

# 四种不同品种猪肉滋味成分差异研究

潘 见<sup>1</sup>, 杨俊杰<sup>1,\*</sup>, 朱双杰<sup>1,2</sup>, 吴泽宇<sup>1</sup>

(1. 合肥工业大学农产品生物化工教育部工程研究中心, 安徽合肥 230009;

2. 滁州学院生物与食品工程学院, 安徽滁州 239000)

**摘要:**为全面了解瘦肉型猪肉、定远黑猪肉、安庆六白猪肉和皖南花猪肉滋味成分的差异,将这4种新鲜猪肉分别熟制后,分析了游离氨基酸、肌苷酸、鸟苷酸及总还原糖的含量,并根据各氨基酸的含量,采用主成分分析法分析4种猪肉滋味的差异。结果表明:瘦肉型猪肉香气与其他3种中国地方猪肉的滋味有着明显差异,其余3种中国地方猪肉的滋味也有一定差异;对瘦肉型猪肉与其他地方猪肉滋味差异影响较大的氨基酸有:丙氨酸(Ala)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、缬氨酸(Val)、赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg)。肌苷酸(IMP)、鸟苷酸(GMP)在这4种猪肉中的含量差异明显,又因这两种物质与谷氨酸之间还有鲜味协同作用,因此这两种核苷酸对猪肉滋味差异的影响也较显著。

**关键词:**猪肉滋味,主成分分析,氨基酸,肌苷酸,鸟苷酸

## Comparison of taste compounds in pork from four different breeds

PAN Jian<sup>1</sup>, YANG Jun-jie<sup>1,\*</sup>, ZHU Shuang-jie<sup>1,2</sup>, WU Ze-yu<sup>1</sup>

(1. Engineering Research Center of Bio-Process, Ministry of Education, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. School of Biotechnology and Food Engineering, Chuzhou University, Chuzhou 239000, China)

**Abstract:** For the full understanding of the taste components differences between lean-type pig, Dingyuan black pig, Anqing six-white-spotted pig and Wannan spotted pig, these four kinds cooked pork were analyzed and compared. The content of the free amino acid, inosine monophosphate, guanosine monophosphate and the total reducing sugar was analysed. Comparative analysis of the four breeds for differences in their taste compounds was conducted by using principal component analysis (PCA). The results indicated that there were significant differences in taste between lean-type pig and three other breeds as well as among the three breeds, there were a few differences between these meats from three Chinese indigenous pigs. Alanine (Ala), threonine (Thr), serine (Ser), glutamate (Glu), glycine (Gly), valine (Val), lysine (Lys), arginine (Arg) were found to greatly contribute to the taste of cooked pork. The content of IMP and GMP were obvious difference in these four breeds pork, because the two substances and glutamate had umami synergistic effect, so the effects of these two nucleotides on pork taste difference was significant.

**Key words:** pork taste flavor; principal component analysis; amino acid; IMP; GMP

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)14-0161-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.14.025

随着人民生活水平及猪肉产量的提高,人们对猪肉消费不仅仅满足于营养和安全,还对猪肉品质有更高的要求<sup>[1]</sup>。采用原产于我国、培育历史悠久的猪种,用传统的饲养方式饲养、屠宰所得的,具有优良风味的高品质猪肉越来越受到消费者的青睐。

风味是肉类食用品质的重要组成,包括香味和滋味<sup>[2]</sup>,香味是肉类经加热,产生大量的挥发性香味物质,即嗅感物质,这些物质决定肉类的特征香味;滋味是肉类呈味物质,如无机盐、游离氨基酸、小肽和核酸代谢产物(肌苷酸、核糖)等刺激味觉神经末

梢而产生的感觉,是判定猪肉品质的重要指标<sup>[3]</sup>。近年来许多学者对不同品种猪肉的肌间脂肪、肉色、氨基酸含量、香味差异<sup>[4-6]</sup>等方面进行了研究,对同一品种猪肉风味差异的原因也有较多研究<sup>[7]</sup>,但对中国地方品种猪肉滋味差异研究尚待开展。不同的呈味物质对味觉神经的刺激是不同的,即有不同的呈味阈值,这些物质有呈味协同效应,将滋味物质浓度与阈值结合才能对滋味差异做出客观的评价。猪肉的滋味物质成分组成复杂,可从整体组成对不同品种猪肉滋味的差异进行研究。

收稿日期: 2014-09-26

作者简介: 潘见(1955-),男,博士,教授,研究方向:农产品加工与贮藏。

\* 通讯作者: 杨俊杰(1977-),男,博士,研究方向:农产品加工与贮藏。

基金项目: 安徽省“十一五”重点科技攻关计划项目(09020303086)。

多元统计分析技术中主成分分析是一种降维或者把多个指标转化为少数几个综合指标的方法<sup>[8]</sup>,其目的是简化数据和揭示变量间的关系,可通过主成分分析法找出滋味差异来分析不同品种猪肉品质的差异<sup>[9-10]</sup>。本文主要开展对不同品种猪肉滋味成分检测及差异分析,为中国地方猪肉风味的整体评价提供理论支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

定远黑猪肉(DP)、皖南花猪肉(WP)、安庆六白猪肉(AQ):猪龄在9个月左右、活重80~85kg,瘦肉型猪肉(DLY):猪龄在6个月左右、活重在85~90kg,四种猪宰杀后,取里脊肉(倒数第二、三肋骨处背最长肌)以上样品由安徽省吴家大院食品有限公司提供;氨基酸标品(色谱纯)、肌苷酸标准品(65.32%)鸟苷酸标准品(65.32%) 美国Sigma公司;茚三酮试剂(色谱纯)、锂柠檬酸盐(色谱纯)、氯化锂(色谱纯)

美国Pickering公司;甲醇(色谱纯)、甲酸铵(分析纯)、高氯酸(优级纯70%~72%) 国药集团化学试剂有限公司;其他化学试剂 均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

S7130氨基酸全自动分析仪 德国Sykam公司;3K15型离心机 美国Sigma公司;AG135电子天平 瑞士Mettler Toledo公司;Waters高效液相色谱仪(Waters 515 高压泵, microliterTM#702 手动进样器, Waters 2487 紫外检测器, Empower 数据处理系统) 美国Waters公司;FJ-200高速分散均质机 上海标本模型厂。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 游离氨基酸的测定

1.2.1.1 样品前处理 将样品猪里脊肉样品切成5cm×5cm×3cm的方块,置于100℃水中熟制30min。冷却到20℃并剪碎,称取约5g肉样,加入10mL生理盐水,使用匀浆机8000r/min进行匀浆,转入50mL容量瓶中,加7%磺基水杨酸定容到50mL并混匀,沉淀2h,于10000r/min离心20min,取上清液再加入乙醚去脂,取1mL去脂水样,加盐酸稀释液调节pH到2左右,并定容到2.5mL,混匀后待上机分析。

1.2.1.2 测定条件 应用梯度洗脱,循环时间53min,分离柱温57℃,反应柱温135℃,缓冲液流速0.5mL/min,茚三酮流速0.4mL/min,通道1:检测波长570nm,采集时间32min,通道2:检测波长440nm,采集时间10min。进样量25μL。对丙氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、缬氨酸、半胱氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、天冬氨酸、组氨酸、精氨酸和脯氨酸十七种氨基酸含量进行测量。

#### 1.2.2 肌苷酸(IMP)和鸟苷酸(GMP)的测定

1.2.2.1 样品前处理 将样品猪里脊肉按1.2.1的前处理方法进行熟制,冷却到20℃剪碎,称取约5g肉样,分次加入20mL 6%高氯酸,并用匀浆机8000r/min进行匀浆,匀浆液以10000r/min离心15min,取出上清液,将沉淀物用15mL 6%高氯酸再次匀浆、离心,合并两次上清液。用NaOH溶液调pH至6.5左右,并定容

到100mL。用0.45μm滤膜过滤后用于高效液相色谱仪分析。

1.2.2.2 色谱条件 色谱柱:Global Chromatography SP-120-5-C<sub>18</sub>-AP(5μm, 4.6mm×200mm);紫外检测波长:254nm;流动相A:0.1mol/L pH6.0磷酸盐缓冲溶液(PBS)(含5%甲醇);流动相B:0.1mol/L pH6.0磷酸盐缓冲溶液(PBS)(含30%甲醇);流动相A:B梯度洗脱:0~2.5min(100:0, v:v), 2.5~5.0min(100:0~70:30, v:v), 5.0~10.0min(70:30~40:60, v:v), 10.0~13.0min(40:60~0:100, v:v), 13.0~17.0min(0:100, v:v);流速:1.5mL/min;柱温:30℃;进样量:20μL;运行时间:标准工作液(0.1mg/mL肌苷酸和0.1mg/mL鸟苷酸)运行5min,样品提取液运行17min。

1.2.3 总还原糖的测定 将样品猪里脊肉按1.2.1的前处理方法进行熟制,参考马耀宏等的方法进行<sup>[11]</sup>, (主要修改如下):冷却到20℃并剪碎,取约5克肉样,记录为W,加入10mL生理盐水,使用匀浆机8000r/min进行匀浆,转入50mL容量瓶中,加7%磺基水杨酸定容到50mL并混匀,沉淀2h,于10000r/min离心20min,取上清液再加入乙醚去脂。取10mL去脂上清液,斐林甲液和乙液各5mL于250mL锥形瓶中,加热到沸腾后加入两滴亚甲蓝指示剂,1min后加入约2.0mg/mL标准葡萄糖溶液滴定至蓝色消失,记葡萄糖溶液的体积为V。取10mL蒸馏水,斐林甲液和乙液各5mL于250mL锥形瓶中,测定方式同上,记录使用标液的体积为V<sub>0</sub>。总还原糖含量(TS)(以葡萄糖计)计算公式如下:

$$TS = \frac{(V_0 - V) \times M \times 100}{W \times \frac{10}{50}} \quad \text{式(1)}$$

式中:TS为总还原糖含量(mg/kg);V<sub>0</sub>:空白对消耗标准葡萄糖体积(mL);V:肉样消耗标准葡萄糖溶液体积(mL);M:标准葡萄糖溶液浓度(mg/mL);W:肉样重(g)。

1.2.4 数据处理 每个样品重复处理8次,使用SPSS 20.0软件(美国IBM公司)Duncan新复极差法检验差异显著性。以32个猪肉样本的13种呈味氨基酸贡献值构成的32×13矩阵利用SPSS 20.0软件进行主成分分析,提取的第一、第二主成分的信息量占总信息量的78.29%,方差贡献率累计小于85%,不能建立主成分方程。按照剔除最小特征值的主成分中对应的最大特征向量的变量的原则,一次剔除变量共性系数<0.5的变量,然后利用剩余变量再进行主成分分析<sup>[12]</sup>,经过剔除异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、半胱氨酸、组氨酸和脯氨酸后,第一、二主成分所构成的信息量占总信息量的86.6%。并通过第一、第二主成分得到相应的样品第一主成分与第二主成分得分散点图和11个氨基酸第一主成分与第二主成分散点载荷图。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同品种猪肉游离氨基酸含量的测定结果

不同品种熟猪肉的游离氨基酸的含量如表1所示,在各品种猪肉中除酪氨酸、天冬氨酸、组氨酸含量差异不显著外,其余各游离氨基酸的含量差异显

著。三种安徽地方猪肉中游离氨基酸除了天冬氨酸、苯丙氨酸和蛋氨酸的含量要低于瘦肉型(DLY)猪肉外,其余游离氨基酸的含量都较高,且三种安徽地方猪肉总的游离氨基酸的含量显著高于DLY猪肉( $p < 0.05$ )。丙氨酸、谷氨酸、甘氨酸、天冬氨酸和精氨酸等鲜味氨基酸的含量差异明显,定远黑(DP)猪肉的含量最高达到79.51mg/100g,安庆六白(AQ)猪肉的含量与DP猪肉差距不大,DLY猪肉的含量最低且明显小于这三种地方猪肉。在四种猪肉中,DP猪肉谷氨酸含量最高达到了13.21mg/100g,而DLY猪肉谷氨酸含量明显低于其他三种猪肉,谷氨酸的阈值在呈味氨基酸中较低,还能与丙氨酸、鸟苷酸、肌苷酸等配合能产生鲜味相乘作用,还可引出肉类、鱼贝类、果实类、海藻类、食用菌等的鲜味成分<sup>[13]</sup>。丙氨酸是略带苦味的甜味氨基酸,在猪肉中的含量只略低于苏氨酸,但其阈值远小于苏氨酸,并且丙氨酸在这四种猪肉的含量差异显著( $p < 0.05$ )。因此在这17种氨基酸中丙氨酸和谷氨酸对猪肉的鲜味差异影响较大。在呈苦味的氨基酸中,缬氨酸在四种猪肉中含量差异较大,在DP中的含量最高为6.62mg/100g,在DLY猪肉中的含量最低,并且阈值也较低,可以起到增强肉滋味复杂性、程度及鲜度的作用<sup>[14]</sup>。

## 2.2 主成分分析结果

从图1中可以看出,瘦肉型猪肉(DLY)与三种地方猪肉样品被很好的区分开,DLY都位于整个区域左侧的第二象限,而三种中国地方猪肉样品AQ和DP

位于整个区域的右侧的第一象限,图1中WP样品位于三象限。DLY猪肉样品的第一主成分得分(F1)为负值、第二主成分得分(F2)为正值,DLY猪肉样品的滋味与这第一主成分呈负相关,与第二主成分呈正相关。皖南花猪肉样品(WP)的 $F1 < -0.2$ ,  $F2 < -1.2$ , WP猪肉样品与第一和第二主成分都呈负相关,且第二主成分呈明显的负相关。定远猪肉样品(DP)和安庆六白猪肉样品(AQ)位于整个区域的左上侧,与第一主成分有很强的相关性。

从图2中可以得知,与第一主成分正相关系数较大的氨基酸是:丙氨酸(Ala)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、缬氨酸(Val)、赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg),并且与第二主成分相关性比较弱,说明这些氨基酸对DLY和地方猪肉样品滋味差异产生了较大的影响。从图1中可以看出,DP猪肉样品AQ猪肉样不能明显区分,说明这两种猪肉滋味差异不明显。DLY猪肉样品的F1值为负值( $F1 < -1.5$ ),三种地方猪肉样品中DP和AQ的F1值为正,只有WP样品的F1值接近零,说明与第一主成分相关性较强的氨基酸对瘦肉型猪肉与中国传统猪肉滋味的差异影响较大。从图1中可以看出,在DP猪肉样品位于第一象限的上方,而AQ猪肉样品由于F2值较小处于第一象限的下方和第四象限的上方,而WP猪肉样品位于第三象限的右下方,说明中国地方猪肉的滋味差异受与第二主成分正相关的氨基酸影响较大,而与第二主成分呈正相关的氨基酸是:苯丙氨酸(Phe)、

表1 不同品种猪肉游离氨基酸的含量

Table 1 Free amino acid content values from cooked meat from different pig breeds

氨基酸	代码	猪肉样品中氨基酸含量(mg/100g)				阈值 (mg/100mL)	呈味
		DLY	AQ	DP	WP		
丙氨酸	Ala	8.34±0.41 <sup>a</sup>	26.39±1.33 <sup>c</sup>	26.50±1.28 <sup>c</sup>	14.52±0.71 <sup>b</sup>	60	鲜甜味
苏氨酸	Thr	5.78±0.26 <sup>a</sup>	44.63±2.20 <sup>c</sup>	39.15±1.62 <sup>bc</sup>	21.64±1.06 <sup>b</sup>	260	甜味
丝氨酸	Ser	1.68±0.08 <sup>a</sup>	6.97±0.41 <sup>c</sup>	6.12±0.31 <sup>c</sup>	2.94±0.02 <sup>b</sup>	150	甜味
谷氨酸	Glu	6.32±0.32 <sup>a</sup>	11.36±0.54 <sup>b</sup>	13.21±0.56 <sup>b</sup>	8.63±0.13 <sup>ab</sup>	30	鲜味
甘氨酸	Gly	5.06±0.26 <sup>a</sup>	19.42±0.17 <sup>c</sup>	18.12±0.87 <sup>c</sup>	10.12±0.37 <sup>b</sup>	130	鲜甜味
缬氨酸	Val	2.64±0.13 <sup>a</sup>	3.64±0.19 <sup>a</sup>	6.62±0.42 <sup>bc</sup>	4.71±0.22 <sup>b</sup>	40	苦味
半胱氨酸	Cys	1.89±0.14 <sup>a</sup>	2.36±0.13 <sup>b</sup>	2.51±0.13 <sup>b</sup>	1.63±0.11 <sup>a</sup>	-	甜味
蛋氨酸	Met	3.06±0.11 <sup>b</sup>	1.97±0.06 <sup>a</sup>	2.03±0.11 <sup>a</sup>	1.45±0.09 <sup>a</sup>	30	苦味
异亮氨酸	Ile	2.36±0.13 <sup>ab</sup>	2.12±0.10 <sup>ab</sup>	3.12±0.09 <sup>b</sup>	1.69±0.06 <sup>a</sup>	90	苦味
亮氨酸	Leu	2.68±0.10 <sup>b</sup>	4.33±0.22 <sup>a</sup>	4.65±0.13 <sup>a</sup>	4.01±0.14 <sup>a</sup>	380	苦味
酪氨酸	Tyr	2.74±0.09	2.12±0.13	2.84±0.14	3.06±0.15	-	-
苯丙氨酸	Phe	4.58±0.16 <sup>b</sup>	4.12±0.28 <sup>b</sup>	3.62±0.16 <sup>a</sup>	2.65±0.13 <sup>a</sup>	90	苦味
赖氨酸	Lys	1.87±0.07 <sup>ab</sup>	5.11±0.29 <sup>b</sup>	6.41±0.29 <sup>c</sup>	3.41±0.18 <sup>b</sup>	50	-
天冬氨酸	Asp	17.36±0.71	15.86±0.71	16.69±0.67	14.75±0.99	100	鲜甜味
组氨酸	His	1.11±0.06	1.36±0.05	1.96±0.07	1.42±0.07	20	(苦味)肉香特征
精氨酸	Arg	1.59±0.08 <sup>a</sup>	4.23±0.13 <sup>bc</sup>	4.99±0.21 <sup>bc</sup>	2.99±0.17 <sup>b</sup>	50	(苦味)提鲜
脯氨酸	Pro	1.64±0.03 <sup>a</sup>	4.36±0.18 <sup>c</sup>	4.37±0.16 <sup>c</sup>	3.18±0.22 <sup>bc</sup>	300	甜味
鲜味氨基酸		42.67±2.13 <sup>a</sup>	77.26±3.89 <sup>c</sup>	79.51±3.25 <sup>c</sup>	55.68±2.68 <sup>bc</sup>		
总氨基酸		70.7±2.97 <sup>a</sup>	160.35±8.16 <sup>c</sup>	162.81±6.39 <sup>c</sup>	107.47±5.64 <sup>b</sup>		

注:1.同一行数据肩号小写字母相同者或未标肩号表示差异不显著( $p > 0.05$ ),肩号字母相邻表示差异显著( $p < 0.05$ ),肩号字母相隔表示差异极显著( $p < 0.01$ );2.DLY,大约克、长白猪和杜洛克的杂交品种猪肉;AQ,安庆六白猪肉;WP,皖南花猪肉;DP,定远黑猪肉。3.氨基酸阈值和呈味参考了Shallenberger和向智男的文献[15-16];表2、表3同。



天冬氨酸(Asp)、蛋氨酸(Met),说明这几种氨基酸对三种地方猪肉样品滋味差异有较强的影响。

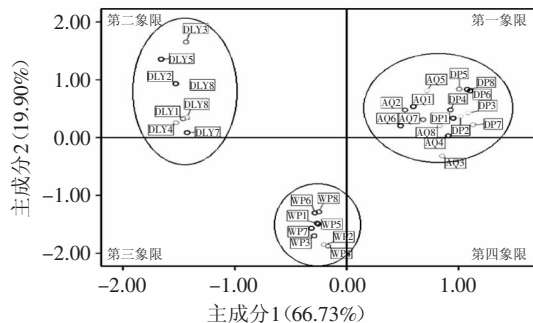


图1 猪肉样品第一主成分与第二主成分得分散点图

Fig.1 PC1 vs. PC2 scatter plot of the main sources of variability between the pork samples distinction between the samples(scores)

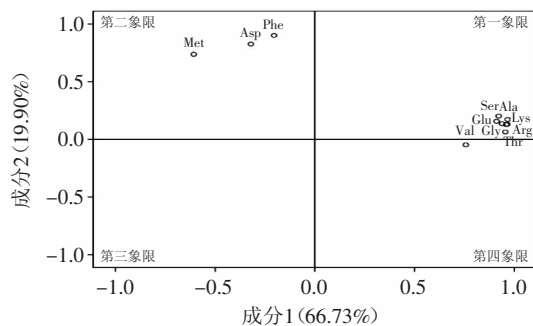


图2 11个氨基酸第一主成分与第二主成分散点载荷图

Fig.2 PC1 vs. PC2 scatter plot of the main sources relation between the thirteen Amino acid (loadings)

### 2.3 不同品种猪肉肌苷酸和鸟苷酸含量测定

对不同品种猪肉中肌苷酸的含量测定结果如表2所示,AQ猪肉的肌苷酸和鸟苷酸含量最高分别达到4.26mg/100g和0.86mg/100g,DP猪肉的含量次之,而DLY猪肉的含量最小,肌苷酸为2.34mg/100g和鸟苷酸0.5mg/100g,说明安徽三种地方猪肉的IMP和GMP含量要高于DLY猪肉,且差异很显著。

表2 不同品种猪肉肌苷酸、鸟苷酸含量

Table 2 The IMP and GMP content values from cooked meat from different pig breeds

	猪肉样品中肌苷酸、鸟苷酸的含量(mg/100g)			
	DP	WP	AQ	DLY
肌苷酸(IMP)	4.11±0.22 <sup>a</sup>	3.64±0.11 <sup>c</sup>	4.26±0.19 <sup>c</sup>	2.34±0.10 <sup>b</sup>
鸟苷酸(GMP)	0.85±0.16 <sup>b</sup>	0.71±0.21 <sup>b</sup>	0.86±0.09 <sup>b</sup>	0.50±0.07 <sup>a</sup>

肌苷酸、鸟苷酸和鲜味氨基酸是肉类主要的鲜味物质,这三种物质之间还有鲜味协同作用,并且对酸和苦味有抑制作用,即有味觉缓冲作用<sup>[17]</sup>。有研究表明,当肌苷酸浓度一定时,加大谷氨酸的浓度时,鲜味也增加,而加大肌苷酸浓度时,其鲜味的变化不大。地方猪肉的肌苷酸和谷氨酸的含量都明显高于DLY猪肉<sup>[18-19]</sup>。由于肌苷酸与谷氨酸之间的鲜味的协同作用,谷氨酸与肌苷酸同时存在时的鲜味强度是

谷氨酸单独存在时的4倍左右<sup>[20]</sup>,并且在肌苷酸浓度相同的情况下,这种协同作用会随谷氨酸浓度的升高而提高。而地方猪肉中的谷氨酸与肌苷酸的浓度均远大于DLY猪肉,所以谷氨酸与肌苷酸含量的差异及其协同作用是造成这三种地方猪肉与DLY猪肉鲜味差异的重要原因。

### 2.4 不同品种猪肉总还原糖含量测定

不同品种猪肉总还原糖的测定结果如表3所示,AQ猪肉中总还原糖的含量最高达到了3.26mg/100g,明显高于其他三种猪肉的含量,而DLY猪肉还原糖的含量最低。还原糖在猪肉中呈现甜味,并且还原糖还能与游离氨基酸在熟制过程中发生Maillard反应,生成大量的杂环化合物<sup>[21]</sup>。因此,猪肉中总还原糖含量的差异不仅对猪肉滋味的不同有影响,还对猪肉香味差异发挥了非常重要的作用。猪肉中的甜味主要来自葡萄糖、果糖、核糖、甘氨酸、赖氨酸、羟脯氨酸等氨基酸等<sup>[22]</sup>,三种地方猪肉样品中还原糖的总量都比DLY猪肉的要高,地方猪肉比DLY猪肉有比较丰富的滋味。

表3 不同品种猪肉总还原糖含量

Table 3 The total reducing sugar content values from cooked meat from different pig breeds

	猪肉样品中总还原糖含量(mg/100g)			
	DP	WP	AQ	DLY
总还原糖	2.11±0.18 <sup>a</sup>	2.64±0.11 <sup>bc</sup>	3.26±0.19 <sup>b</sup>	1.97±0.10 <sup>a</sup>

### 3 结论

对DLY猪肉三种中国地方猪肉的氨基酸滋味贡献值进行主成分分析后,发现DLY猪肉样品滋味与中国地方猪肉样品(WP、AQ和DP)有着明显差异。DLY猪肉与三种中国地方猪肉的滋味差异显著主要受丙氨酸(Ala)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、甘氨酸(Gly)、缬氨酸(Val)、赖氨酸(Lys)、精氨酸(Arg)的影响较大。而三种中国地方猪肉(WP、AQ和DP)滋味差异受苯丙氨酸(Phe)、天冬氨酸(Asp)、蛋氨酸(Met)影响明显。肌苷酸(IMP)、鸟苷酸(GMP)及谷氨酸含量差异明显,且IMP、GMP与谷氨酸之间还有鲜味协同作用,因此二者对猪肉滋味差异影响较显著。

### 参考文献

- [1] 刘合光,孙东升. 中国猪肉消费现状与展望[J]. 农业展望, 2010(1):35-38.
- [2] Spanier AM, Okai H, Thmura M. Food flavor and safety, Molecular Analysis and Design[M]. American Chemical Society: Washington DC, US, 1993:78-97.
- [3] Marina GM, Àngels O, Antonio V, et al. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs[J]. Meat Science, 2010, 85:664-670.
- [4] 潘见,杨俊杰,朱双杰,等. 4种不同品质猪肉香气的差异研

(下转第174页)

版,2010,36(4):387-392.

- [6] 周启升,孙长坡,张楠,等.拮抗放线菌S24的鉴定及其对黄曲霉的抑制作用[J].微生物学通报,2009,36(12):1832-1837.
- [7] 刘姝,陆兆新,吕凤霞,等.一株海洋放线菌的分类鉴定及抗菌活性研究[J].南京农业大学学报,2007,30(4):124-129.
- [8] Yadav V, Gupta J, Mandhan R, et al. Investigations on anti-Aspergillus properties of bacterial products[J]. Letters in Applied Microbiology, 2005, 41(4): 309-314.
- [9] Roy U, Batish VK, Grover S. Production of antifungal substance by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CHD-28.3[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 32: 27-34.
- [10] Kong Q, Zhai C, Guan B, et al. Mathematic modeling for optimum conditions on aflatoxin B1 degradation by the aerobic bacterium *Rhodococcus erythropolis*[J]. Toxins (Basel), 2012, 4(11): 1181-1195.
- [11] Gourama H, Bullerman L B. *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*: Aflatoxigenic fungi of concern in foods and feed: A review[J]. Journal of Food Protection, 1995, 58(12): 1395-1404.
- [12] 王德培,孟慧,管叙龙,等.解淀粉芽孢杆菌BI<sub>2</sub>的鉴定及其对黄曲霉的抑制作用[J].天津科技大学学报,2010,25(6):5-9.
- [13] Lillehoj E B, Ciegler A, Hall H H. Aflatoxin B1 uptake by *Flavobacterium aurantiacum* and resulting toxic effects[J]. Journal of Bacteriology, 1967, 93(1): 464-471.
- [14] 陈仪本,蔡斯赞,黄伯爱,等.生物学法降解花生油中黄曲霉毒素的研究[J].卫生研究,1998,27:79-83.
- [15] 徐进,冉陆,杨宝兰,等.乳杆菌抑制黄曲霉孢子萌发的研究[J].卫生研究,2002,31(1):47-49.
- [16] 赵启美,何佳.甘薯渣霉菌发酵饲料的研究[J].粮食与饲料工业,2002(1):24.
- [17] 杜连起.甘薯渣综合利用的研究[J].西部粮油科技,1999,

24(6):53.

- [18] 张余,李敏,贾小丽,等.甘薯资源的综合利用[J].粮食与食品工业,2009,16(1):22-25.
- [19] 李顺如,陈泉水,郑举功.薯渣的开发和利用[J].环境科学与技术,2002,25(1):25-26.
- [20] 刘达玉,黄丹,李群兰,等.酶解法提取薯渣膳食纤维及其改性研究[J].食品工业科技,2005,26(5):90-92.
- [21] 王淑军,吕明生,王永坤.混菌发酵提高甘薯渣饲用价值的研究[J].食品与发酵工业,2002,28(6):40-45.
- [22] 周虹,张超凡.甘薯膳食纤维的开发应用[J].湖南农业科学,2003(1):55-56.
- [23] 王琢.抑黄曲霉毒素的Hitwh-B05菌株有效成分的分离纯化与鉴定[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2012.
- [24] 沙玉杰,杨平平,何培青,等.响应面法优化嗜热菌 *Bacillus* sp. B II-5产琼脂酶的发酵培养基条件[J].中国酿造,2013,32(5):31-35.
- [25] Elibol M, Ozer D. Response surface analysis of lipase production by freely suspended *Rhizopus arrhizus*[J]. Process Biochemistry, 2002, 38(3): 367-372.
- [26] 刘国荣,张郡莹,王成涛,等.响应面法优化双歧杆菌B04代谢产细菌素的发酵条件[J].食品科学,2013,34(3):147-152.
- [27] 刘波,邬应龙,张霞,等.红曲霉固态发酵产木聚糖酶培养基的响应面优化[J].食品工业科技,2014,35(1):254-258.
- [28] Muralidhar RV, Chirumamila RR, Marchant R, et al. A response surface approach for the comparison of lipase production by *Candida cylindracea* using two different carbon sources[J]. Biochemical Engineering Journal, 2001, 9(1): 17-23.
- [29] 韩俊娟,木泰华.10种甘薯渣及其筛分制备的膳食纤维主要成分分析[J].中国粮油学报,2009,24(1):40-43.

(上接第164页)

- 究[J].食品科学,2014,35(6):133-136.
- [5] Lu P, LI DF, Yin Jd, et al. Flavor differences of cooked longissimus muscle from Chinese indigenous pig breeds and hybrid pig breed (Duroc × Landrace × Large White) [J]. Food Chemistry, 2008, 107(4): 1529-1537.
- [6] Ginevra LB, Sabina L, Altero A. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2005, 18: 39-46.
- [7] Lloveras MR, Goenaga PR, Irueta M, et al. Meat quality traits of commercial hybrid pigs in Argentina [J]. Meat Science, 2008, 79: 458-462.
- [8] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 第3版. 电子工业出版社, 2006: 477-502.
- [9] 刘登勇,周光宏,徐幸莲.确定食品关键风味化合物的一种新方法:“ROAV”法[J].食品科学,2008,29(7):370-374.
- [10] 孙宝国.食用调香术[M].北京:化学工业出版社,2003: 22-32.
- [11] 马耀宏,史建国,杨俊慧,等.果汁饮料中还原糖快速测定技术的研究[J].食品与发酵工业,2006,32(6):104-106.
- [12] 张文彤. SPSS11 统计分析教程[M].北京:北京希望电子出版社,2002: 191-193.

- [13] 杨晋,陶宁萍,王锡昌.文蛤的营养成分及其对风味的影响[J].中国食物与营养,2007(5):43-45.
- [14] 王庭,李洪军,贺雅非,等.荣昌猪脂质中水溶性成分对肉品风味的作用[J].食品科学,2011,32(17):155-159.
- [15] Shallenberger RS. Taste of amino acids. Taste Chemistry[M]. London: Blackie Academic and Professional, 1993: 226-233.
- [16] 向智男,宁正祥.肉品风味的形成与美拉德反应[J].食品工业科技,2004,20(2):143-146.
- [17] 罗桂芬,孙世锋,陈断兰,等.肉类风味物质:肌苷酸[J].中国家禽,2004,26(3):41-43.
- [18] 丁耐克.食品风味化学[M].北京:中国轻工业出版社:89-95.
- [19] Mariko KM, Teruyoshi M, Kiyozo H. Sensory Changes in Umami Taste of Inosine 5'-Monophosphate Solution after Heating [J]. Journal of Food Science, 1991, 56(5): 1429-1432.
- [20] 夏延斌.食品风味化学[M].北京:化学工业出版社,2007: 150-182.
- [21] Mottram DS. Flavour formation in meat and meat products: a review[J]. Food Chemistry, 1998, 62(4): 415-424.
- [22] Spanier AM, Edward JV. Chromatographic of presumptive flavor principles from red meat[J]. Liq Chromatograph, 1987, 10: 2745-2758.