

泡椒牦牛黄喉感官评价描述词的建立

王莉¹, 张丽^{1,2,*}, 郭兆斌¹, 包高良¹, 周玉春¹, 孙宝忠², 余群力¹, 魏晋梅³

(1.甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070; 2.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;
3.甘肃农业大学研究测试中心, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为研究泡椒牦牛黄喉感官评价描述词的建立方法, 本实验以拉萨斯布牦牛黄喉为原料, 青野山泡椒为主要辅料制作泡椒牦牛黄喉。采用感官剖面分析, 首先对感官描述词利用M值法进行初次筛选, 得到切面光滑的、有刺激性的、有光泽的、肉香的等19个泡椒牦牛黄喉产品的感官品质描述词, 并通过主成分分析法(principal components analysis, PCA)对19个初筛获得的描述词进行二次筛选, 提取5个主成分PC1(24.13%)、PC2(13.12%)、PC3(10.81%)、PC4(8.39%)、PC5(7.89%), 分别代表泡椒牦牛黄喉的外观、质地、风味、组分和色泽特征, 再结合相关性分析从5个主成分因子中分别筛选出能较全面评价泡椒牦牛黄喉感官品质的描述词, 最终得到切面光滑的、有刺激性的、结实的、多汁的及乳白的5个描述词作为泡椒牦牛黄喉感官评价的关键描述词, 能较准确评价泡椒牦牛黄喉的感官品质。表明利用上述方法建立泡椒牦牛黄喉的感官描述词具有可行性, 可为进一步建立泡椒牦牛黄喉产品的感官评价体系提供理论参考。

关键词: 泡椒牦牛黄喉; 感官评价; M值; 主成分; 相关性

Establishment of Sensory Evaluation Descriptors for Yak Aorta with Pickled Peppers

WANG Li¹, ZHANG Li^{1,2,*}, GUO Zhaobin¹, BAO Gaoliang¹, ZHOU Yuchun¹, SUN Baozhong², YU Qunli¹, WEI Jinmei³

(1. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

3. Center of Analysis and Determination, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Sensory evaluation descriptors for yak aorta with pickled pepper made using the aorta of Sibuyak in Lasa as raw material and pickled green wild peppers as major auxiliary material were established. Using sensory profile analysis, 19 sensory quality descriptors such as smooth section, irritating, glossy and meaty were obtained from the initial screening by the M value method. Then, these 19 descriptive words were subjected to secondary screening by principal component analysis. Out of them, five principal components (PC1 (24.13%), PC2 (13.12%), PC3 (10.81%), PC4 (8.39%) and PC5 (7.89%)), representing exterior, texture, flavor, components and color characteristics of yak aorta with pickled pepper, respectively were selected. Combining with correlation analysis, sensory quality descriptors enabling more comprehensive evaluation of yak aorta with pickled pepper were further screened out of the five principal components factors. Finally, the smooth section, irritating, strong, juicy and milky were identified as the key sensory descriptors for the product and could accurately describe its sensory quality. The above method to establish sensory descriptors for yak aorta with pickled pepper is feasible and can provide a theoretical reference for the further development of sensory evaluation system for yak aorta with pickled pepper.

Key words: yak aorta with pickled pepper; sensory evaluation; M value; principal component; correlation

中图分类号: TS251.95

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)21-0074-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201521015

牦牛作为我国青藏高原特有的畜种资源, 被誉为“高原之舟”, 资源量十分丰富^[1]。全国2013年牦牛屠宰

量约为243万头, 牦牛屠宰过程中产生的屠宰副产物, 包括肚、肠、心、肝、头、筋等, 数量约为27.4万t^[2]。目

收稿日期: 2015-01-06

基金项目: 甘肃省农业生物技术研究与应用开发项目(GNSW-2012-18); 青藏高原特色有机畜产品生产技术与产业模式项目(201203009); 国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系建设专项(nycytx-38)

作者简介: 王莉(1988—), 女, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工与质量安全控制。E-mail: zlwlyzc@163.com

*通信作者: 张丽(1979—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为动物性食品营养与工程。E-mail: zhangl@gsau.edu.cn

前大多数牦牛屠宰产生的副产物一般都作为低端产品廉价出售,甚至遭废弃,资源利用率低,经济损失严重,且对生态环境也造成了不良的影响^[3]。因此研究开发以牦牛副产物为原料的可食性相关产品,探索新的加工方式并制定科学统一的感官评价方法,对牦牛副产物的增值加工具有实际的指导意义。

牦牛黄喉是牦牛屠宰副产物之一,主要由平滑肌构成,其性平,味甘,脆嫩爽口,蛋白质含量约19.1 g/100 g,脂肪含量约2.97 g/100 g,属于高蛋白低脂肪的动物性食品,深受消费者的青睐^[4]。但是只有较少部分的牦牛黄喉以涮、煮的方式食用,食用及加工方式单一,而且没有统一的感官评价方法,严重制约了其规模化发展。泡椒类食品具有开胃生津、促进血液循环等功效,是市场上较为畅销的休闲食品之一^[5],且近年来随着食品行业的不断发展,泡椒类食品的种类日益增加,比如泡椒凤爪、泡椒田鸡、泡椒贝类等。但目前泡椒牦牛黄喉类食品在市场上还未见销售,对其感官品质也缺少一种科学、合理的评价方法。

因此,本研究以拉萨斯布牦牛黄喉为原料,以青野山泡椒为主要辅料制作泡椒牦牛黄喉,根据感官剖面分析,对用于评价泡椒牦牛黄喉感官品质的描述词,利用M值法、主成分分析(principal components analysis, PCA)及相关性分析方法进行筛选,得到评价泡椒牦牛黄喉感官品质的关键性描述词,建立可客观、综合评价泡椒牦牛黄喉类食品的感官评价方法,准确、全面评价泡椒牦牛黄喉的感官品质,以期作为泡椒牦牛黄喉产品开发的质量一致性同类产品开发工艺的可行性提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

牦牛黄喉 西藏拉萨屠宰及肉类加工厂。

青野山泡椒 河口好爽小米辣产业发展有限公司;
食盐 中盐甘肃武阳盐化有限公司;小苏打 柏乡中柏小苏打制品有限公司。

1.2 仪器与设备

XZ-260T台式真空包装机 上海祥正机械有限公司;
真空包装袋 雄县旭日纸塑包装有限公司。

1.3 方法

1.3.1 样品制备

选取完整的牦牛黄喉,解冻清洗,修整切形后,采用不同的加工工艺,分别制作得到29种不同处理的产品,进行感官评价实验,具体处理方案如表1所示。

表1 泡椒牦牛黄喉处理方案

Table 1 Processing scheme for yak aorta with pickled pepper

样品	具体处理方案			
	水煮时间/min	食用碱质量浓度/(g/100 mL)	浸渍液中泡椒的比例/%	泡制时间/h
1	20	0.4	20	24
2	20	0.8	20	24
3	20	0.6	15	72
4	20	0.4	25	48
5	25	0.4	20	48
6	20	0.8	20	72
7	15	0.8	20	48
8	15	0.6	20	72
9	20	0.8	15	48
10	25	0.6	20	72
11	25	0.5	20	72
12	15	0.6	15	48
13	20	0.6	20	48
14	20	0.6	25	24
15	20	0.6	15	24
16	20	0.6	25	72
17	20	0.5	20	48
18	20	0.7	20	48
19	20	0.8	25	48
20	20	0.6	15	48
21	20	0.7	15	48
22	25	0.6	25	48
23	15	0.6	25	48
24	25	0.8	20	48
25	20	0.4	15	48
26	20	0.5	15	48
27	15	0.4	20	48
28	25	0.6	15	48
29	20	0.5	20	72

1.3.2 感官评定

邀请10位经过培训的感官评定分析员组成评价小组,根据感官剖面分析法^[6]的要求,分别从外观(眼睛观察到的)、气味(鼻子闻嗅到的)、滋味(通过味蕾感觉到)、质地(通过手指、口腔感觉到的)4个代表肉品感官品质特性的方面入手^[7],在GB/T 10221—2012《感官分析术语》^[8]中搜集用于评价泡椒牦牛黄喉的描述词。将搜集到的描述词整理总结后,用M值法首次筛选。提供给评价员一系列有差别的样品,对使用的每一描述词要求评价员在标度“0~5”的范围内标出评价位置,来判断感受到的强度,规定“0”表示没有感受到描述的感官品质特性、“1”表示感受到描述的感官品质特性弱、“2”表示感受到描述的感官品质特性稍弱、“3”表示感受到描述的感官品质特性平均、“4”表示感受到描述的感官品质特性稍强、“5”表示感受到描述的感官品质特性强。根据感官评定小组成员实际的评价情况删除M值较低的描述词。然后结合PCA及相关分析法针对M值法首次筛选后的描述词进行进一步筛选,最后筛选出可全面评价泡椒牦牛黄喉感官品质的关键性描述词,为泡椒牦牛黄喉类产品建立科学统一的感官评价方法。

1.4 数据分析

参考感官剖面分析法计算M值, 公式如下:

$$M = (F \times I)^{1/2}$$

式中: F 为描述词实际被述及的次数占该描述词所有可能被述及总次数的百分率/%; I 为评价小组实际给出的一个描述词的强度和占该描述词最大可能所得强度的百分率/%。

利用SPSS 19.0进行PCA和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 M值法初步筛选泡椒牦牛黄喉感官评价描述词

根据产品感官特性要求, 搜集到32个有关泡椒牦牛黄喉类产品的感官描述词, 在感官评价小组成员充分理解了所有描述词的含义后, 按照M值法的要求对不同样品的每一个描述词进行评价, 在尺度“0~5”的范围内标出评价位置。M值是反映感官评价剖面描述词出现频率的关键数据, 其值越大, 对感官评价的贡献越大^[9]。以10名感官评价员对29种泡椒牦牛黄喉产品的感官评价数据为基础, 计算各描述词的M值, 结果如表2所示。

表2 泡椒牦牛黄喉感官评价描述词的M值

Table 2 M values of sensory evaluation descriptors for yak aorta with pickled pepper

感官评价描述词	M	感官评价描述词	M
切面光滑的	0.487	多汁的	0.589
切面紧实的	0.515	偏干的	0.136
切面均匀的	0.521	多脂的	0.093
有光泽的	0.577	有刺激性的	0.491
油腻的	0.196	肉香的	0.272
湿润的	0.588	平味的	0.180
乳白的	0.557	膻味	0.174
灰白的	0.675	后膻味	0.200
柔软的	0.442	哈喇味	0.069
柔韧的	0.549	蒸煮味	0.150
结实的	0.538	金属味	0.016
有嚼劲的	0.804	泡椒味	0.828
硬的	0.735	咸味的	0.536
胶黏性	0.465	甜味的	0.018
筋道	0.622	酸味的	0.166
弹性	0.525	苦味的	0.087

由表2可知, 切面光滑的、有刺激性的、有光泽的、肉香的等19个描述词的M值均>0.4, 表明这些感官描述词被述及次数较多, 或者感受强度较强, 是适合用于评价泡椒牦牛黄喉感官品质的重要描述词。

2.2 PCA二次筛选泡椒牦牛黄喉感官评价描述词

M值法初筛后保留的19个描述词中包含了肉品感官评价中常用的质地、色泽、多汁性、风味等指标。但评价描述词仍然较多, 不宜直接用于评价泡椒牦牛黄喉的感官特性, 因此采用PCA对19个感官描述词进行降维

分析, 得出能尽可能地代表泡椒牦牛黄喉感官特性的因子, 而且每个因子彼此之间互不相关。结果如表3所示。

表3 各主成分的累计方差贡献

Table 3 Cumulative variance contribution of five principal factors

主成分	特征值	方差贡献率/%	总方差贡献率/%
1	4.585	24.13	24.13
2	2.493	13.12	37.25
3	2.053	10.81	48.06
4	1.593	8.39	56.44
5	1.498	7.89	64.33

由表3可知, 前5个主成分的方差累积贡献率达64.33%, 并不能保留样品的大部分信息^[10], 选择的描述词在反映产品特征品质方面存在一定的局限性, 但是从第6个主成分因子开始, 其所代表的描述词有很多在描述此类产品时没有明显差异, 因此, 选择前5个主成分对泡椒牦牛黄喉的感官品质进行分析。第1主成分(PC1)的方差贡献率为24.13%。

表4 泡椒牦牛黄喉感官评价描述词载荷因子

Table 4 Factor loading of sensory evaluation descriptors for yak aorta with pickled pepper

感官评价描述词	成分				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
切面光滑的	0.780	0.098	0.030	0.002	0.160
切面紧实的	0.654	0.278	0.265	0.052	-0.134
有光泽的	0.711	-0.028	0.064	0.486	0.354
切面均匀的	0.669	-0.215	0.169	0.138	-0.405
有刺激性的	0.201	0.568	-0.201	0.360	-0.318
泡椒味	-0.339	0.539	-0.330	0.452	-0.127
咸味的	-0.254	0.567	-0.378	0.016	0.156
柔软的	0.429	-0.499	-0.420	0.141	-0.070
结实的	0.101	0.444	0.653	-0.198	0.140
硬的	0.261	0.307	0.604	0.044	0.134
筋道	-0.008	-0.079	0.631	0.098	0.443
胶黏性	-0.313	0.382	0.067	0.225	-0.348
湿润的	0.412	0.075	0.195	0.555	-0.150
多汁的	0.496	-0.220	0.386	0.566	0.154
弹性	-0.429	0.248	0.364	0.165	-0.038
柔韧的	-0.226	0.300	0.403	-0.024	0.175
有嚼劲的	0.044	0.385	-0.339	0.353	0.411
灰白的	0.134	0.111	0.051	-0.005	0.642
乳白的	-0.289	0.084	0.178	-0.155	0.729

由表4可知, 切面光滑的、切面紧实的、有光泽的和切面均匀的载荷因子分别为0.780、0.654、0.711、0.669, 是PC1的代表性描述词, 由于它们是对泡椒牦牛黄喉外观的描述, 因此定义为外观因子。第2主成分(PC2)的方差贡献率为13.12%, 其中有刺激性的、泡椒味和咸味的载荷因子分别为0.568、0.539、0.567, 代表了泡椒牦牛黄喉特有的风味特征。第3主成分(PC3)的方差贡献率为10.81%, 载荷因子较大的筋道、硬的和结实的这3个指标, 载荷因子分别为0.631、0.604、0.653,

代表了泡椒牦牛黄喉咀嚼时对牙齿的抵抗特性。第4主成分(PC4)的方差贡献率为8.39%，其中湿润的和多汁的载荷因子最大，分别为0.555、0.566，代表了泡椒牦牛黄喉的保水性。第5主成分(PC5)的方差贡献率为7.89%，其中乳白的和灰白的是主要的载荷因子，分别为0.729、0.642，代表了泡椒牦牛黄喉色泽特征。通过PCA，筛选得到14个代表泡椒牦牛黄喉感官品质的描述词，包括外观、质地、风味、组分、色泽5个方面的特征，可以表征产品感官品质的关键属性^[11-14]，具有典型的代表性。

2.3 相关性分析法再次筛选泡椒牦牛黄喉感官评价描述词

对PCA得到的14个感官描述词进行相关性分析，根据载荷因子较大且与其他指标相关性高的要求，进一步筛选出可用于评价泡椒牦牛黄喉感官品质的关键描述词，结果如表5所示。

表5 泡椒牦牛黄喉部分感官品质相关性分析

Table 5 Correlation analysis of part of the sensory quality descriptors for yak aorta with pickled pepper

项	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Z_1	Z_2	Z_3	U_1	U_2	V_1	V_2
X_1	1.000													
X_2	0.561	1.000												
X_3	0.579	0.427	1.000											
X_4	0.587	0.404	0.372	1.000										
Y_1	0.420	0.479	0.243	0.419	1.000									
Y_2	0.406	0.355	0.104	0.546	0.468	1.000								
Y_3	0.106	0.019	0.351	0.286	0.404	0.218	1.000							
Z_1	-0.005	0.054	-0.275	-0.026	0.204	-0.103	0.240	1.000						
Z_2	0.001	0.021	-0.136	0.282	0.060	-0.014	0.094	0.358	1.000					
Z_3	-0.296	-0.423	-0.380	-0.368	-0.090	-0.258	-0.288	0.414	-0.378	1.000				
U_1	0.084	0.010	-0.067	0.006	-0.019	-0.125	-0.069	-0.113	0.258	0.053	1.000			
U_2	-0.269	-0.285	-0.300	-0.100	-0.359	-0.273	-0.465	0.003	-0.120	0.323	0.466	1.000		
V_1	-0.305	-0.030	-0.279	-0.088	0.211	-0.132	-0.222	0.148	-0.233	0.180	0.099	0.136	1.000	
V_2	-0.677	-0.208	-0.076	0.150	-0.146	-0.212	0.117	-0.024	-0.071	0.195	-0.086	0.325	0.444	1.000

注： X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 分别代表切面光滑的、切面均匀的、有光泽的、切面紧实的； Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别代表有刺激性的、泡椒味、咸味的； Z_1 、 Z_2 、 Z_3 分别代表结实的、硬的、筋道； U_1 、 U_2 分别代表湿润的和多汁的； V_1 、 V_2 分别代表乳白的和灰白的。

由表5可知，PCA中代表外观因子的4个描述词中，切面光滑的载荷最大，且与切面均匀的、有光泽的、切面紧实的这3个描述词的相关系数 r 分别为0.561、0.579、0.587，说明切面光滑的与其他3个描述词显著相关，因此选择切面光滑的作为评价泡椒牦牛黄喉外观因子的关键描述词。PCA中代表泡椒牦牛黄喉特有的风味特征的3个描述词中，有刺激性的载荷最大，且有刺激性的与泡椒味和咸味的这两个描述词的相关性较强， r 分别为0.468、0.404，说明有刺激的代表了泡椒味和咸味的大部分信息，可以用其代表泡椒牦牛黄喉的风味特征。同理，结实的可以替代硬的和筋道这两个描述词，代表咀嚼泡椒牦牛黄喉时对牙齿的抵抗特性。多汁的替代湿润

的代表了泡椒牦牛黄喉的构成和保水性。乳白的替代灰白的代表了泡椒牦牛黄喉的色泽特性。

由表5可知，分析切面光滑的、有刺激性的、结实的、多汁的和乳白的5个感官评价描述词，其中切面光滑的可以判断原料的新鲜度及其在煮制过程中产品保水性的强弱，是产品外观品质的直观综合体现^[15-16]；有刺激性的是泡椒牦牛黄喉的特征性风味，决定产品的适口性，其强度影响消费者对泡椒类产品的喜好度，代表泡椒牦牛黄喉的风味特征^[17-19]；结实的是产品弹性强度适中的体现，反映了产品的质地特性^[20-22]，是泡椒牦牛黄喉手感和口感的综合体现；多汁的是肉品感官品质的关键性指标，与肉品的含水量密切相关，同时与产品保水保油性成正相关^[23-25]；色泽是对肉品感官评价的关键指标^[26]，牦牛黄喉在煮制过程中会变为乳白及灰白色，而乳白色是人们的第一选择，因此乳白的更能体现泡椒牦牛黄喉的色泽特征。

综上所述，通过对主成分分析后载荷较大的描述词进行相关性分析，筛选出切面光滑的、有刺激性的、结实的、多汁的和乳白的5个描述词作为泡椒牦牛黄喉感官品质的关键描述词，这5个描述词代表了泡椒牦牛黄喉的外观、风味、质地、组分及色泽，可以较准确的评价泡椒牦牛黄喉的感官品质，具有典型的代表性。但是并不能对产品进行全面系统的评价，这也反映了来自国家标准的描述词在描述泡椒牦牛黄喉产品的特征品质方面还有一定的局限性，为了让评价体系更加完善，应该寻找新的描述词来补充产品的感官品质信息。

3 结论

根据感官剖面分析，采用M值法对泡椒牦牛黄喉的感官描述词进行初步筛选，得到切面光滑的、有刺激性的、有光泽的、肉香的等19个M值>0.4的描述词，表明这些感官描述词被提及次数较多，或者感受强度较强，是适合用于评价泡椒牦牛黄喉感官品质的重要描述词；通过PCA将M值法初筛后的19个描述词根据累计方差贡献率分为5个主成分PC1(24.13%)、PC2(13.12%)、PC3(10.81%)、PC4(8.39%)、PC5(7.89%)，分别代表泡椒牦牛黄喉的外观、质地、风味、组分和色泽特征；利用相关性分析对5个主成分中载荷因子较大且与其他指标相关性高的描述词进一步筛选，可以选出切面光滑的、有刺激性的、结实的、多汁的和乳白的5个描述词作为泡椒牦牛黄喉感官评价的关键性描述词，能较准确描述泡椒牦牛黄喉的感官品质。表明利用上述方法来建立泡椒牦牛黄喉的感官评价体系具有可行性。

参考文献:

- [1] 牛春娥, 张利平, 孙俊峰, 等. 我国牦牛资源现状及其产品开发利用前景分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(17): 8003-8005.
- [2] 曹滨海. 2013年度肉牛牦牛产业技术发展报告[R]. 北京: 国家肉牛牦牛产业技术体系, 2014.
- [3] 余根来, 张保卫, 杨小宁, 等. 牦牛、藏系羊屠宰副产物系列产品的研制开发[J]. 食品安全质量检测学报, 2013, 4(2): 591-595.
- [4] 包高良, 郭兆斌, 魏晋梅, 等. 响应面法优化泡椒牦牛黄喉制作工艺研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(1): 250-254.
- [5] 朱仁俊, 吕东坡, 石振兴, 等. 泡凤爪配方及加工工艺[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(1): 93-95.
- [6] 国家技术监督局. GB/T 16861—1997 感官分析 通过多元分析方法鉴定和选择用于建立感官剖面的描述词[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [7] BRAGHIERI A, PIAZZOLLA N, CARLUCCI A, et al. Development and validation of a quantitative frame of reference for meat sensory evaluation[J]. Food Quality and Preference, 2012, 25(1): 63-68.
- [8] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 10221—2012 感官分析 术语[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 黄彩霞. 牦牛肉商品质量特征及评定技术方法研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014: 7-12.
- [10] PENG Xingyun, LI Xin, SHI Xiaodi, et al. Evaluation of the aroma quality of Chinese traditional soy paste during storage based on principal component analysis[J]. Chemistry, 2014, 151(15): 532-538.
- [11] TOKIFUJII A, MATSUSHIMA Y, HACHISUKA K, et al. Texture, sensory and swallowing characteristics of high-pressure-heat-treated pork meat gel as a dysphagia diet[J]. Meat Science, 2013, 93(4): 843-848.
- [12] REY J F, MARTÍNEZ C L, URREA A. Evaluation of sensory characteristics and texture of an economic Buffalo meat (*Bubalus bubalis*) sausage and an economic beef (*Bos indicus*) sausage with addition of bovine hemoglobin powder[J]. Procedia Food Science, 2011, 54: 545-548.
- [13] RHEE K S, MYERS C E, WALDRON D F. Consumer sensory evaluation of plain and seasoned goat meat and beef products[J]. Meat Science, 2003, 65(2): 785-789.
- [14] STELZLENI A M, JOHNSON D D. Effect of days on concentrate feed on sensory off-flavor score, off-flavor descriptor and fatty acid profiles for selected muscles from cull beef cows[J]. Meat Science, 2008, 79(2): 382-393.
- [15] QUEVEDO R, VALENCIA E, CUEVAS G, et al. Color changes in the surface of fresh cut meat: a fractal kinetic application[J]. Food Research International, 2013, 54(2): 1430-1436.
- [16] HUGHES J M, OISETH S K, PURSLOW P P, et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness[J]. Meat Science, 2014, 98(3): 520-532.
- [17] BRADLEY E M, WILLIAMS J B, SCHILLING M W, et al. Effects of sodium lactate and acetic acid derivatives on the quality and sensory characteristics of hot-boned pork sausage patties[J]. Meat Science, 2011, 88(1): 145-150.
- [18] CALKINS C R, HODGEN J M. A fresh look at meat flavor[J]. Meat Science, 2007, 77(1): 63-80.
- [19] BYRNE D V, BREDIE W L, BAK L S, et al. Sensory and chemical analysis of cooked porcine meat patties in relation to warmed-over flavour and pre-slaughter stress[J]. Meat Science, 2001, 59(3): 229-249.
- [20] SOBHAN S, HENK H, KAMBIZ S, et al. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace[J]. Meat Science, 2014, 97(4): 410-418.
- [21] SASAKI K, MOTOYAMA M, NARITA T, et al. Characterization and classification of Japanese consumer perceptions for beef tenderness using descriptive texture characteristics assessed by a trained sensory panel[J]. Meat Science, 2014, 96(2): 994-1002.
- [22] de HUIDOBRO F R, MIGUEL E, BLÁZQUEZ B, et al. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat[J]. Meat Science, 2005, 69(3): 527-536.
- [23] 王琳琛. 不同品种羊肉制肠特性及制肠适宜性评价研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013: 11-16.
- [24] RESANO H, SANJUAN A I, CILLA I, et al. Sensory attributes that drive consumer acceptability of dry-cured ham and convergence with trained sensory data[J]. Meat Science, 2010, 84(3): 344-351.
- [25] HUTCHISON C L, MULLEY R C, WIKLUND E, et al. Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison[J]. Meat Science, 2012, 90(3): 801-806.
- [26] UTRILLA M C, GARCIA RUIZ A, SORIANO A. Effect of partial reduction of pork meat on the physicochemical and sensory quality of dry ripened sausages: development of a healthy venison salchichon[J]. Meat Science, 2014, 98(4): 785-791.