

# 熏制条件对熏马肠感官和质构的影响及其工艺优化

孔令明<sup>1</sup>,李芳<sup>2</sup>,苏静<sup>1</sup>,徐洁洁<sup>1</sup>,杨海燕<sup>1,\*</sup>

(1.新疆农业大学食品科学与药学院,新疆乌鲁木齐 830052;

2.新疆轻工职业技术学院,新疆乌鲁木齐 830021)

**摘要:**研究了熏制条件对熏马肠感官和质构特性的影响,并优化了熏制工艺。采用感官评定和质构分析法,研究了烟熏温度、烟熏时间、熏烟浓度和熏制时的空气湿度对熏马肠的感官品质和质构特性的影响,并采用正交设计方法优化熏制条件。结果表明:烟熏温度对熏马肠感官品质的影响最大,其次为空气湿度、熏烟浓度、烟熏时间,最终确定的熏马肠最优熏制条件为:烟熏温度 50℃,烟熏时间 6h,熏烟浓度 80% (s/s),空气湿度 50%。此条件下制得的熏马肠具有较好的硬度、咀嚼性、弹性和粘聚性,且具有较佳的外观、色泽、组织状态及滋味和气味,说明该工艺条件是稳定可行的。

**关键词:**熏马肠,熏制条件,感官,质构

## Effect of smoked conditions on sensory and texture of smoked horsemeat intestines and its process optimization

KONG Ling-ming<sup>1</sup>, LI Fang<sup>2</sup>, SU Jing<sup>1</sup>, XU Jie-jie<sup>1</sup>, YANG Hai-yan<sup>1,\*</sup>

(1.College of Food and Pharmaceutics, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2.Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Urumqi 830021, China)

**Abstract:** The smoked conditions of smoked horsemeat intestine on sensory and texture properties were studied, and the smoked process was optimized. Sensory evaluation and texture properties analysis were used to study the effect of smoking temperature, smoking time, smoking concentration, air humidity on sensory quality and texture properties of smoked horsemeat intestines. Moreover, orthogonal design method was used to optimize smoked conditions. The results indicated that the optimum smoked conditions were as follows: the smoking temperature 50℃, the smoking time 6h, the smoking concentration 80% (s/s) and the air humidity 50%. Under these conditions, smoked horsemeat intestines had better hardness, chewiness, springiness, cohesiveness, and had better appearance, color, organization, taste and odor. Verification tests showed that the process conditions were stable and practical.

**Key words:** smoked horsemeat intestines; smoked condition; sensory; texture

中图分类号: TS205.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2013)11-0210-05

马肉具有很高的营养价值,其不饱和脂肪酸含量高达 61.0%~65.5%,蛋白质含量丰富,且含有 20 多种氨基酸<sup>[1]</sup>。近年来,因为“疯牛病”、“口蹄疫”在牛羊猪等牲畜中不断发生,使得很多消费者青睐于营养价值高,且无规定疫病的马肉的消费。近年来马肉国际市场需求量呈迅速增长的趋势,在日本和欧美很多国家,马肉已成为深受欢迎的肉食品之一,尤其在日本的一些地区,已热到“无马不成宴”的地步<sup>[2]</sup>。我国有着丰富而优质的马肉资源,马肉的消费主要集中于新疆、内蒙古等爱吃马肉的少数民族聚居区<sup>[3]</sup>,主要的特色传统马肉制品有熏马肠、熏马肉等。熏马肠、熏马肉因其营养丰富、风味独特、食

用和贮存方便等优点已成为新疆各族人民非常喜爱的一种具有民族特色的肉食品。但其长期以来的家庭小作坊式加工存在着诸如生产设备简陋、卫生条件差、质量不稳定及货架期短等缺点,这无疑制约了地方传统特色马肉加工制品的进一步发展。因此,充分利用特色马肉资源,发展马肉加工产业,对于极大地推动少数民族牧区经济的发展具有非常重要的意义。目前,国内外有关马肉加工的研究报道较少。国内主要为加工工艺方面的研究报道,巴吐尔<sup>[4]</sup>研究了传统工艺生产熏马肠及质量控制;康健等<sup>[5]</sup>研究了传统熏马肠及西式熏马肠的加工工艺及营养价值;陈红征等<sup>[6]</sup>对发酵马肉中乳酸菌的分离筛选进行了研究;马彦科等<sup>[7]</sup>研究了定向接种发酵马肉工艺流程。国外主要为马肉保鲜过程中微生物组分及品质变化方面的研究报道<sup>[8-10]</sup>。均未见熏制条件对马肉制品品质特性影响方面的相关研究报道。熏制可赋予熏马肠独特的烟风味和色泽,同时除去产品中过多的水

收稿日期:2012-12-05 \*通讯联系人

作者简介:孔令明(1976-),男,硕士,副教授,主要从事农产品加工及综合利用研究。

基金项目:自治区重大专项子课题(201130101-4(2))。

表1 熏马肠感官评价标准  
Table 1 Sensory standard of smoked horse intestines

项目	评定指标及分值(分)			
	1~3	4~5	6~7	8~10
外观	肠体湿润,有黏液,无光泽,破损严重,粗细不均	肠体较干爽,略有光泽,有部分破损,粗细均匀	肠体较干爽,有光泽,略有破损,粗细较均匀	肠体干爽,有光泽,无破损,粗细均匀
色泽	烟熏色泽差,且颜色不均匀	烟熏色泽不佳,颜色分布不均匀	具有较好的烟熏色泽,颜色较均匀	具有诱人的烟熏色泽,且颜色均匀一致
组织状态	肠体无弹性,切片碎屑严重	肠体弹性差,切片碎屑较多	肠体较紧密,有弹性,切片性较好,略有碎屑	肠体紧密而坚实,富有弹性,切片性好,无碎屑
滋味和气味	滋味不佳,烟熏风味差	味道较咸或较淡,烟熏风味过浓或过淡	略咸或稍淡,有马肉香味,烟熏风味略浓或稍淡,无异味	咸淡适中,滋味鲜美,具有马肉的香味和烟熏特有的风味,无异味

分,使之适度收缩,赋予制品良好的质地,另外还可提高产品的防腐性,增加其耐保存性。但传统熏制操作主要凭经验,熏制条件简陋,熏制过程可控性差,产品质量较难控制。本文以新疆马肉为原料,采用高效节能的烟熏炉,在熏制工艺参数可控的条件下研究了熏制条件对熏马肠加工过程中的感官品质和质构特性的影响,对熏制工艺条件进行了优化,为马肉资源的加工和利用提供可靠的理论依据和技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

马肉 新疆昭苏县绿源食品有限责任公司;马小肠 新疆昭苏县绿源食品有限责任公司;食盐 北园春农贸市场;调料(胡椒、姜、八角、花椒等) 北园春农贸市场。

YG-30L 型液压灌肠机 山东省诸城市春秋食品机械有限公司;ZXKL-30 型烟熏炉 沈阳市海恒食品机械厂;TA-XI2i 型质构仪 英国 Stable Micro System 公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 新疆传统熏马肠的制作工艺流程 马肉→切块→配料→腌制→切丁→灌制→烟熏→蒸煮→冷却→真空包装→杀菌冷却→成品→常温贮藏。

1.2.2 熏马肠的感官评定 参考 Somboonpanyakul 等<sup>[11]</sup>的方法。邀请 10 位食品专业人士组成感官评价小组。采用三位随机数字对样品进行编码,并随机地分发给评价员。每次评定均由评价员独立进行个人品评,相互之间不谈话和讨论,以保证评价的客观性。并要求评价员在两种样品品尝之间要用清水漱口,以除去口中残留的食物和味道。本研究采用加权评分法,评定的感官指标包括外观、色泽、组织状态及滋味和气味,每项指标的权重系数分别为:外观 0.2,色泽 0.2,组织状态 0.2,滋味和气味 0.4。以 10 分为满分进行感官评定,然后利用加权法计算总分,最后进行统计分析。

加权处理及得分计算式(1)进行。

$$P = \sum_{i=1}^n a_i x_i \quad \text{式(1)}$$

式中:P-表示总得分; $a_i$ -表示各指标的权重系数; $x_i$ -表示各评价指标得分。

1.2.3 熏马肠质构的测定 将熏马肠切成长 1.0cm (d = 50mm) 的圆柱体,在 20~25℃ 温度下用质构仪测定其硬度、咀嚼性、弹性和粘聚性,参考徐宝才等<sup>[12-13]</sup>的测定参数。

### 1.2.4 单因素实验

1.2.4.1 烟熏温度对感官品质和质构特性的影响 在熏烟浓度为 40%,空气湿度为 40% 的条件下,将灌制好的马肠分别在 45、50、55、60、65℃ 的烟熏温度下烟熏 6h,然后分别对杀菌冷却后的成品进行感官评分和质构分析。

1.2.4.2 烟熏时间对感官品质和质构特性的影响 在熏烟浓度为 40%,空气湿度为 40% 的条件下,将灌制好的马肠在 55℃ 的烟熏温度下分别烟熏 5、6、7、8、9h,然后分别对杀菌冷却后的成品进行感官评分和质构分析。

1.2.4.3 熏烟浓度对感官品质和质构特性的影响 将灌制好的马肠在空气湿度为 40%,烟熏温度为 55℃,熏烟浓度分别为 20%、40%、60%、80%、100% (s/s) (按照烟熏炉中烟熏口开启的面积大小计算)的条件下烟熏 7h,然后分别对杀菌冷却后的成品进行感官评分和质构分析。

1.2.4.4 空气湿度对感官品质和质构特性的影响 将灌制好的马肠在熏烟浓度为 60%,烟熏温度为 55℃,空气湿度分别为 30%、40%、50%、60%、70% 的条件下烟熏 7h,然后分别对杀菌冷却后的成品进行感官评分和质构分析。

1.2.5 正交实验 基于单因素实验结果,以感官评分为指标,选择烟熏温度、烟熏时间、熏烟浓度和空气湿度这四个因素,设计四因素三水平正交实验,实验因素水平见表 2。

表2 实验因素水平表

Table 2 Factors and levels of test

水平	因素			
	A 烟熏温度 (°C)	B 烟熏时间 (h)	C 熏烟浓度 (%)	D 空气湿度 (%)
1	50	6	40	40
2	55	7	60	50
3	60	8	80	60

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验结果

2.1.1 烟熏温度对感官品质和质构特性的影响 从图1可知,烟熏温度对熏马肠的感官品质和质构特性有较大影响。随着烟熏温度的升高,熏马肠的感官评分呈先升高后下降的趋势,当烟熏温度由45℃升高到55℃时,感官评分由8.04升高到9.13,之后当烟熏温度继续升高到65℃时,感官评分又下降为7.52。在烟熏温度由45℃升高到65℃的过程中,随温度的升高,熏马肠的硬度和咀嚼性均逐渐增大,且增大趋势明显,分别由烟熏温度为45℃时的3061g和1123g增大到65℃时的7123g和6121g,即分别增大了4062g和4998g;而随温度的升高,熏马肠的弹性和粘聚性则均呈减小趋势,分别由烟熏温度为45℃时的0.977和0.478减小到65℃时的0.613和0.293,即分别减小了0.364和0.185。烟熏温度越高,熏马肠中水分减少的越多,导致肉的硬度和咀嚼性都有明显的增加,弹性和粘聚性有所降低,而感官评分在升温前期有所升高,后随着硬度和咀嚼性的进一步增加,及弹性和粘聚性的进一步降低,感官评分开始下降。

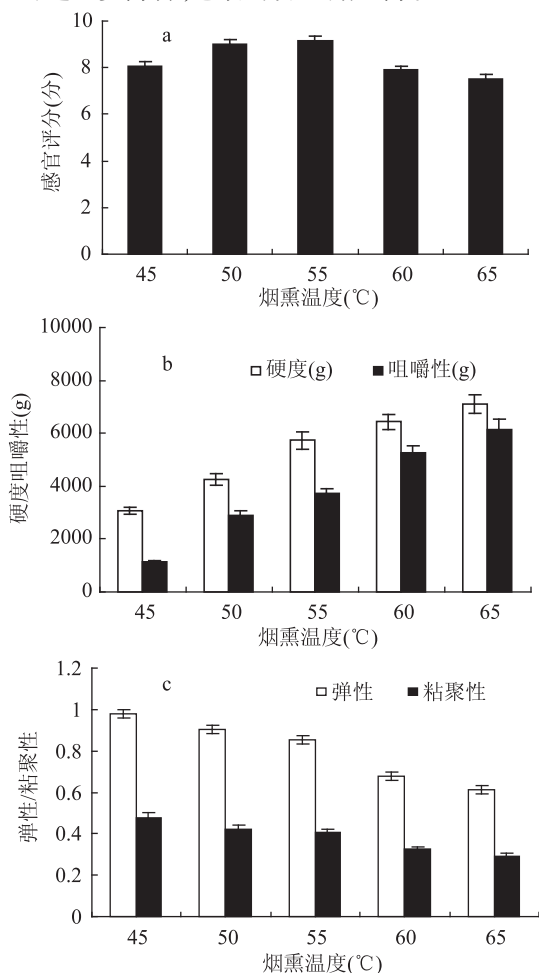


图1 烟熏温度对感官和质构的影响

Fig.1 Influence of smoking temperature to sensory and texture

根据在烟熏温度升高过程中熏马肠质构特性的变化情况,并结合感官评分,经综合考虑选择50、55、60℃的烟熏温度作为正交实验的较优水平。

2.1.2 烟熏时间对感官品质和质构特性的影响 由图2可以看出,烟熏时间对熏马肠的感官品质有一

定影响,对质构特性有较大影响。随着烟熏时间的延长,熏马肠的感官评分先略微升高后又稍许下降,当烟熏时间由5h延长到7h时,感官评分由8.64升高到9.38,当烟熏时间延长至9h时,感官评分又逐渐下降为8.39。在烟熏时间为5~9h的范围内,随时间的延长,硬度和咀嚼性都有不同程度的增加,烟熏时间为9h的熏马肠的硬度和咀嚼性分别是烟熏时间为5h的2.2倍和2.7倍;而随烟熏时间的延长,熏马肠的弹性和粘聚性均呈下降趋势,烟熏时间为9h的熏马肠的弹性和粘聚性分别是烟熏时间为5h的56.5%和55.9%。烟熏时间越长,熏马肠中水分减少的越多,导致肠衣变脆,肉质变硬,咀嚼性增加,弹性和粘聚性降低,则感官评分在烟熏至7h后开始下降。

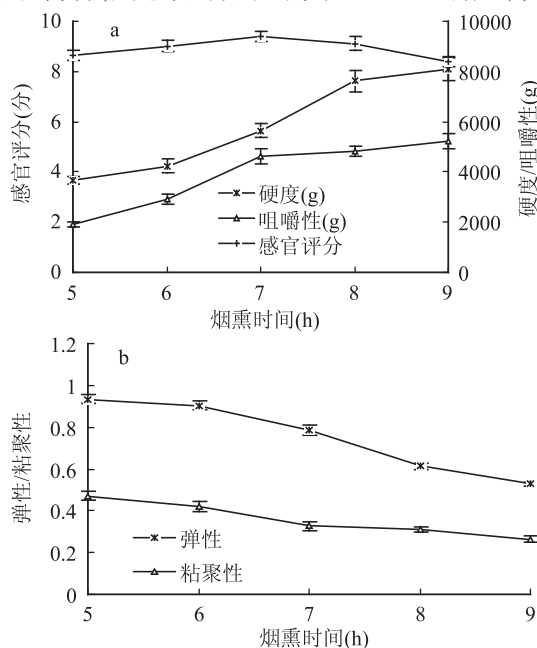


图2 烟熏时间对感官和质构的影响

Fig.2 Influence of smoking time to sensory and texture

根据在烟熏时间延长过程中熏马肠质构特性的变化情况,并结合感官评分,选取烟熏温度6、7、8h作为正交实验的较优水平。

2.1.3 熏烟浓度对感官和质构的影响 由图3可见,熏烟浓度对熏马肠的感官品质的影响较为明显,对质构特性的影响不大。随着熏烟浓度的加大,熏马肠的感官评分先升高后又有所下降,在熏烟浓度为20%~80%的范围内,随熏烟浓度的加大,熏马肠的感官评分逐渐升高,到熏烟浓度为80%时,达到最大值9.39,而后随熏烟浓度进一步加大到100%时,又下降为8.51。在熏烟浓度由20%加大到100%的过程中,熏马肠的硬度、咀嚼性、弹性和粘聚性的变化均不大,仅分别变化了178、91g和0.007、0.022。熏烟浓度较低时,肠体烟熏色和烟熏风味均较淡,感官评分较低,当熏烟浓度在40%~80%的范围内,熏马肠的色泽和烟熏风味均较佳,之后随熏烟浓度的进一步加大,熏马肠的烟熏色和烟熏味则过浓,感官评分随之降低。

因熏烟浓度对熏马肠质构特性的影响不大,故依据感官评分的变化情况,选择40%、60%、80%的熏烟浓度作为正交实验的较优水平。

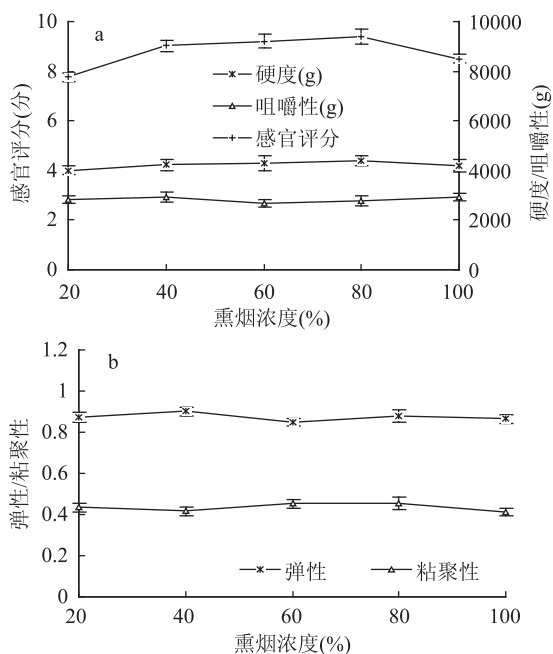


图3 熏烟浓度对感官和质构的影响  
Fig.3 Influence of smoking concentration to sensory and texture

2.1.4 空气湿度对感官和质构的影响 从图4可知,烟熏时的空气湿度对熏马肠的感官品质和质构特性都有较大影响。在空气湿度由30%加大到70%的过程中,熏马肠的感官评分呈先升高后又下降的趋势,先由7.54升高到9.31,而后又下降为8.13。随着空气湿度的加大,熏马肠的硬度和咀嚼性均逐渐减小,且减小趋势明显,空气湿度为70%时的熏马肠的硬度和咀嚼性分别比30%时的减小了2532g和2083g,即分别减小了44.5%和48.9%;而熏马肠的弹性和粘聚性随湿度的增加均有不同程度的增大,空气湿度

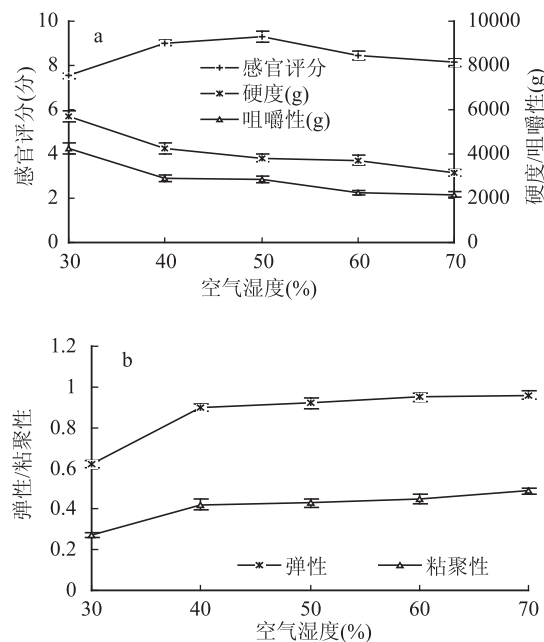


图4 空气湿度对感官和质构的影响

Fig.4 Influence of air humidity to sensory and texture

为70%时的弹性和粘聚性分别是30%时的1.5倍和1.8倍。空气湿度越大,熏马肠在熏制过程中水分失去的越少,致使肉的硬度和咀嚼性都明显减小,弹性和粘聚性有所增大。感官评分在空气湿度低于50%时,随空气湿度的增加而升高,之后随空气湿度的进一步增加感官评分开始逐渐下降。

根据在空气湿度增加过程中熏马肠质构特性的变化情况,并结合感官评分,选择度40%、50%、60%的空气湿度作为正交实验的较优水平。

### 2.2 正交实验结果

在单因素实验的基础上,根据正交实验设计展开9组实验,各实验组结果见表3。

表3 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交实验结果

Table 3 Results of L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) orthogonal experiment

实验号	A	B	C	D	感官评分(分)
1	1	1	1	1	9.01
2	1	2	2	2	9.53
3	1	3	3	3	9.29
4	2	1	2	3	8.74
5	2	2	3	1	8.98
6	2	3	1	2	9.22
7	3	1	3	2	9.07
8	3	2	1	3	7.86
9	3	3	2	1	8.03
k <sub>1</sub>	9.277	8.940	8.697	8.673	
k <sub>2</sub>	8.980	8.790	8.767	9.273	
k <sub>3</sub>	8.320	8.847	9.113	8.630	
R	0.957	0.150	0.416	0.643	

从表3可看出,熏制条件各因素作用的主次顺序是A>D>C>B,即烟熏温度对熏马肠的感官品质影响最大,其次为空气湿度、熏烟浓度、烟熏时间。正交实验结果显示熏马肠的最优熏制条件为A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>D<sub>2</sub>,即烟熏温度50℃,烟熏时间6h,熏烟浓度80%(s/s),空气湿度50%。

### 2.3 最优烟熏条件下熏马肠的感官品质和质构特性

在最优烟熏条件下进行验证实验,结果如表4所示。由表4可知,在最优烟熏条件下制得的熏马肠具有较佳的质构特性,且肠体干爽,坚实而富有弹性,具有烟熏特有的风味和色泽,滋味鲜美,经感官评定总分达9.64分。表明正交实验确定的工艺条件稳定可行,具有实践应用价值。

表4 验证实验结果

Table 4 Results of verification experiment

感官评分(分)	质构特性			
	硬度(g)	咀嚼性(g)	弹性	粘聚性
9.64	4316	2872	0.89	0.44

### 3 结论

采用感官评定和质构分析法,研究了熏制条件对熏马肠感官品质和质构特性的影响。在单因素实(下转第217页)

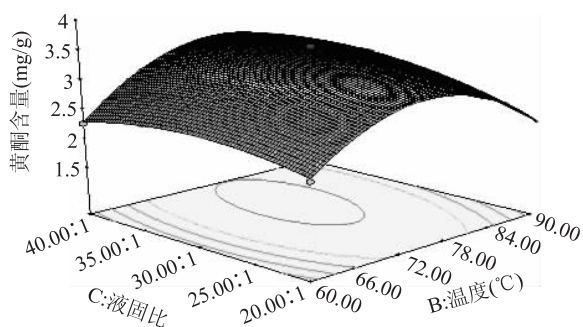


图5 温度和液固比交互影响总黄酮提取量的响应面图

Fig.5 Response surface of interaction between temperature and liquid-to-solid ratio

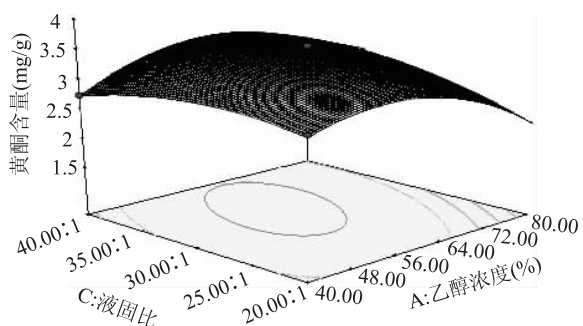


图6 乙醇浓度和液固比交互影响总黄酮提取量的响应面图

Fig.6 Response surface of interaction between ethanol concentration and liquid-to-solid ratio

最佳的提取工艺为:乙醇浓度 59%,提取温度为 78℃,液固比为 33:1。验证实验得到核桃壳总黄酮含量为 3.61 mg·g<sup>-1</sup>,为实验中最高值,同时该实验值与预测值吻合良好。

(上接第 213 页)

验的基础上,利用正交设计法优化熏马肠的熏制工艺条件,正交实验分析表明烟熏温度对熏马肠的感官品质的影响最大,其次为空气湿度、熏烟浓度、烟熏时间,实验得到的最优熏制条件为:烟熏温度 50℃,烟熏时间 6h,熏烟浓度 80% (s/s),空气湿度 50%。在此条件下熏马肠具有较佳的感官品质和质构特性,表明此工艺条件在实践中是稳定和可行的。

参考文献

[1] 王利,钱泽涛.马肉的生产加工现状及其发展趋势[J].肉类研究,2008(9):66-68.  
 [2] 刘云.发展马肉加工业大有可为[J].中国食物与营养,2004(5):23-24.  
 [3] 姚新奎,欧阳文,谭晓海,等.新疆特色马产业探析[J].新疆农业科学,2007,44(2):199-205.  
 [4] 巴吐尔.传统工艺生产熏马肠及质量控制[J].肉类工业,2001(10):17-18.  
 [5] 康健,王龄.马肉的加工工艺及其营养价值[J].食品科技,2004(7):33-34.  
 [6] 陈红征,杨洁.发酵马肉中乳酸菌的分离筛选与鉴定[J].食品科技,2010(1):136-139.  
 [7] 马彦科,杨洁.定向接种发酵马肉工艺流程及其性质的研

参考文献

[1] 詹苗,张咏丽.山核桃树及树皮的化学成分及药理作用研究进展[J].热带医学杂志,2008,8(1):87-89.  
 [2] 翟梅枝,郭琪,贾彩霞,等.大孔树脂分离纯化核桃青皮总黄酮的研究[J].生物质化学工程,2008,42(3):21-23.  
 [3] 国家林业局.中国林业年鉴2010[M].北京:中国林业出版社,2011.  
 [4] 陈春刚,韩芬霞.生物类黄酮的研究与应用综述[J].安徽农业科学,2006,34(13):2949-2951.  
 [5] Johanna M Geleijnse, Peter CH Hollman. Flavonoids and cardiovascular health: Which compounds, what mechanisms [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2008, 88(1): 12-13.  
 [6] Sonia Ramos. Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancer chemoprevention [J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2007, 18: 427-442.  
 [7] 郑有飞,石春红,汪本有.天然黄酮物质提取技术和分析方法的研究进展[J].分析科学学报,2009,25(14):102-107.  
 [8] 欧阳辉,田启健,余信,等.酶法辅助提取绞股蓝中总黄酮工艺优化[J].中草药,2011,42(5):886-889.  
 [9] 汤须崇,叶静,徐伟,等.猫须草总黄酮的超声提取工艺[J].食品与发酵工业,2011,37(11):229-231.  
 [10] 王梅英,陈慧斌,陈绍军.响应面法优化超声波辅助提取岩茶总黄酮工艺研究[J].食品工业科技,2011,32(12):327-330.  
 [11] 张斌,孙兰萍,马龙,等.大孔树脂分离纯化花生壳总黄酮的研究[J].中国粮油学报,2010,25(2):126-129.  
 [12] 顾英,韩凤丽,王洪洋.响应面法优化红苕叶类黄酮提取工艺的研究[J].食品工业科技,2012,33(3):286-288.  
 [13] Huidobro F, Miguel E, Zquez B, et al. A comparison between two methods (Warne - Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat [J]. Meat science, 2005 (69): 527-536.  
 [8] Jacek Kondratowicz, Tomasz Bak. Changes in the weight and taste qualities of horsemeat frozen by means of liquid carbon dioxide and a ventilation method during 3-month cold storage [J]. Natural Sciences, 1998(1):193-198.  
 [9] Irena Sobina, Jacek Kondratowicz. Effect of horsemeat enrichment on autolytic changes in intramuscular lipids during cold storage [J]. Natural Sciences, 2000(4):179-186.  
 [10] Bonilauri P, Liuzzo G, Merialdi G, et al. Growth of Listeria monocytogenes on vacuum - packaged horsemeat for human consumption [J]. Meat Science, 2004(4):312-319.  
 [11] Somboonpanyakul P, Barbut S, Jantawat P, et al. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate [J]. Food Science and Technology, 2007, 40(3):498-505.  
 [12] 徐宝才,孙建清,周辉,等.原料肉组成对低温乳化香肠质构特性的影响及其配方优化[J].南京农业大学学报,2011,34(4):111-116.  
 [13] Huidobro F, Miguel E, Zquez B, et al. A comparison between two methods (Warne - Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat [J]. Meat science, 2005 (69): 527-536.