

土豆烧牛肉菜肴食用品质评价解析

李建英^{1,2}, 陈乐^{1,2}, 刘成江³, 韩东², 张春晖^{1,2*}, 黄峰^{2*}

(1. 宁夏大学食品与葡萄酒学院, 宁夏银川 750021) (2. 中国农业科学院农产品加工研究所, 农业农村部农产品加工综合性重点实验室, 北京 100193) (3. 新疆农垦科学院, 新疆石河子 832000)

摘要: 该实验以市售销量和满意度较高的5种土豆烧牛肉菜肴为研究对象, 分别对菜肴中牛肉、土豆及汤汁的色泽、质构、风味和滋味进行客观评价, 同时进行感官评价, 并基于相关性分析阐明主客观品质间的相关性。结果表明, 5种产品的牛肉感官得分在56.67~68.00之间, 土豆感官得分在56.58~67.10之间, 产品总体可接受性得分在54.00~64.67之间。主客观指标间的相关性结果显示, 牛肉的硬度、咀嚼性和土豆的硬度与产品整体可接受性呈显著负相关, 相关系数分别为-0.65、-0.53、-0.79, 牛肉的硬度值与产品整体可接受性呈显著正相关, 相关系数为0.82。基于电子鼻和电子舌的主成分分析能够区分开5种产品的牛肉、土豆和汤汁组分, 电子鼻雷达图显示5种产品的各组分均对W1W(硫化氢化合物)、W5S(氮氧化合物)和W2W(芳香化合物和有机硫化物)传感器响应值较高, 电子舌雷达图则显示5种产品的各组分均对酸味、苦味、咸味和鲜味响应信号值较高。本研究为土豆烧牛肉菜肴的工业化生产提供数据支撑与理论依据。

关键词: 土豆烧牛肉菜肴; 工业化; 质构; 色泽; 风味

文章编号: 1673-9078(2022)12-300-308

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.12.0086

Evaluation and Analysis of the Edible Qualities of the Braised Beef with Potato Dishes

LI Jianying^{1,2}, CHEN Le^{1,2}, LIU Chengjiang³, HAN Dong², ZHANG Chunhui^{1,2*}, HUANG Feng^{2*}

(1. School of Food and Wine, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

(2. Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Comprehensive Key Laboratory of Agro-Products Processing, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100193, China)

(3. Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China)

Abstract: In this research, five kinds of braised beef with potato dishes with high market sales and satisfaction were selected as the research objects. The color, texture, flavor and taste of the beef, potato and soup in the dishes were evaluated objectively, while the sensory evaluation was carried out at the same time. The correlation between subjective and objective qualities was clarified based on correlation analysis. The results showed that the sensory scores of beef, potatoes and overall acceptability of the five products ranged from 56.67 to 68.00, 56.58 to 67.10, and 54.00 to 64.67, respectively. The result of the correlation between subjective and objective indicators showed that the hardness and chewiness of beef and the hardness of potato were negatively correlated with the overall product acceptability, the correlation coefficients were -0.65, -0.53 and -0.79, respectively. The redness value of beef was positively correlated with the overall acceptability of the products, and the correlation coefficient was 0.82. The principal component analysis based on electronic nose and electronic tongue could distinguish the beef, potato and gravy components of the five products. The radar map based on electronic nose data showed that the components

引文格式:

李建英, 陈乐, 刘成江, 等. 土豆烧牛肉菜肴食用品质评价解析[J]. 现代食品科技, 2022, 38(12): 300-308

LI Jianying, CHEN Le, LIU Chengjiang, et al. Evaluation and analysis of the edible qualities of the braised beef with potato dishes [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(12): 300-308

收稿日期: 2022-01-24

基金项目: 新疆生产建设兵团重点领域科技攻关项目(2020AB012); 华都中式菜肴复热品质提升技术开发

作者简介: 李建英(1998-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 肉品科学, E-mail: 442889971@qq.com

通讯作者: 张春晖(1971-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 肉品科学, E-mail: dr_zch@163.com; 共同通讯作者: 黄峰(1982-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 食品科学, E-mail: huangfeng226@163.com

of the five products had higher sensor response values to W1W (hydrogen sulfide), W5S (nitrogen oxides) and W2W (aromatic compounds and organic sulfur compounds). The radar map based on electronic tongue data revealed that the components of the five products had higher signal values in response to sourness, bitterness, saltiness and umami. This study provides data support and theoretical basis for the industrial production of braised beef with potato dishes.

Key words: braised beef with potatoes dishes; industrialization; texture; color; flavor

中式菜肴与法国菜、土耳其菜共同构成世界三大菜系,不仅是中华民族的文化瑰宝,也对人类饮食文化有着特殊贡献^[1]。随着全球进入“快捷、方便、美味、营养”的食品消费时代,中式菜肴传统烹饪已无法满足家庭厨房社会化、营养搭配精准化、产品流通国际化等社会需求,实现其工业化加工已成为未来发展的必然趋势^[2]。近年来,国家连续在“十二五”、“十三五”和“十四五”期间把中式菜肴工业化列入国家主体计划。“十三五”期间,国家发展和改革委员会、工业和信息化部在《关于促进食品工业健康发展的指导意见》中,明确提出积极推进传统主食及中式菜肴工业化、规模化生产。目前,我国传统的中式菜肴种类多达 18 000 余种,其中肉类菜肴占传统菜肴的 60%以上^[3]。土豆烧牛肉作为最典型的炖煮类肉类菜肴,由于加工方法相对简单,且便于保存运输而被认为适合工业化加工^[4]。实现中式菜肴工业化加工的一个基本前提就是要保持产品的“传统风味”。因此,开展土豆烧牛肉的品质解析对实现其工业化加工至关重要。土豆烧牛肉菜肴是以土豆和牛肉为主料,并配以多种配料,通过炒制、炖煮等工序加工而成。

目前,关于土豆烧牛肉菜肴的科学研究较少,主要集中在传统工艺优化、不同包装方式对品质的影响等方面,且大多数研究集中于牛肉的品质变化,对土豆和汤汁的研究较少。彭佳欢等^[5]采用过热蒸汽预处理

技术代替传统的牛肉焯水处理,拟将土豆烧牛肉菜肴置于常温保存。孙金龙等^[6]研究了真空包装、免拆膜包装和托盘包装对土豆烧牛肉中的牛肉脂肪氧化和蛋白质氧化的影响。孙红霞等^[7]研究了土豆烧牛肉菜肴加工中牛肉品质的变化。李慧等^[8]研究了土豆烧牛肉方便菜肴胀袋微生物分离鉴定及产气特性。

中式肉类菜肴工业化相比于传统加工的一个重要特征就是加工链条的延长,增加了冷藏/冷冻-复热的工艺环节,实现从传统餐桌即食消费到延时消费。目前市场上已逐渐出现可进行复热的土豆烧牛肉菜肴方便产品,但对于产品的“传统品质”缺少系统的评价解析,不利于进一步指导该菜肴工业化的品质保真和水平提升。通过主客观评价系统解析不同品牌土豆烧牛肉菜肴组分(牛肉、土豆、汤汁)的品质差异,并基于相关性分析阐明主客观品质间的相关性,为土豆烧牛肉菜肴的工业化生产提供数据支撑与理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选择 5 种市售土豆烧牛肉菜肴,生产日期相差不超过 1 个月,运回实验室后根据产品贮藏条件暂存待用。产品基本信息见表 1。

表 1 土豆烧牛肉菜肴的详细信息

Table 1 The detailed information of braised beef with potato dishes

编号	品牌	保质期	包装方式	贮藏条件	复热方式
1	A	12 个月	袋装	-18 ℃	微波、蒸汽、水浴、炒锅
2	B	18 个月	袋装	-18 ℃	微波、蒸汽、水浴
3	C	9 个月	袋装	-18 ℃	水浴、炒锅、微波、蒸汽
4	D	12 个月	盒装	-18 ℃	水浴
5	E	8 个月	盒装	常温	水浴

1.2 仪器与设备

电子天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; CR-400 色差仪,日本柯尼卡美能达公司; C-LM3B 肌肉嫩度仪,北京天翔飞域仪器设备有限公司; TA·XT Plus 质构分析仪,英国 Stable Micro Systems 公司; Allegra X-12R 冷冻离心机,美国 Beckman Coulter 有限公司; HH-6 数显恒温水浴锅,常州智博瑞仪器制造有

限公司; PEN3 型便携式电子鼻,德国 AIR-SENSE 公司; ASTREE 型电子舌,法国阿尔法莫斯公司; BCD-520WQ3S 冰箱,长虹美菱股份有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 样品处理

各品牌产品随机取 10 包进行复热,复热方式为水浴加热(5 个品牌均推荐有水浴复热),待水沸腾后放

入样品,待样品中心温度达到 70 °C 后测定相关指标。

1.3.2 感官评价

参考 QB/T 5471-2020 《方便菜肴》^[9] 的感官要求。选择 10 位经过专业培训的人员组成感官评定小组,男女各 5 位。每位成员从色泽、气味、滋味、质地等方

面分别对牛肉、土豆和产品整体可接受性三个方面评定。采用混合享乐标度的方法进行评分^[10],每部分总分为 100 分,采用此种方法可减少取整数的重复行为,更好的保证评分客观性。

表 2 土豆烧牛肉菜肴感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation standard of braised beef with potato dishes

评价指标	评价标准					
	1~20	21~40	41~60	61~80	81~100	
牛肉	色泽	色泽非常差,无法接受	色泽较差,难以接受	色泽一般	色泽较好,可以接受	色泽非常好,引起食欲
	气味	无肉香味,有异味	肉香味不明显,有异味	肉香味不明显,无异味	肉香味较强,无异味	肉香味非常明显,无异味
	滋味	滋味非常淡	滋味较淡	滋味适中	滋味较丰富	滋味非常丰富
	质地	肉块变形严重,质地松散	肉块轻微变形,质地松散	肉块较完整,质地不紧不松	肉块较完整,质地紧密	肉块完整,质地非常紧密
	总体可接受性	非常差	较差	一般	满意	非常满意
土豆	色泽	白色,色泽不均匀	淡黄色,色泽不均匀	姜黄色,色泽均匀	深黄色,色泽均匀	金黄色,色泽均匀
	气味	无土豆清香味,有酸味	无土豆清香味,有轻微酸味	土豆清香味较淡,无酸味	土豆清香味较浓郁	土豆清香味非常浓郁
	滋味	滋味非常淡	滋味较淡	滋味适中	滋味较丰富	滋味非常丰富
	总体可接受性	非常差	较差	一般	满意	非常满意
产品整体	可接受性	非常差	较差	一般	满意	非常满意

1.3.3 色泽的测定

参照 Maqsood 等^[11]方法,使用便携式色差仪进行测定,测定前使用白板对色差计校准。用滤纸擦拭干净牛肉块及土豆块表面的汁液,将色差杯底部铺满,放在镜头口进行色度测量,每个试样按同一个方向旋转两次。分别记录样品的亮度值 (L^*)、红度值 (a^*) 和黄度值 (b^*)。

1.3.4 质构的测定

(1) 牛肉质构的测定参照王清波等^[12]方法并稍作修改。将复热后的样品顺着肌纤维方向切成 1 cm×1 cm×1 cm 的小块。采用 TA·XT plus 型物性分析仪对样品质构进行测定。选用圆柱形探头 (P/36), 设定参数为: 预测试速度 2.00 mm/s, 测试速度 1.00 mm/s, 测试后速度 2.00 mm/s, 触发力 5.00 g, 压缩比例 30%;

(2) 土豆硬度的测定参照索慧敏等^[13]方法并稍作修改。将土豆切成 1 cm×1 cm×1 cm 的小块,在硬度测定前先对仪器进行重量校正,选用 Compression 模式进行测定,并使用圆柱形探头 (P/36) 进行测试,测试参数: 测前速度 2.00 mm/s, 测试速度 1.00 mm/s, 测后速度 5.00 mm/s, 触发力为 5.00 g, 压缩变形程度 70%。

1.3.5 电子鼻的测定

参照孙红霞等^[7]方法并稍作修改。分别称取牛肉、土豆、汤汁样品各 2 g (精确至 0.001 g) 放入气质小瓶中,采用 PEN3 型便携式电子鼻获取样品的响应值,所用电子鼻传感器阵列包括 10 个高灵敏加热型金属氧化物检测器传感器,载气为干燥空气,流速为 600 mL/min,清洗时间 180 s,样品测试时间为 60 s。

表 3 传感器名称及性能描述

Table 3 Sensory name and main properties

传感器名称	性能描述
W1C	对芳香性化合物敏感
W5S	对氮氧化物敏感
W3S	对氨类和芳香性化合物敏感
W6S	对氢气敏感
W5C	对烯烃和芳香性化合物敏感
W1S	对烃类物质敏感
W1W	对硫化氢敏感
W2S	对醇类物质敏感
W2W	对芳香化合物和有机硫化物敏感
W3S	对碳氢化合物敏感

1.3.6 电子舌的测定

参照田晓静等^[14]、陶正清等^[15]方法并稍作修改。分别称取牛肉、土豆、汤汁样品各 10 g, 放入锥形瓶中水浴 (40 °C, 30 min), 加入 200 mL 超纯水浸提 (30 min), 离心 (4 °C, 10 000 r/min, 20 min), 取上清液用 Whatman No.1 滤纸过滤, 最后经真空抽滤 (0.22 μm 滤膜), 获得澄清透明样品溶液。在室温条件下, 取 100 mL 样品滤液置于电子舌专用杯内, 采用 ASTREE 电子舌检测系统。每个样品检测 7 次, 采样时间 120 s, 清洗时间 10 s; 考虑到前 3 次样品测试时, 由于仪器稳定性较差, 会引起较大误差, 因此, 选取后 4 次的测试数据值进行分析。表 3 为传感器名称及性能描述。

1.3.7 数据处理

电子鼻 PCA 结果由仪器自带软件 Win Muster 分析得到。采用 <https://www.omicsolution.com/wkomics/main/> 平台进行相关性分析。利用 Origin 2018 软件处理数据并绘图。使用 SPSS Statistics 26 软件进行显著性分析 ($p < 0.05$)。试验结果用平均值±标准差表示, 除特殊说明外, 指标测定均为 5 次重复测定结果。

2 结果与分析

2.1 土豆烧牛肉菜肴的感官评价结果

图 1 反映了 5 种土豆烧牛肉菜肴中牛肉、土豆以及产品整体可接受性得分, 从图中可以看出, 5 种品牌的牛肉感官得分在 56.67~68.00 之间, 土豆感官得分在 56.58~67.10 之间, 产品总体可接受性得分在 54.00~64.67 之间。各品牌的感官评分相对较低, 可能是由于市售土豆烧牛肉菜肴经复热后品质劣变严重所造成。各品牌的牛肉和产品整体可接受性均呈显著性

差异 ($p < 0.05$), 而土豆之间无显著性差异 ($p > 0.05$)。相比于土豆组分, 牛肉组分可能更加影响产品整体可接受性。如品牌 C 的结果所示, 虽然土豆组分在 5 个品牌中的得分不是最低, 但由于其牛肉组分品质较差而导致整体产品的得分较低。本研究表明牛肉组分可能赋予土豆烧牛肉菜肴更多风味、质构等品质特性。

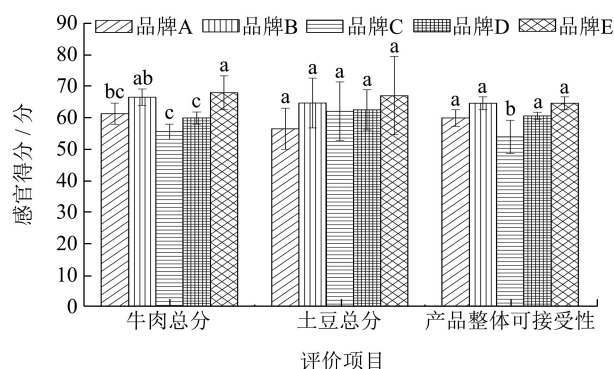


图 1 土豆烧牛肉菜肴的感官评价结果

Fig.1 Result of sensory evaluation of braised beef with potato dishes

注: 牛肉总分、土豆总分、产品整体可接受性各部分字母不同表示不同品牌间差异显著 ($p < 0.05$)。

2.2 土豆烧牛肉菜肴的色泽测定结果

色泽是影响食品外观的一个重要因素, 直接决定着消费者的购买意愿^[16]。由表 4 可知, 5 种品牌土豆烧牛肉的牛肉和土豆组分的 L^* 值 (亮度值)、 a^* 值 (红度值) 和 b^* 值 (黄度值) 均存在显著性差异 ($p < 0.05$)。一般认为, L^* 值和 a^* 值是决定牛肉产品色泽的两个最重要指标。由表 4 可知, 品牌 B 和品牌 E 的牛肉 a^* 值较高, 其牛肉组分和产品整体可接受性的感官评分也较高 (图 1)。

表 4 土豆烧牛肉菜肴的色泽测定结果

Table 4 Result of color determination of braised beef with potato dishes

品牌	牛肉			土豆		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
A	39.54±0.71 ^a	10.49±0.34 ^c	17.80±0.75 ^c	42.94±2.03 ^b	6.58±0.34 ^b	22.52±0.52 ^c
B	38.99±2.22 ^a	13.52±0.39 ^a	19.85±0.65 ^b	42.53±0.17 ^b	6.93±0.16 ^b	25.86±1.33 ^b
C	34.97±0.40 ^b	8.66±0.20 ^d	19.12±0.90 ^{bc}	42.96±1.12 ^b	7.04±0.28 ^b	25.21±1.14 ^b
D	39.65±0.32 ^a	11.74±0.14 ^b	20.26±1.31 ^b	50.14±1.55 ^a	9.45±0.06 ^a	32.19±0.38 ^a
E	37.96±4.00 ^{ab}	13.21±0.17 ^{ab}	22.68±0.73 ^a	44.13±0.35 ^b	6.31±1.04 ^b	24.63±1.39 ^b

注: 同列字母不同表示不同品牌间差异显著 ($p < 0.05$), 下同。

为进一步验证不同组分的色泽变化与产品整体可接受性之间的关系, 本试验进行了两者之间的相关性分析 (图 2)。牛肉色泽与土豆烧牛肉产品整体可接受性间的相关性结果 (图 2a) 显示, 牛肉的 a^* 值与产品整体可接受性间呈显著正相关, 相关系数为 0.82, 而

牛肉的 L^* 值和 b^* 值与产品整体可接受性间无显著相关性。土豆色泽与土豆烧牛肉产品整体可接受性间的相关性结果 (图 2b) 显示, 土豆的 L^* 值、 a^* 值、 b^* 值与产品整体可接受性间均无相关性, 但土豆的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值之间的相关性较强, 其中, L^* 值与 a^* 值、 b^*

值呈显著正相关, 相关系数分别为 0.81、0.88。以上结果表明, 土豆烧牛肉产品中牛肉的 a^* 值(红度值)是影响消费者接受产品的重要指标。

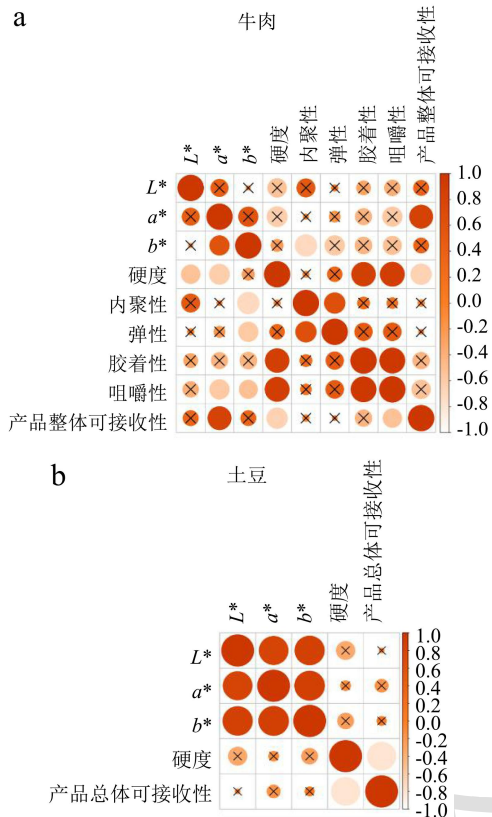


图 2 土豆烧牛肉菜肴品质指标间相关性分析

Fig.2 Correlation analysis of quality indexes of braised beef with potato dishes

注: 浅色向深色转变表示, 颜色越红差异越大, 白色栅格表示没有相关性。

2.3 土豆烧牛肉菜肴的质构测定结果

硬度是评价牛肉食用品质的另一个重要的指标, 据调查发现, 大多数消费者对硬度小的牛肉具有更强的购买意愿, 且愿意花费更高的价格购买^[17]。由表 5 可知, 5 种品牌间牛肉的硬度、内聚性、弹性、胶着性和咀嚼性均存在显著性差异 ($p < 0.05$), 此外, 5 种品牌土豆的硬度也存在显著性差异 ($p < 0.05$)。其中品牌 E 的牛肉和土豆硬度均最小, 可能是由于该产品为常温储存产品, 经过复热后产品发生汁液流失的现象, 造成硬度下降, 同时也引起了牛肉内聚性、弹性、胶着性、咀嚼性的下降。不同品牌间牛肉的质构存在差异可能与动物品种、年龄以及牛肉部位有关, 土豆存在差异可能与土豆品种有关。采用与色泽相似的处理方法, 将牛肉和土豆组分的质构特性与土豆烧牛肉产品整体可接受性进行相关性分析(图 2), 结果显示, 牛肉的硬度、咀嚼性与产品整体可接受性呈显著负相关, 相关系数分别为-0.65、-0.53, Dikeman 等^[18]研究也发现牛肉的硬度负相关于感官评分。土豆硬度与土豆烧牛肉产品整体可接受性间的相关性结果(图 2b)显示, 土豆硬度与产品整体可接受度性呈显著负相关, 相关系数为-0.79。以上结果表明, 土豆烧牛肉菜肴在加工过程中一方面降低牛肉的硬度和咀嚼性, 另一方面适当降低土豆的硬度是产品提高可接受性的重要方面。

表 5 土豆烧牛肉菜肴的质构测定结果

Table 5 Result of texture determination of braised beef with potato dishes

品牌	牛肉					土豆
	硬度/g	内聚性	弹性/%	胶着性/g	咀嚼性/g	硬度/g
A	446.40±91.65 ^c	0.67±0.02 ^a	75.88±1.83 ^a	305.92±58.29 ^c	244.81±32.96 ^c	10 389.23±828.61 ^b
B	813.88±164.69 ^b	0.64±0.01 ^a	77.22±2.04 ^a	643.39±121.75 ^{ab}	398.84±70.65 ^b	7 114.51±242.31 ^c
C	1 481.99±226.37 ^a	0.51±0.04 ^b	72.76±6.22 ^a	759.31±96.65 ^a	592.31±71.27 ^a	17 923.98±1298.76 ^a
D	897.90±181.15 ^b	0.56±0.02 ^b	73.46±5.13 ^a	546.41±94.49 ^b	420.80±63.77 ^b	6 693.36±1181.86 ^c
E	313.52±126.8 ^c	0.43±0.07 ^c	62.99±6.02 ^b	115.85±16.50 ^d	73.92±15.31 ^d	4 616.59±303.93 ^d

2.4 土豆烧牛肉菜肴的电子鼻测定结果

图 3 是利用电子鼻检测 5 种品牌原料的主成分分析(PCA)图。如图 3 所示, 牛肉、土豆和汤汁的第一主成分(PC1)和第二主成分(PC2)的累计贡献率均超过 80%, 表明两个主成分分析能够代表样品的主要特征信息^[19]。品牌 B 和品牌 E 的牛肉和土豆组分有部分重叠, 说明香气成分较为接近。品牌 A 和品牌 C 与其他 3 种品牌相距较远, 说明通过电子鼻的主成分分析能够很好的将 5 种品牌分为两大类。

图 4 为 5 种品牌土豆烧牛肉菜肴的气味雷达图。电子鼻传感器能够对 5 种品牌的土豆烧牛肉菜肴香气做出不同程度的响应。由图 4 可以看出, 5 种品牌的牛肉、土豆和汤汁各组分的电子鼻传感器响应值基本重合, 且均对 W1W(硫化氢化合物)传感器响应值最高, 其次为 W5S(氮氧化合物)、W2W(芳香化合物和有机硫化物), 此前彭佳欢等^[5]研究发现在不同加热温度下土豆烧牛肉菜肴中的牛肉和土豆组分均对 W1W(硫化氢化合物)、W2W(芳香化合物和有机硫化物)和 W5S(氮氧化合物)的传感器响应程度较高。

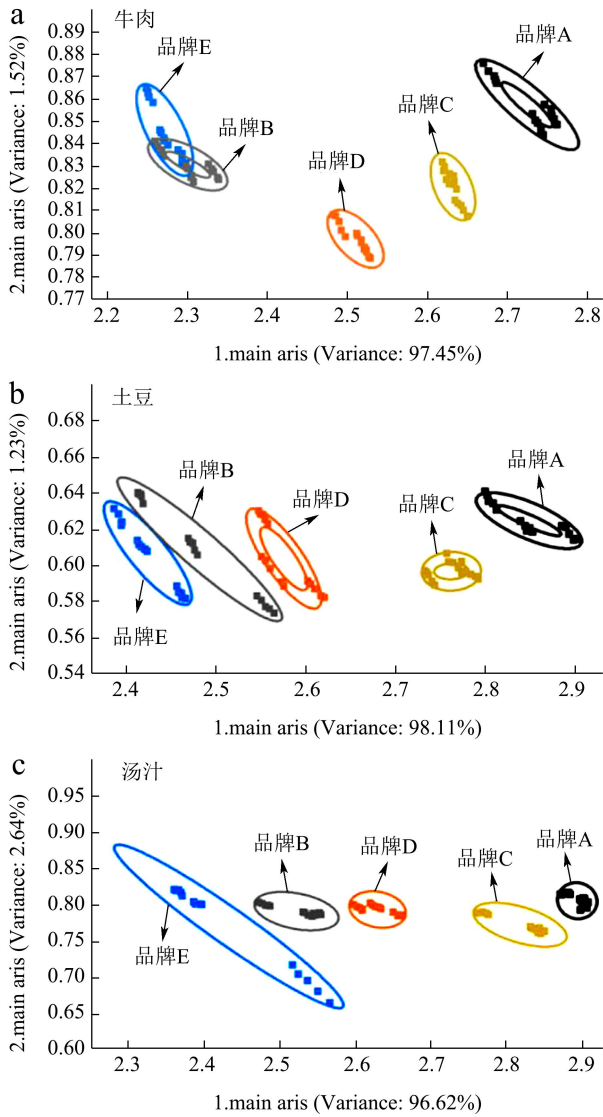


图3 土豆烧牛肉菜肴的主成分分析图

Fig.3 Principal component analysis diagram of braised beef with potato dishes

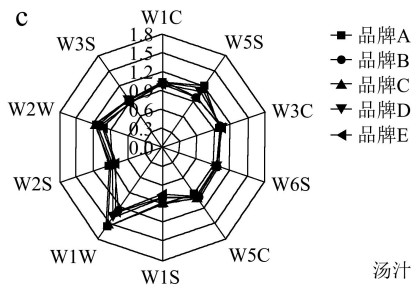
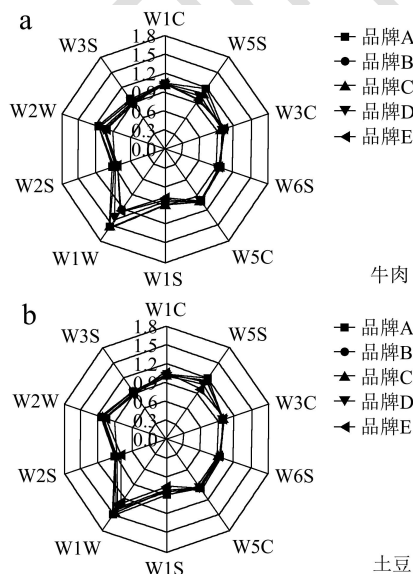


图4 土豆烧牛肉菜肴的电子鼻雷达图

Fig.4 Radar chart of electronic nose of braised beef with potato dishes

2.5 土豆烧牛肉菜肴的电子舌测定结果

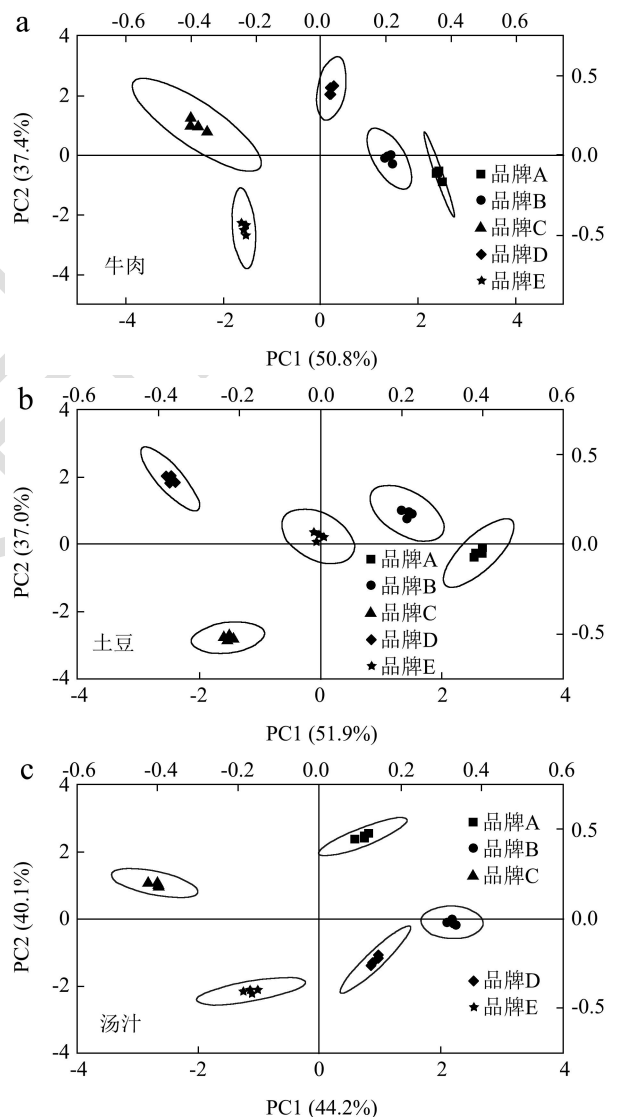


图5 土豆烧牛肉菜肴的主成分分析图

Fig.5 Principal component analysis diagram of braised beef with potato dishes

如图5所示, 5种品牌的牛肉、土豆和汤汁组分的数据点比较分散, 说明通过电子舌的主成分分析能够

将5种品牌很好的区分开。牛肉、土豆和汤汁的第一主成分(PC1)和第二主成分(PC2)的累计贡献率均超过80%，且牛肉、土豆和汤汁的主成分1的方差贡献率远大于主成分2的方差贡献率，样品在横坐标上的距离越大，其差异也就越大。其中，品牌A、品牌B和品牌D的牛肉和汤汁组分的差异主要来自主成分2，差异不大，但土豆组分的差异主要来自主成分1，差异较大。品牌C和品牌E的牛肉、土豆和汤汁组分在纵坐标上的距离较远，表明这两种品牌的滋味差异不大。

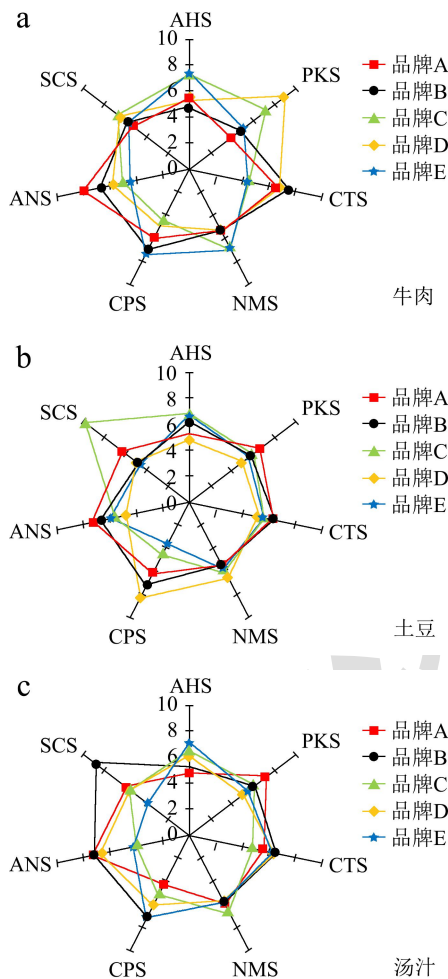


图6 土豆烧牛肉菜肴的电子舌雷达图

Fig.6 Radar chart of electronic tongue of braised beef with potato dishes

注：AHS为酸味；SCS为苦味；ANS为甜味；CPS为复合味；NMS为鲜味；CTS为咸味；PKS为复合味。

电子舌的雷达图能够直观的反映出滋味成分的响应特征^[20]。由图6可知，5种品牌的土豆烧牛肉菜肴的传感器响应强度存在一定差异。就响应信号值而言，酸味和苦味响应值最高，其次为咸味和鲜味，甜味响应值最低。其中，品牌C和品牌E的牛肉、土豆和汤汁组分都对酸味响应值偏高，而品牌C的牛肉和土豆组分对苦味响应值偏高，但品牌E的牛肉、土豆和汤

汁组分对苦味的响应值偏低。该结果与感官评价的结果分析可知，品牌C的产品整体可接受性评分最低，而品牌E则相反。因此可以看出苦味是消费者不太喜爱的一种味道。

3 讨论

五千年的餐饮文化赋予了中式菜肴丰富的内涵，其功能特性包括食用功能、营养功能、艺术功能、社交功能等。随着中式菜肴的家庭厨房社会化、营养搭配精准化、产品流通国际化等社会需求变化，传统烹饪朝着两个方向发展：一方面传统烹饪方式赋予中式菜肴艺术和社会等功能，另一方面满足中式菜肴食用和营养功能必然通过工业化加工实现。目前消费市场上已出现土豆烧牛肉、西红柿炖牛腩等即热类中式菜肴，并随着西贝、双汇、统一等大型企业进军中式菜肴产业，其工业化进程明显加快，但目前对市售土豆烧牛肉菜肴品质缺少科学的评价解析。市售产品的评价解析一直是提升产品品质的依据和重要途径。如王雅琪等^[21]通过测定8种烤鸭品牌的理化参数，分析共性指标，初步制定了优质烤鸭产品的评价标准参数范围。Yang等^[22]通过对比14种不同品牌的臭鳊鱼的理化性能、挥发性风味化合物含量等指标，为建立产品质量标准提供了依据。本试验选用市售的5种土豆烧牛肉菜肴，凭借主客观评价对原料牛肉、土豆和汤汁组分的食用品质进行解析，旨在为该类产品品质提升提供理论参考。

中式菜肴对产品的色、香、味、型等食用品质特征要求甚高，这也是消费者购买和消费产品重要的考虑因素^[23]。本文首先对5种土豆烧牛肉菜肴进行感官评价，感官得分普遍不高，主要表现为产品外形差、风味劣变重、颜色不鲜亮等，这可能与产品过度受热有关。虽然热加工是食品加工中产品色泽、质构等品质形成的重要途径，但受热过度同样会因为汁液流失、氧化等变化而造成产品质构、色泽、风味等品质劣变，因此工业化产品研发必须要考虑熟制热加工和冷冻复热加工过程中热量的平衡问题。通过对颜色、质构的客观评价分析，各产品之间的客观指标差异较为明显，这可能与各产品之间的加工工艺及配料添加不同有关。在前期调研的基础上发现，5种产品采用不同的加工工艺，大多数产品采用一体化加工工艺，而模块化加工工艺在生产土豆烧牛肉菜肴的应用较少。此外，5种产品的配方也不同，品牌A和品牌B均有14种配料，品牌C有15种，品牌D有34种，品牌E有23种配料，配料种类与用量的不同直接影响着产品感官与滋味，王春晓等^[24]研究发现白砂糖和老抽对牦牛牛排的

色泽影响显著。其中,各品牌的牛肉色泽不同,推测与热处理过程中发生美拉德反应有关,美拉德反应的程度不同可能导致牛肉的色泽不同^[25]。土豆在收获后到加工前通常要进行低温贮藏,在进行高温加工过程中,块茎内的还原糖和游离氨基酸反应产生大量类黑素从而影响色泽^[26]。5种品牌土豆的硬度存在的差异不仅与块茎中果胶含量相关,还与果胶降解、细胞壁破碎、细胞降解等有关,并不由某一因素单独决定。本试验通过品质间相关性分析发现土豆烧牛肉菜肴的感官属性与客观指标之间有具有不同程度的相关性。其中牛肉的硬度和咀嚼性与产品整体可接受性呈负相关。土豆的硬度也与产品整体可接受性呈负相关,说明产品复热后土豆的质地较差。通过相关性分析说明牛肉的红度值、硬度、咀嚼性和土豆的硬度是决定土豆烧牛肉菜肴整体可接受性的重要指标,是今后产品提升的重点方向。

本试验运用电子鼻和电子舌的主成分分析能够很好的从整体上对样品进行区分,而雷达图可以模拟出食品整体的风味轮廓^[27]。通过电子鼻主成分分析发现,除品牌B和品牌E的牛肉和土豆组分有重叠部分,其余品牌的牛肉、土豆和汤汁组分均能很好的区分开,推测各品牌采用的加工工艺不同。电子鼻雷达图显示,5种土豆烧牛肉菜肴中的牛肉、土豆和汤汁组分均对硫化氢化合物、氮氧化合物、芳香化合物和有机硫化物传感器的响应程度偏高。Shi等^[28]通过电子鼻很好的区分了11个地区的红烧酱排骨,发现红烧酱排骨中的硫化物、萜类和芳香化合物的含量较高。本试验通过电子舌的主成分分析发现,5种土豆烧牛肉菜肴的牛肉、土豆和汤汁组分能够准确的区分开。电子舌的雷达图显示,5种土豆烧牛肉菜肴的牛肉、土豆和汤汁组分均以酸味和苦味为主,伴随着咸味和鲜味,虽然苦味的响应值较大,但在实际品尝中味蕾只能感受到轻微或未能感受的苦味,这可能与鲜味、咸味、甜味等滋味成分的消除或掩盖作用有关^[29]。

4 结论

本研究通过主客观评价对市售的5种土豆烧牛肉菜肴品质进行了系统评价解析。结果发现,5种土豆烧牛肉菜肴的感官得分在一定范围内普遍不高;5种土豆烧牛肉菜肴的色泽、质构等指标存在显著差异;主客观指标间的相关性结果显示,牛肉的硬度和咀嚼性以及土豆的硬度与产品整体可接受性呈负相关,牛肉的红度值与产品整体可接受性呈正相关;利用电子鼻和电子舌的主成分分析法能够有效地区分5种土豆烧牛肉菜肴的牛肉、土豆和汤汁组分,并且电子鼻的雷达

图显示5种土豆烧牛肉菜肴中的牛肉、土豆和汤汁组分均对硫化氢化合物传感器响应值最高,其次为氮氧化合物和芳香化合物以及有机硫化物,而电子舌的雷达图则显示5种土豆烧牛肉菜肴中的牛肉、土豆和汤汁组分均对酸味和苦味响应值最高,其次为咸味、鲜味和甜味。

参考文献

- [1] 袁红飞,王百龙,王成刚,等.中式菜肴的工业化研究进展-以闽菜的工业化发展为例[J].保鲜与加工,2020,20(5):218-224
- [2] 陈启兵.中国烹饪工业化的实质及意义浅思[J].食品安全导刊,2021,15:24-26
- [3] 张泓,张春江,黄峰,等.中式传统肉类菜肴工艺文化挖掘、整理、保护和利用[J].肉类研究,2015,29(6):33-36
- [4] 张泓.国内外主餐工业化差异分析[J].农产品加工,2014,6:16-17
- [5] 彭佳欢.一体化灭菌炖煮对土豆烧牛肉品质影响的研究[D].保定:河北大学,2020
- [6] 孙金龙,刘莉丹,张春江,等.不同包装方式对土豆烧牛肉菜肴中牛肉贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2020,41(23):203-208
- [7] 孙红霞.土豆烧牛肉菜肴加工中牛肉品质变化研究[D].北京:中国农业科学院,2017
- [8] 李慧,卢玉,钟鸣,等.土豆烧牛肉方便菜肴胀袋微生物分离鉴定及产气特性研究[J].粮油食品科技,2020,28(4):36-42
- [9] QB/T 5471-2020,方便菜肴的感官评定[S]
- [10] Villanueva N D M, Petenate A J, Silva M A P D. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales [J]. Food Quality & Preference, 2005, 16(8): 691-703
- [11] Maqsood S, Benjakul S. Preventive effect of tannic acid in combination with modified atmospheric packaging on the quality losses of the refrigerated ground beef [J]. Food Control, 2010, 21(9): 1282-1290
- [12] 王清波.杀菌、冷藏及微波复热对红烧牛腩品质影响的研究[D].无锡:江南大学,2018
- [13] 索慧敏,黄欢,王杰,等.氯化钙对超高压处理的鲜切马铃薯硬度改善效果的研究[J].中国粮油学报,2021,36(10):29-34
- [14] 田晓静,王俊,崔绍庆.羊肉纯度电子舌快速检测方法[J].农业工程学报,2013,29(20):255-262
- [15] 陶正清.盐水鸭加工过程中滋味变化及呈味肽分离鉴定的研究[D].南京:南京农业大学,2014
- [16] Tomasevic L, Diekic L, Furnol M, et al. Recent advances in meat color research [J]. Current Opinion in Food Science, 2021, 41: 81-87
- [17] 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
- [18] Dikeman M E. Fat reduction in animals and the effects on palatability and consumer acceptance of meat products [J]. *Proceedings of the Reciprocal Meat Conference*, 1987, 40: 93-103
- [19] 孟子晴,赵改名,祝超智,等.基于电子鼻与模糊数学建立熏牛肉品质评价法[J].*食品与发酵工业*,2020,46(18):219-225
- [20] 李娟.我国不同地区酱卤牛肉风味物质剖面分析[D].北京:中国农业科学院,2018
- [21] 王雅琪.烤鸭品质评价方法及红外蒸汽烤制工艺参数优化研究[D].银川:宁夏大学,2017
- [22] Yang Z, Wu R, Wei X, et al. Moderate fermentation contributes to the formation of typical aroma and good organoleptic properties: A study based on different brands of Chou Guiyu [J]. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 2021, 152(3): 112325
- [23] F M, Carr M A, Ramesy C B, et al. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness [J]. *Journal of Animal Science*, 2001, 12: 12
- [24] 王春晓.市售预制牛排品质特征与牦牛肉排加工工艺优化研究[D].泰安:山东农业大学,2014
- [25] Ka A, Iy A, Mo B. Bioactivities generated from meat proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction [J]. *Meat Science*, 2021, 180: 108561
- [26] Agblor A, Scanlon M G. Effect of storage period, cultivar and two growing locations on the processing quality of french-fried potatoes [J]. *American Journal of Potato Research*, 2002, 79(3): 167-172
- [27] 王琼,徐宝才,于海,等.电子鼻和电子舌结合模糊数学感官评价优化培根烟熏工艺[J].*中国农业科学*,2017,50(1):161-170
- [28] Shi J, Nian Y, Da D, et al. Characterization of flavor volatile compounds in sauce spareribs by gas chromatography-mass spectrometry and electronic nose [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2020, 124: 109182
- [29] Hever B R, Taylor-Burds C, Tran L H, et al. Monosodium glutamate and sweet taste: generalization of conditioned taste aversion between glutamate and sweet stimuli in rats [J]. *Chemical Senses*, 2003, 28(7): 631-641