55	10.19	8480.33	0.59	4939.33	2957
4	17.78	6.54	6.53	5.04	9.60	8111.86	0.58	4677.67	2705.67

表 2 超高压杀菌贮藏不同时间指标平均值的变化

Table 2 Index change of cooked mutton after ultra-high pressure processing in storage

时间/周	TVB-N /(10 ⁻² mg/g)	TBARS /(10 ⁻² mg/g)	pH	菌落总数 lg(cfu/g)	红度值	硬度	弹性	胶黏性	咀嚼性
0	5.61	0.95	6.34	0.48	11.31	8260	0.60	4785	2853.33
2	9.31	2.67	6.42	3.66	10.99	7599	0.57	4759.67	2762.00
4	18.23	6.78	6.54	5.13	9.82	6859.33	0.56	4539.67	2522.67

表 3 巴氏杀菌贮藏不同时间指标平均值的变化

Table 3 Index change of cooked mutton after pasteurization in storage

时间/周	TVB-N /(10 ⁻² mg/g)	TBARS /(10 ⁻² mg/g)	pH	菌落总数 lg(cfu/g)	红度值	硬度	弹性	胶黏性	咀嚼性
0	5.76	1.00	6.34	0.48	10.93	8125.00	0.60	4673.67	2788.67
2	6.83	2.15	6.36	3.06	9.80	7596.33	0.57	4668.00	2656.33
4	10.59	5.30	6.49	4.44	8.71	6985.33	0.53	4652.00	2465.67

表 4 刚做好的羊肉煮制品指标平均值

Table 4 Standard index of cooked mutton

时间/周	TVB-N /(10 ⁻² mg/g)	TBARS /(10 ⁻² mg/g)	pH	菌落总数 lg(cfu/g)	红度值	硬度	弹性	胶黏性	咀嚼性
0	5.55	0.94	6.33	0.96	11.30	8724.6	0.61	5062.2	3093

2.1.3 巴氏灭菌对羊肉煮制品在贮藏过程中品质的影响

表 3 是羊肉里脊按上述要求处理后, 用巴氏灭菌 (90 °C/20 min, 间隔 4 min) 两次, 然后在贮藏 0、2、

4 周后, 测定其 TVB-N、TBARS、PH、菌落总数对数、红度值、弹性、胶黏性、咀嚼性。所测得的数据用于与刚熟制未灭菌的羊肉里脊指标相比较, 进而研究巴氏灭菌对羊肉煮制品品质的影响。由表 3 可以看

出, 羊肉煮制品经过巴氏灭菌后, 各项指标在贮藏期 4 周内变化都不是很大, 所以, 经过巴氏灭菌后, 羊肉煮制品品质在贮藏期 4 周内保持很好。

2.1.4 刚熟制的羊肉煮制品的品质

羊肉里脊按上述要求处理后, 立即测定其 TVB-N、TBARS、PH、菌落总数对数、红度值、弹性、胶黏性、咀嚼性, 重复测定三次求平均值如表 4 所示。其数据作为评价羊肉煮制品品质的标准。

2.1.5 微波杀菌、超高压杀菌、巴氏杀菌不同贮藏时

表 5 微波杀菌、超高压杀菌、巴氏杀菌不同贮藏时间指标与刚做好羊肉煮制品差值的绝对值

Table 5 Absolute differences of cooked mutton after microwave sterilization or ultra-high pressure processing or pasteurization in storage

灭菌方式	时间/周	TVB-N (/10 ⁻² mg/g)	TBARS (/10 ⁻² mg/g)	pH	菌落总数 lg(cfu/g)	红度值	硬度	弹性	胶黏性	咀嚼性
微波灭菌	0	0.18	0.03	0.00	0.48	0.29	40.6	0	10.47	16.67
	2	2.81	1.74	0.09	3.55	1.11	262.27	0.02	122.87	136.00
	4	12.23	5.60	0.20	5.04	1.70	630.93	0.03	522.53	387.33
超高压灭菌	0	0.06	0.01	0.01	0.48	0.01	482.6	0.01	277.2	239.67
	2	3.76	1.82	0.09	3.66	0.31	1143.6	0.04	302.53	367.00
	4	12.68	5.84	0.21	5.13	1.48	1883.27	0.05	522.53	570.33
巴氏灭菌	0	0.21	0.06	0.01	0.48	0.37	617.6	0.01	388.53	304.33
	2	1.28	1.21	0.03	3.66	1.5	1146.27	0.04	394.2	436.67
	4	5.04	4.36	0.16	5.13	2.59	1757.27	0.08	437.2	627.33

2.2 采用 SPSS19.0 对表 5 的数据进行因子分析如下:

表 6 变量共同度

Table 6 Communalities

项目	初始	提取
TVB-N	1.00	0.951
TBARS	1.00	0.992
pH	1.00	0.978
红度值	1.00	0.707
硬度	1.00	0.910
弹性	1.00	0.912
胶黏性	1.00	0.679
咀嚼性	1.00	0.970
菌落总数 lg(cfu/g)	1.00	0.874

表 6 是变量共同度表, 变量共同度是表示各变量中所含原始信息能被提取的公因子所表示的程度, 由表 6 中所表示的变量共同度可知几乎所有的变量共同度都在 80% 以上, 因此提取出的这几个公因子对各变量的解释能力是较强的^[11]。

由相关系数矩阵 R 计算得到特征值、方差贡献率和累积贡献率, 如表 7 所示, 可知第一因子的方差占所有因子方差的 77% 左右, 前两个因子的方差贡献率达到 88.59% (大于 85%), 因此选前两个因子已经足

够描述羊肉煮制品的总体品质。

表 5 是羊肉煮制品分别经过微波杀菌、超高压杀菌、巴氏杀菌后, 不同贮藏时间各项指标与刚做好羊肉煮制品指标的差值的绝对值。由表中得出的数据无法直观的看出那种灭菌方式对羊肉煮制品品质的影响最小, 即无法直观的比较那种低温灭菌方法更好, 因此用因子分析法可以将表 5 的数据进行综合分析, 确定最优的低温灭菌方法。

够描述羊肉煮制品的总体品质。

图 1 是碎石图, 它用于显示各因子的重要程度, 其横轴为因子序号, 纵轴表示特征根大小。它将因子按特征根从大到小依次排列, 从中可以非常直观的了解到哪些是最主要的因子。前面陡峭的对应较大的特征根, 作用明显; 后面的平台对应较小的特征根, 其影响不明显。由图可知前两个因子的散点位于陡坡上, 而后面几个散点形成了平台, 其特征根均小于 1, 因此只考虑前两个因子即可。

图 2 为进行因子旋转后的结果, 由图可知, 咀嚼性、弹性、硬度等指标与第一公因子有较强的相关性, 而 TVB-N、PH、TBARS 等指标与第二因子有较强的相关性, 因此这两个公因子可以被分别命名为物理因子和化学因子。

为了考察羊肉煮制品的总体品质, 采用回归方法求出因子得分函数, 由 SPSS 输出的函数系数矩阵如表 8 所示, 可得因子得分函数分别为:

$$F_1 = -0.25x_1 - 0.129x_2 - 0.153x_3 + 0.128x_4 + 0.374x_5 + 0.337x_6 + 0.177x_7 + 0.354x_8 + 0.003x_9$$

$$F_2 = 0.429x_1 + 0.327x_2 + 0.347x_3 + 0.042x_4 - 0.208x_5 - 0.165x_6 - 0.013x_7 - 0.177x_8 + 0.189x_9$$

表7 总方差

Table 7 Total variance

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	6.904	76.706	76.706	6.904	76.706	76.706	4.072	45.240	45.240
2	1.070	11.884	88.589	1.070	11.884	88.589	3.901	43.349	88.589
3	0.625	6.941	95.530						
4	0.267	2.971	98.501						
5	0.089	0.985	99.486						
6	0.040	0.440	99.925						
7	0.006	0.072	99.997						
8	0.000	0.003	100.000						

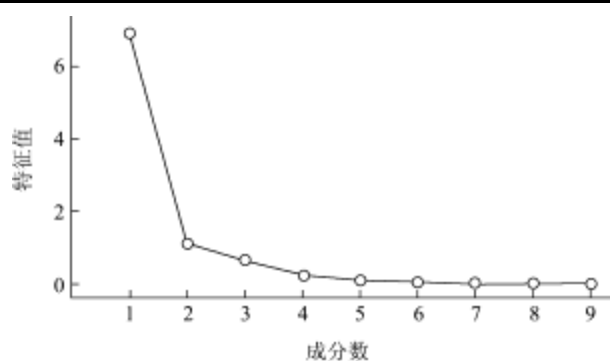


图1 碎石图

Fig.1 Component number

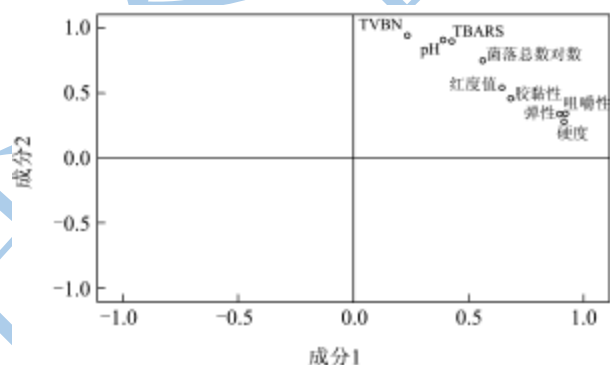


图2 因子旋转的示意图

Fig.2 Biplot of principal component analysis

两个公因子分别从不同方面反映了羊肉煮制品的总体品质，但单独使用某一个公因子并不能对各个产品的品质做出综合评价，因此按各公因子对应的方差贡献率为权数计算如下综合统计量：

$$F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} F_2$$

注： λ_1 ：第一因子的方差贡献率， λ_2 ：第二因子的方差贡献率。

表9所示的排序表示的是各个产品与刚熟制的羊肉煮制品的差异情况，差异越大，得分越高，总体质量就越差，从表可知整体质量最好的是微波杀菌(0)，物理因子最好的是微波杀菌(0)，化学因子最好的是巴氏杀菌(0)。总体质量又好到差的顺序如下^[9]：微波(0) > 微波(2) > 超高压(0) > 微波(4) 巴氏(0) > 超高压(2) > 巴氏(2) > 超高压(4) > 巴氏(4)

表8 得分系数矩阵

Table 8 Component score coefficient matrix

项目	成份	
	1	2
TVB-N	-0.250	0.429
TBARS	-0.129	0.327
PH	-0.153	0.347
红度值	0.128	0.042
硬度	0.374	-0.208
弹性	0.337	-0.165
胶黏性	0.177	-0.013
咀嚼性	0.354	-0.177
菌落总数对数	0.003	0.189

表9 各产品因子得分

Table 9 Score of the product

灭菌方式	保存时间/周	F1	F2	F	排序
微波杀菌	0	-1.45706	-0.50976	-1.33003	9
	2	-0.98803	0.33068	-0.81119	8
	4	-0.57118	1.85875	-0.24532	6
超高压杀菌	0	-0.44155	-0.92769	-0.50674	7
	2	0.22678	-0.24795	0.16312	4
	4	0.67531	1.26375	0.75422	2
巴氏杀菌	0	-0.08897	-1.00090	-0.21126	5
	2	0.89402	-0.80820	0.66575	3
	4	1.75069	.04132	1.52146	1

3 结论

羊肉里脊经过 100 ℃ 煮制 60 min 后, 在无菌条件下冷却、真空包装, 然后用三种不同的低温灭菌方式(微波灭菌、超高压灭菌、巴氏灭菌)灭菌后, 在贮藏过程中测定一些与羊肉煮制品品质相关的物理化学指标, 通过因子分析法对羊肉煮制品 9 项基本指标进行分析, 最后得出羊肉煮制品品质的综合评价如下: 微波(0) > 微波(2) > 超高压(0) > 微波(4) > 巴氏(0) > 超高压(2) > 巴氏(2) > 超高压(4) > 巴氏(4)。

参考文献

- [1] 谢宗龙,刘彩云.三种保鲜剂对常温下羊肉质量的影响[J].甘肃农业大学学报,2008:62-66
- [2] Webb N B, et al. Microbial concerns about precooked convenience foods .43rd Annual reciprocal Meat Conference proceedings . Chicago,1990, 43: 97-101
- [3] 吴晖,高孔荣.微波灭菌在食品工业中的应用[J].广州食品工业科技,1996:24-25
- [4] 夏远景,陈淑花,薛路舟,等.超高压处理牡蛎灭菌实验研究及人工神经网络模拟[J].现代食品科技,2009:530-531
- [5] 石婷婷.啤酒生产过程微波灭菌工艺及其机理的研究[D].沈阳:辽宁大学 2011:27-28
- [6] 韩衍青.应用超高压技术延长低温火腿的货架期[D].南京:南京农业大学,2011:40-41
- [7] 杨家蕾.低温重组酱肉加工工艺优化及微波杀菌工艺的研究[D].重庆:西南大学 2010:45-46
- [8] 白艳红.低温熏煮香肠腐败机理及生物抑菌研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005:28-29
- [9] 王家国,王金刚.气调包装与肉的颜色[J].肉类工业,2001,238(4):17-20
- [10] 方梦琳.羊肉对羊肉香肠加工适宜性的品质评价技术研究[D].北京:北京林业大学,2008:26-27
- [11] 张文彤,董伟.SPSS 统计分析高级教程[M].北京:高等教育出版社,2004