

模糊综合评判法 在牦牛肉感官评定中的应用

韩冬洁^{1,2}, 包高良^{1,2}, 刘亚娜^{1,2}, 孙宝忠^{1,*}, 张丽^{1,2}, 谢鹏¹, 李海鹏¹, 余群力²

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;

2. 甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃兰州 730070)

摘要:将模糊综合评判法应用于牦牛肉的感官评定中,通过消费者构成的评定小组进行实验确定权重分数,采用乘法算子和最大隶属度原则确定样品的评价结果。结果表明:牦牛肉的色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤的权重分数分别为0.245、0.14、0.155、0.245、0.215;通过模糊数学综合评判法,得到牦牛肉贮藏0、1、2、3、4、5 d的感官评定综合评价得分分别为85.20、80.75、74.31、63.60、58.91、45.57;该方法可以客观的判断牦牛肉的等级,为牦牛肉感官评定量化提供理论参考依据。

关键词:牦牛肉,模糊综合评判,感官评定

Application of fuzzy comprehensive evaluation in sensory analysis of yak meat

HAN Dong-jie^{1,2}, BAO Gao-liang^{1,2}, LIU Ya-na^{1,2}, SUN Bao-zhong^{1,*},
ZHANG Li^{1,2}, XIE Peng¹, LI Hai-peng¹, YU Qun-li²

(1. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100193, China;

2. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The fuzzy comprehensive evaluation was applied to evaluate the sensory character of yak meat. The weight fraction was determined by sensory evaluation group, and the multiplying operator and maximum subordination principle were used to determine the sample results of the evaluation. The results showed that, the evaluation scores for the color, viscosity, flexible, smell, taste of yak soup after heating were 0.245, 0.14, 0.155, 0.245, 0.215, and 0.155, respectively. By using fuzzy mathematics comprehensive judgement, the evaluation scores for the 0, 1, 2, 3, 4 and 5 d were 85.20, 80.75, 74.31, 63.60, 58.91 and 45.57, respectively. This method can objectively determine the level and quality of yak meat, and provide the basis for quantification in sensory evaluation of yak meat.

Key words: yak; fuzzy comprehensive evaluation; sensory evaluation

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2016)15-0283-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.15.046

牦牛是青藏高原牧民赖以生存发展的主要畜种,也是我国人民肉牛等畜产品品味化消费的独特品种资源^[1]。牦牛肉具有肉味鲜美,高蛋白、低脂肪的营养特性,是消费者青睐的天然绿色食品^[2]。消费者对于肉品的要求,不仅倾向于其纯天然的特性,丰富的营养,还关注于肉品的新鲜度。目前,检测肉品新鲜度的方法有感官检测、化学检测以及微生物检测,化学检测中挥发性盐基氮(TVB-N)是国标的经典检测法,但这种传统方法用时较长,过程也较为繁琐;微生物检测常用的检测方法是测定菌落总数与大肠菌群数,该方法在细菌培养上耗时较长,技术难

度较大^[3];而感官评价作为评价肉品新鲜度的一个重要方法,具有方便、快捷、不需要固定仪器等优势,并且感官评价能够察觉其他检验方法无法鉴别的产品质量特殊性污染和微量变化,因此迫切需要建立科学合理的牦牛肉感官评定方法。

目前,感官评定方法通常采用的是分组综合评价法,这种方法虽然能较好地对样品进行综合分析,但是由于评定人员自身条件的不同,评定分数往往离散程度较大,很难获得比较一致的结果,而模糊综合评判法是一种基于模糊数学的综合评价方法,用模糊数学对受到各种因素制约的对象做出一个总体

收稿日期: 2016-02-02

作者简介: 韩冬洁(1990-),女,硕士研究生,研究方向:畜产品加工, E-mail: hdj1108@163.com。

* 通讯作者: 孙宝忠(1964-),男,博士,研究员,主要从事肉品质量与安全研究, E-mail: baozhongsun@163.com。

基金项目: 国家现代农业(肉牛牦牛)产业技术体系资助项目(CARS-38);公益性行业(农业)科研专项(201203009)。

表1 牦牛肉感官评分标准
Table 1 Sensory evaluation standards of yak meat

项目	优(80~100)	良(60~79)	差(0~59)
色泽	表面有光泽、呈鲜红色	表面有光泽、深红色	表面无光泽、灰褐色
粘度	外表微干或有风干膜、不粘手	外表干燥或微粘手	很粘手
弹性	具有完整的形态,组织紧密,不松散;指压后凹陷可立即恢复	组织不紧密但不松散,指压后一段时间才可恢复	组织不紧密且松散,指压后凹陷不可恢复
气味	保持牦牛肉特有气味、无杂味	保持牦牛肉特有气味、杂味较轻	牦牛肉特有气味变淡或消失、带有异味,不可接受色
煮沸后肉汤	透明澄清、脂肪团居于表面、肉香味浓郁	稍有浑浊,少量絮状物,肉味较弱,香味较淡	肉汤浑浊,有絮状沉淀

的评价,具有结果清晰,系统性强的特点,能较好的解决模糊的,难以量化的问题,适合各种非确定性问题的解决,获得一个综合又客观的评价结果^[4-5],目前模糊综合评判方法被应用于食品等多个领域^[6-8],王琼波^[9]应用模糊综合评价方法确定了三种米酒的感官评定等级;秦波^[10]等运用模糊综合评价法运用到紫薯干燥方法的筛选中,采用权重分配和乘法算子确定了5种不同干燥方法的优劣;曹雪慧^[11]将模糊综合评判应用到鸡肉中,客观的判断了鸡肉的等级;钱聪^[12]运用模糊数学综合评判方法对发酵牦牛肉的感官质量进行综合评价,判断产品等级及综合评价得分。然而该方法在牦牛肉上的应用还未见报道。

本实验在GB 17238-2008《鲜、冻分割牛肉》^[13]的基础上,以牦牛肉的色泽、粘度、弹性、气味及煮沸后肉汤为评价因素,对宰后牦牛肉贮藏过程中的感官质量进行了综合评定,建立牦牛肉感官评定标准,通过模糊数学综合评判获得牦牛肉感官品质检测的有效方法,以期该方法在牦牛肉感官评价上的应用提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

牦牛肉 来自甘肃安多清真绿色食品有限公司,随机选取6头发育正常、健康无病的6~7岁公牦牛,宰前禁食7h禁水2h,宰后胴体劈半,在当地室温下(环境温度6~8℃)下贮藏,分别在宰后0、1、2、3、4、5d取其外脊作为实验样品。

BS214D型电子天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司;HH-4型可调恒温数显水浴锅 浙江省金坛市荣华仪器制造有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 感官评定 参考GB/T 16291.1-2012《感官分析:选拔与培训感官分析:优选评价员导则》^[14]挑选10位经过培训选拔的品评员组成评价小组,要求感官评定人员在评定前12h内不喝酒、不吸烟、身体健康状况良好,无过敏和疾病,使实验结果达到客观准确的结果。

参照GB/T 17238-2008的要求对牦牛肉的色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤等方面进行评分,煮沸后肉汤参照GB/T 5009.44-2003^[15],称取20g绞碎的牦牛肉,置于200mL烧杯中,加100mL水,用表面皿盖上加热50~60℃,开盖检查气味,继续加

热煮沸20~30min,检查肉汤的气味、滋味和透明度,以及脂肪的气味和滋味。牦牛肉感官评定标准见表1。

1.2.2 牦牛肉模糊综合评价模型的建立 实验以牦牛肉色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤为因素级,以优、良、差为评语级,收集评价员的评价结果,对感官评价结果用模糊综合评价方法对其进行分析,根据最大隶属度原则,判断产品所属等级。

1.2.2.1 因素级、评语集的确定

因素集 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5\} = \{\text{色泽, 粘度, 弹性, 气味, 煮沸后肉汤}\}$;

评语集 $V = \{V_1, V_2, V_3\} = \{\text{优, 良, 差}\}$ 。

1.2.2.2 进行单因素评判得到隶属度向量 $r_i = [r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}]$,形成隶属矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{ni} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

1.2.2.3 确定因素集权重向量 参照姬长英^[16]的方法,采用强制决定法,确定各指标权重进行模糊数学综合评价,请感官评价小组成员对感官指标的重要性做两两比较,根据重要程度不同进行打分:因素重要程度差别大时用0:4;差别稍大时用1:3;重要程度接近时用2:2。

1.2.2.4 计算综合评判值 计算模糊关系综合评判集:模糊综合评判集 $B = A_0 \circ R$,式中: B 为综合评判集, A_0 为权重集;

归一化处理:在得到的评定结果向量 B 中,若 $\sum B_i = 1 (i = 1, 2, \dots, n)$,则不需要进一步处理,否则需要进行归一化处理^[10],即每个 B 值需除以综合评定结果总和,即 $B_i / \sum B_i$;

根据隶属度最大原则做出评判,计算综合评判值。

1.3 数据处理与统计分析

采用 Math Type 数学公式编辑器和 Microsoft Excel 2007 进行实验数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 评价对象(X)、因素集(U)、评价等级(V)的建立

评价对象 $X: X = \{\text{牦牛肉 0 d, 牦牛肉 1 d, 牦牛肉 2 d, } \dots, \text{牦牛肉 5 d}\} = \{1\#, 2\#, \dots, 6\#\}$;

表2 牦牛肉的权重评分结果
Table 2 Weight scoring results of yak meat

因素	评委										总分
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
色泽	6	12	11	12	13	5	9	11	9	10	98
粘度	6	3	5	5	4	7	4	4	10	8	56
弹性	6	9	7	2	6	8	10	3	5	6	62
气味	10	7	12	11	10	10	7	10	11	10	98
煮沸后肉汤	12	9	5	10	7	10	10	12	5	6	86
总计	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	400

因素集 U:选择牦牛肉的色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤为感官评定的项目,设 $U = \{ U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 \} = \{ \text{色泽, 粘度, 弹性, 气味, 煮沸后肉汤} \}$;
评价等级 $V = \{ V_1, V_2, V_3 \} = \{ \text{优, 良, 差} \}$ 。

2.2 确定各指标权重 (A_U)

各指标权重统计结果如表2。将各因素所得总分除以全部因素总分之和即权重系数,各项目权重如表3所示,可以表示为: $A_U = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ X_4 \ X_5] = [0.2450 \ 0.1400 \ 0.1550 \ 0.2450 \ 0.2150]$ 。

表3 牦牛肉感官指标项目权重
Table 3 Weight coefficient of index in sensory evaluation of yak meat

因素 U_i	色泽	粘度	弹性	气味	煮沸后肉汤
权重	0.245	0.14	0.155	0.245	0.215

2.3 单因素评价

现请10名品评员对不同贮藏时间的牦牛肉按照表1的标准进行感官评定。对每一个因素进行逐个评判,满分为100分,按照评语集中的标准进行登记区分,统计每一因素的各个评语的人次,感官评价结果见表4。

由表4可知,10人对牦牛肉的评价结果中,以1#样品为例,具体过程如下 $r_{\text{色泽}} = (0.9, 0.1, 0)$, $r_{\text{粘度}} = (0.8, 0.2, 0)$, $r_{\text{弹性}} = (0.8, 0.2, 0)$, $r_{\text{气味}} = (0.8, 0.2, 0)$, $r_{\text{煮沸后肉汤}} = (0.7, 0.2, 0.1)$,将五个因素评价结果写成一

个矩阵为: $R_1 = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix}$,同理可以求出2#、3#、4#、5#样品色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤等

五个单因素模糊矩阵分别为:

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 \end{bmatrix}, R_3 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 \end{bmatrix},$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 \\ 0.3 & 0.6 & 0.1 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \\ 0 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}, R_5 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.6 & 0.3 \\ 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 \\ 0 & 0.6 & 0.4 \end{bmatrix},$$

$$R_6 = \begin{bmatrix} 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0 & 0.4 & 0.6 \\ 0.1 & 0.2 & 0.7 \\ 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}。$$

2.4 综合评价

在模糊综合评判中,如权重分布较均匀、评价员的意见差异较大时,出现双峰值和多峰值的幅度将增大,为了减小出现双峰值和多峰值的概率^[17-18],本实验采用复合矩阵算子 $M(\cdot, \oplus)$,以1#为例,具体过程如下,其他评判结果如表5。

$$B_1 = A_U = [0.2450 \ 0.1400 \ 0.1550 \ 0.2450 \ 0.2150]$$

$$\circ \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix} = [0.8030 \ 0.1755 \ 0.0215]$$

根据最大隶属度原则,以1#样品为例, $b_1 = 0.8030$ 为最大隶属度,可以判定1#为优级,同理,2#为优级;3#、4#、5#为良级;6#为差级。同级产品优劣

表4 感官评定结果

Table 4 Sensory evaluation results of yak meat

项目	色泽			粘度			弹性			气味			煮沸后肉汤		
	优	良	差	优	良	差	优	良	差	优	良	差	优	良	差
1#	9	1	0	8	2	0	8	2	0	8	2	0	7	2	1
2#	6	4	0	6	4	0	8	2	0	6	3	1	6	3	1
3#	1	7	2	5	5	0	8	2	0	5	4	1	3	6	1
4#	2	6	2	3	6	1	3	6	1	1	5	4	0	7	3
5#	1	6	3	1	7	2	1	7	2	1	5	4	0	6	4
6#	0	4	6	0	4	6	1	2	7	0	3	7	0	5	5

表5 牦牛肉样品综合评价结果
Table 5 Results of comprehensive sensory evaluation of yak meat

样品号	综合评价集
2#	[0.6310 0.3230 0.0450]
3#	[0.4055 0.4995 0.0950]
4#	[0.1620 0.5970 0.2410]
5#	[0.0785 0.6050 0.3165]
6#	[0.0155 0.3660 0.6185]

的比较,采用中值法^[12]对评价集赋值,每个评价等级[100 80]、[79 60]、[59 0],取相应分数段的中间值90,70,30,得到评价等级向量 $H = [90 \ 70 \ 30]$ 。综合评价结果得分为 $S = B \cdot H^T$ 。各样品的综合评价得分如表6。

表6 综合评价得分表

Table 6 The comprehensive evaluation results of yak meat

样品号	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
综合评价得分	85.20	80.75	74.31	63.60	58.91	45.57

由综合评价得分可知,随着贮藏时间的延长,牦牛肉感官评价得分降低,与李升升等^[19]研究的牦牛肉在贮藏过程中的感官评分值变化趋势一致。肌肉在贮藏过程中感官评分值的降低是由多种因素共同作用的结果,在贮藏过程中肌红蛋白与氧结合,生成鲜红色的氧合肌红蛋白,随后逐渐氧化成高铁肌红蛋白,颜色变暗,这三种肌红蛋白的转变,引起了牦牛肉色泽的变化^[20];贮藏过程中由于风干膜的形成使牦牛肉的弹性变差;牦牛肉因其独特的营养特性、在贮藏过程中肉的表面与氧气接触面积较大等原因易受到微生物的污染,引起肉的腐败变质^[21];同时脂肪氧化尤其是不饱和脂肪酸的氧化也是引起肉类食品变质的主要原因,该种氧化降解使肉的颜色、风味、组织结构等发生一系列的化学变化使其感官状态发生改变^[3,22]。

3 结论

本实验运用模糊综合评判方法综合考察了生鲜牦牛肉的感官品质,采用权重分配和乘法算子对品评结果进行统计与分析,确定了牦牛肉贮藏过程中感官评分。结果表明:牦牛肉的色泽、粘度、弹性、气味、煮沸后肉汤的权重分数分别为0.245、0.14、0.155、0.245、0.215;通过模糊综合评判法,得到牦牛肉贮藏0、1、2、3、4、5 d的感官评定综合评价得分分别为85.20、80.75、74.31、63.60、58.91、45.57。

根据模糊综合评判的结果,可以看出应用模糊综合评判法评价牦牛肉感官质量的可行性与优越性,实验过程方便、快捷,并且有利于减少实验中的主观因素,使实验结果更加科学、客观、接近实际应用。通过确定权重、计算模糊评价分值来比较样品之间的感官质量优劣,能够更加直观快捷地比较出样品之间的感官差别,保证了评价结果的准确性,为牦牛肉的感官评价提供了一种行之有效的参考方法,丰富了肉制品的感官评价方法,为食品感官检验的定量化提供理论参考依据。

模糊数学中确定权重的方法在食品感官评价中有很大的应用前景。感官评价是一个复杂的过程,为了得到更加准确的结果,还可以借助电子眼、电子鼻、电子舌等检测系统,将各种单一的研究方法结合起来,综合判断牦牛肉感官质量的优劣,是未来发展的一个新趋势。

参考文献

- [1] 田甲春,韩玲,刘昕,等.牦牛肉宰后成熟机理与肉用品质研究[J].农业机械学报,2012(12):146-150.
- [2] 李鹏,王存堂,韩玲,等.甘南牦牛肉质特性和营养成分分析[J].食品科学,2010(22):414-416.
- [3] 雷力.肉的新鲜度检测方法研究[D].长春:吉林大学,2011.
- [4] 邓屹洋,李石新.基于模糊综合评判的肉制品感官质量评价及控制研究[D].长沙:湖南科技大学,2013.
- [5] 晋圣坤,李勇.模糊综合评判法在食品感官分析中的应用[J].肉类研究,2011(1):64-67.
- [6] 马千里,田英姿,英犁,等.模糊综合评价法在新疆葡萄质量评价分析中的应用[J].现代食品科技,2015(2):179-183.
- [7] Wang Jianhua, LU Xianguo, JIANG Ming, et al. Fuzzy synthetic evaluation of wetland soil quality degradation: A case study on the Sanjiang Plain, Northeast China [J]. Pedosphere, 2009, 19(6): 756-764.
- [8] Mukhopadhyay S, Majumdar G C, Goswami T K, et al. Fuzzy logic (similarity analysis) approach for sensory evaluation of chhanapodo [J]. LWT - Food Science and Technology, 2013, 53(1): 204-210.
- [9] 王琼波.模糊综合评价法在米酒感官评价中的应用[J].饮料工业,2014(6):42-44.
- [10] 秦波,路海霞,陈团伟,等.模糊综合评价法在紫薯干燥方法筛选中的应用[J].包装与食品机械,2015(1):8-12.
- [11] 曹雪慧,刘丽萍.模糊综合评判在鸡肉感官评价中的应用[J].食品科学,2012(8):241-243.
- [12] 钱聪.不同部位牦牛肉发酵过程中的品质变化及成品质量的评价[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [13] GB/T 17238-2008 鲜冻分割牛肉[S].
- [14] GB/T 16291.1-2012 感官分析选拔、培训与管理评价员一般导则[S].
- [15] GB/T 5009.44-2003 肉与肉制品卫生指标分析[S].
- [16] 姬长英.感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J].食品科学,1989(7):5-8.
- [17] 李玉琳,高志刚,韩延玲.模糊综合评价中权值确定和合成算子选择[J].计算机工程与应用,2006(23):38-42.
- [18] 伊广林.模糊综合评价中参数和算子的选择[J].测井技术,1983(6):21-29.
- [19] 李升升,靳义超,谢鹏.热鲜牦牛肉贮存期间品质变化研究[J].食品工业,2015,9(36):76-78.
- [20] 刘佳东,余群力,李永鹏.宰后冷却牦牛肉排酸过程中肉用品质的变化[J].甘肃农业大学学报,2011,2:111-114.
- [21] 万红玲,雒林通,吴建平.牦牛肉品质特性研究进展[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2012, 31(1):36-40.
- [22] 羿庆燕,华晶忠,李官浩,等.不同质量等级延边黄牛成熟期间新鲜度的变化[J].肉类研究,2013,27(3):13-16.