

### 3 种猪肉的品质分析

许沙沙<sup>1</sup>, 周志<sup>2</sup>, 朱照武<sup>2</sup>, 莫开菊<sup>2,3,\*</sup>

(1.湖北民族学院科技学院, 湖北恩施 445000; 2.湖北民族学院生物科学与技术学院, 湖北恩施 445000;  
3.湖北民族学院生物资源保护与利用湖北省重点实验室, 湖北恩施 445000)

**摘要:**以恩施当地传统饲养黑内二元猪、全价配合饲料饲养黑内二元猪及全价配合饲料饲养三元猪为样本, 分别测定3种猪后腿肉和里脊肉的矿物质含量、质构、风味成分, 以探讨不同品种及饲喂方式对猪肉品质的影响。结果表明: 传统饲养黑内二元猪肉Se含量最高, 且肉硬度最大; 全价配合饲料饲养黑内二元猪肉的嫩度最大; 3个类型猪的生肉和熟肉均存在风味差异, 可通过电子鼻进行区分。

**关键词:**猪肉; 品种; 饲料; 矿物质含量; 质构; 风味分析

#### Meat Quality Traits of Different Pig Breeds

XU Shasha<sup>1</sup>, ZHOU Zhi<sup>2</sup>, ZHU Zhaowu<sup>2</sup>, MO Kaiju<sup>2,3,\*</sup>

(1. Science and Technology College of Hubei University for Nationalities, Enshi 445000, China;  
2. College of Biological Science and Technology, Hubei University for Nationalities, Enshi 445000, China;  
3. Key Laboratory of Biological Resources Protection and Utilization of Hubei Province,  
Hubei University for Nationalities, Enshi 445000, China)

**Abstract:** In order to explore the effect of pig breed and feed on meat quality traits, two different pig breeds including two-way crossbred black pigs fed on traditional feed or complete formula feed, and three-way crossbred pigs fed on complete formula feed were compared for differences in mineral contents, texture and flavor compounds of pork hindquarter and tenderloin. It was found that pork from two-way crossbred pigs fed on traditional feed contained the most abundant selenium and had the largest hardness, while pork from two-way crossbred pigs fed on complete formula feed was the most tender. Raw and cooked pork from the three groups had obvious differences in flavor which could be discriminated by electronic nose.

**Key words:** pork; breed; feed; mineral contents; texture; flavor compounds

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2015)23-0127-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201523024

恩施黑猪是恩施特有的地方优良品种, 用恩施黑猪与外地良种杜洛克、长白猪进行杂交, 是当地养殖较多的商品猪<sup>[1-2]</sup>, 主要有黑内二元猪和三元猪。生猪的饲养方式主要包括两种: 一是恩施传统农家方式, 即喂当地富硒玉米、土豆、红薯等, 不喂商品全价配合饲料; 二是全价配合饲料饲养。此外, 恩施州硒资源极为丰富, 其含量居世界之首, 被公认为“世界硒都”<sup>[3]</sup>。用当地天然富硒农作物作猪饲料, 可用于富硒猪肉的生产<sup>[4]</sup>。消费者凭生活体验更青睐传统喂养的黑内二元猪肉, 同时富硒猪肉也是消费热点。然而对于这种民众偏好, 科学研究方面还缺乏足够的支撑, 恩施黑猪肉质分析的相关研究也鲜有报道。因此本实验以市场上贩卖较多的3种猪肉为样本, 通过仪器分析方法探究3种猪肉的矿物

质含量、质构及风味差异, 以期对猪肉生产、销售和消费提供科学依据。

#### 1 材料与方法

##### 1.1 材料

传统饲养黑内二元猪: 用恩施本地黑猪母本与杜洛克父本杂交的F1代, 农家传统饲养方式, 即喂恩施当地玉米、土豆、红薯及青饲料, 不喂商品全价配合饲料。

全价配合饲料饲养黑内二元猪: 用恩施本地黑猪母本与杜洛克父本杂交的F1代, 全价配合饲料饲养。

全价配合饲料饲养三元猪: 用恩施本地黑猪母本与杜洛克父本杂交的F1代作为母本, 与长白猪父本杂交的后代, 全价配合饲料饲养。

收稿日期: 2015-06-29

基金项目: 湖北省教育厅项目(C2010053)

作者简介: 许沙沙(1989—), 女, 硕士研究生, 主要从事天然产物和食品加工研究。E-mail: hbmyxss@126.com

\*通信作者: 莫开菊(1965—), 女, 教授, 博士, 主要从事天然产物和食品加工研究。E-mail: hbmymkj@163.com

所选样本健康且均达出栏年龄,即传统饲养恩施黑猪8月龄,其他为5月龄,各4头,统一屠宰后,取背最长肌及后腿肉备用。

## 1.2 仪器与设备

AFS-9800四通道原子荧光光度计 北京海光仪器公司; AA800原子吸收光谱仪 美国PE公司; TA-XT PLUS质构仪 英国Stable Micro System公司; FOX4000电子鼻 法国阿尔法莫斯仪器有限公司。

## 1.3 方法

### 1.3.1 猪肉矿物质元素含量检测

分别称取3个类型猪后腿及里脊部位肉样各2 g(精确至0.001 g),将试样放入消化管中,加10 mL硝酸、2 mL过氧化氢,振荡混合均匀,于微波消化仪中消化,定容至25 mL,待测。利用氢化物-原子荧光光谱仪测定Se含量,利用原子吸收光谱仪测定Cu、Fe、Zn含量。

### 1.3.2 猪肉质构特性检测<sup>[5-6]</sup>

取后腿及里脊部位6种新鲜肉样品,剔除肉表面的筋、腱、膜以及脂肪组织,按肌纤维方向切成大小为1 cm×1 cm×0.5 cm的样品。采用TA-XT PLUS质构仪进行检测,选择A/CKB型探头,探头下行速率为2 mm/s,下行距离为10 mm。每种样品测定3次,取平均值。

### 1.3.3 猪肉香味差别检测

生肉样香味测定:使用电子鼻进行测定,取肉样用绞肉机绞碎,并准确称取每份5 g的待测样品,立即装入15 mL的顶空瓶中,加盖密封后放入待测样品盒中,由自动进样器取样检测。以洁净干燥空气为载气,流速150 mL/min,进样量1 500  $\mu$ L,数据采集时间120 s,延滞时间10 min。

熟肉样香味测定:熟化方法为带瓶水煮,温度95~98  $^{\circ}$ C,时间10 min。测定方法同生肉样。

## 2 结果与分析

### 2.1 3种猪肉的矿物质含量测定结果

矿物质元素的种类和含量对猪的生长发育及肉的表现性状、营养价值等都具有贡献作用,其中Se元素现已成为重要的研究课题<sup>[7-10]</sup>。表1是3种猪后腿肉和里脊肉中4种矿物质元素:Se、Cu、Fe、Zn的含量分析。传统饲养黑内二元猪后腿肉和里脊肉的含Se量分别为0.19 mg/kg和0.15 mg/kg,根据相关研究文献报道,此猪肉Se含量接近富Se猪肉标准(0.2~0.5 mg/kg)<sup>[11-12]</sup>,远高于其他2种猪肉(Se含量 $\leq$ 0.05 mg/kg);后腿肉和里脊肉的Zn含量分别达到23.89 mg/kg和24.31 mg/kg,明显高于全价配合饲料饲养黑内二元猪和全价配合饲料饲养三元猪;Cu、Fe的平均含量略高于其他品种。猪肉中矿物质的含量主要受饲料成分的影响<sup>[13]</sup>,恩施当地玉米、

土豆、红薯及青饲料中Se含量高,饲喂后使得猪肉中Se含量较高;商品饲料中通常添加Cu、Zn,因此三元猪肉中的Cu、Zn含量与传统饲养黑内二元猪接近。对比结果表明,传统饲养黑内二元猪矿物质含量丰富,可作为强化补充多种微量元素的良好食材。

表1 猪肉中矿物质含量  
Table 1 Mineral contents of different kinds of pork

| 指标 | 传统饲养黑内二元猪        |                  | 全价配合饲料饲养黑内二元猪    |                  | 全价配合饲料饲养三元猪      |                  |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|    | 后腿肉              | 里脊肉              | 后腿肉              | 里脊肉              | 后腿肉              | 里脊肉              |
| Se | 0.19 $\pm$ 0.01  | 0.15 $\pm$ 0.02  | 0.05 $\pm$ 0.01  | 0.02 $\pm$ 0.00  | 0.02 $\pm$ 0.00  | 0.01 $\pm$ 0.00  |
| Cu | 0.93 $\pm$ 0.036 | 1.12 $\pm$ 0.11  | 0.96 $\pm$ 0.05  | 0.54 $\pm$ 0.01  | 0.98 $\pm$ 0.05  | 0.90 $\pm$ 0.05  |
| Fe | 10.04 $\pm$ 0.22 | 10.56 $\pm$ 0.35 | 8.10 $\pm$ 0.32  | 7.29 $\pm$ 0.48  | 6.76 $\pm$ 0.29  | 10.65 $\pm$ 0.50 |
| Zn | 23.89 $\pm$ 0.67 | 24.31 $\pm$ 1.08 | 17.53 $\pm$ 0.69 | 10.62 $\pm$ 0.54 | 15.12 $\pm$ 0.62 | 17.77 $\pm$ 0.83 |

### 2.2 3种猪肉的质构特性测定结果

表2 猪肉嫩度的测定值  
Table 2 Tenderness of different kinds of pork

| 指标        | 传统饲养黑内二元猪        |                  | 全价配合饲料饲养黑内二元猪    |                  | 全价配合饲料饲养三元猪      |                  |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|           | 后腿肉              | 里脊肉              | 后腿肉              | 里脊肉              | 后腿肉              | 里脊肉              |
| 剪切力/kg    | 5.26 $\pm$ 0.18  | 3.44 $\pm$ 0.092 | 2.92 $\pm$ 0.027 | 1.22 $\pm$ 0.11  | 3.94 $\pm$ 0.11  | 1.56 $\pm$ 0.054 |
| 硬度/(kg·s) | 30.51 $\pm$ 2.79 | 25.47 $\pm$ 1.92 | 25.96 $\pm$ 0.65 | 11.25 $\pm$ 0.33 | 28.46 $\pm$ 1.39 | 14.12 $\pm$ 0.39 |

猪肉质构主要是描述肉质老嫩、肉质紧密程度、结缔组织状况等的指标。其中嫩度是评价肉品质的重要指标,反映了肉中各种蛋白质的结构特性、肌肉中脂肪的分布状态及肌纤维中脂肪的数量等<sup>[14-15]</sup>。通常肉的嫩度和韧性过大或过小都不宜。过大,则肉质太硬,难以咀嚼;过小,则无嚼劲。文献[16-17]表明,品种和饲料水平是影响猪肉品质的两个重要因素。由表2可知,切断猪肉所用的剪切力各不相同,传统饲养黑内二元猪肉剪切力最大,即肉的嫩度最小,说明猪肉的肉质紧密;全价配合饲料饲养黑内二元猪肉剪切力最小,嫩度最大;全价配合饲料饲养三元猪肉的肉质嫩度介于前两种猪肉之间。3种后腿肉的硬度值在25~31 kg·s之间,差别不大;里脊肉间的差异明显,其中传统饲养黑内二元猪肉硬度值最大,为25.47 kg·s。同一品种的猪肉,其后腿肉的嫩度小于里脊肉,这与文献[18]报道的杜洛克猪的肉质相一致。

### 2.3 3种猪肉香味差异检测结果

风味是评价猪肉品质的重要指标之一。生猪肉气味清淡,一般只有咸味、金属味和血腥味;经高温处理后,肉中的多种化合物可发生复杂的反应而产生诸多挥发性芳香物质<sup>[19-20]</sup>。肉的风味分析方法主要包括感官评定、电子鼻及气质联用等技术,其中电子鼻因具备客观性强、重现性好、方便快捷等优势,现已广泛应用于风味评价<sup>[21-23]</sup>。为判定3种猪后腿肉和里脊肉的风味差异,利用电子鼻分别测定生猪肉和熟猪肉的风味差异。

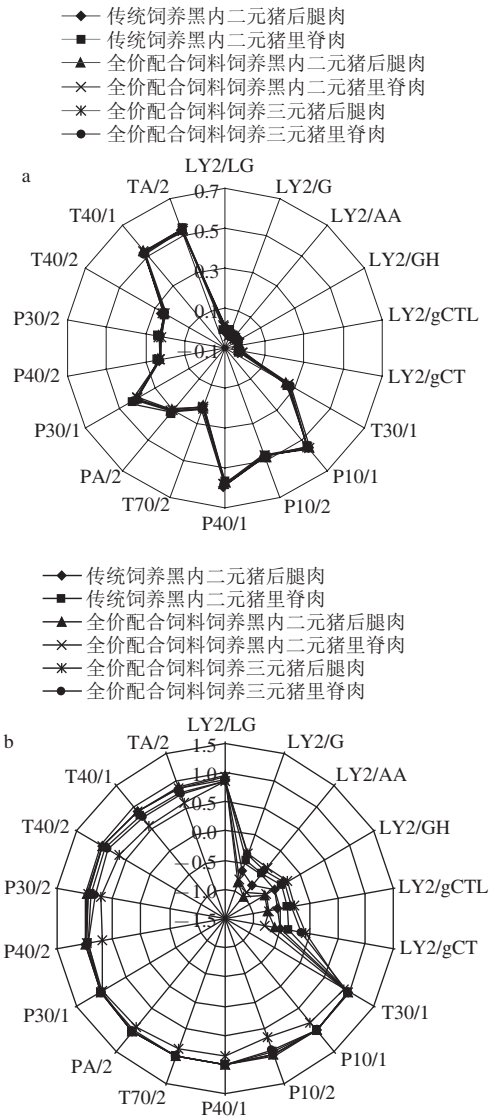


图1 生 (a)、熟 (b) 猪肉样品的特征气体指纹图谱

Fig.1 Odor profile of raw pork (a) and cooked (b) pork determined by electronic nose

图1为6个样品生熟肉样的雷达指纹图谱,由图1a可知,6个生肉样品在18个传感器上的响应值差别不明显。6个新鲜熟肉样的风味雷达图之间存在一定差异(图1b),且全价配合饲料饲养三元猪后腿熟肉的风味显著区别于其他熟肉。生肉和熟肉气体成分的响应值差别十分明显,熟肉样的香气明显高于生肉样的气味,这是由于在加热过程中产生了大量挥发性香味物质所致<sup>[24]</sup>。

### 2.3.1 生肉风味主成分分析 (principal component analysis, PCA)

PC (principal component) 值称为差异性权重百分比,纵横轴权重百分比之和接近100%,说明用这两个指标能很好地区分样品风味;如果两者之和较小,说明还有其他成分干扰这两个指标对样品的区分,需要更多的参数参与其比较<sup>[25]</sup>。DI (discriminant index) 值被称为判

别指数,是对选定目标的判别质量给出一个评价。它是通过计算各个组之间的表面积之和与总表面积之比得到的。最大值为100,当DI值越接近100,说明各样品间差异越大,越相互独立;当DI为负数时,说明彼此差异小或有交叉。

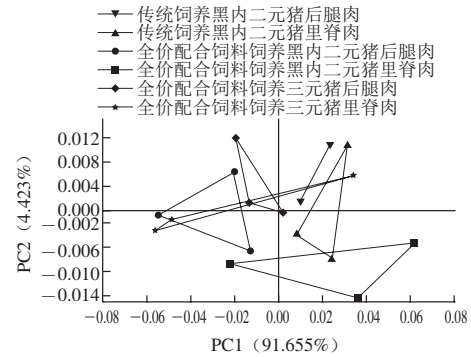


图2 生新鲜猪肉的电子鼻PCA图

Fig.2 PCA of raw pork by electronic nose

对6种猪肉样品的电子鼻数据进行主成分分析,结果见图2。第1主成分PC值为91.655%,第2主成分PC值为4.423%,总贡献率96.078%,能很好地反映原始数据信息。除全价配合饲料饲养三元猪里脊肉样外,其他任意两个样品之间数据都能很好地区分开,这说明6个生肉样品的气味成分有所差异。由于所测样品DI=-3,说明生肉之间风味差异不大。图3为采用仪器自带软件制作的生肉风味判别因子分析图,此图显示3种猪肉风味可区分。

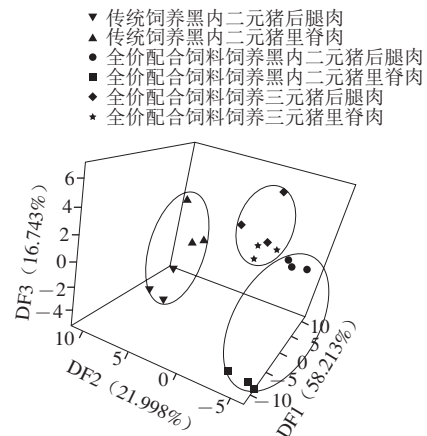


图3 生新鲜猪肉样品的判别因子分析图

Fig.3 DFA of raw pork by electronic nose

### 2.3.2 熟肉风味主成分分析

熟肉风味主成分分析见图4,第1主成分PC值为88.504%,第2主成分PC值为9.631%,总贡献率98.135%,可很好地反映不同来源及不同部位猪肉品质的差异。6个样品的气味响应值没有重叠,说明各样品之间的风味可通过电子鼻区分。全价配合饲料饲养三元猪后

腿熟肉样与其他5个肉样差异最大,这个结果从雷达图中也可以看出。经计算,DI=60,这也说明6个样品之间差异显著。熟肉风味的差异可能来源于品种和饲料,这与文献[26-27]报道一致。需要说明的是,这一结果仅仅是本次检测中存在的可能性,确切的结论需要更多的样本重复及进一步研究才有说服力。

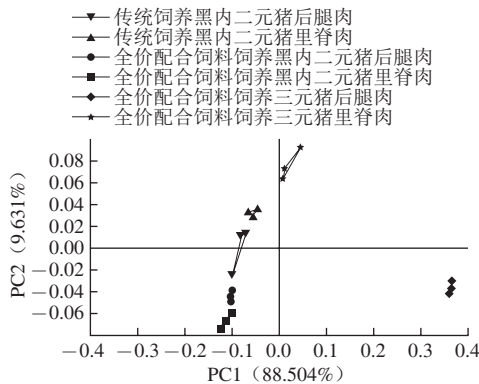


图4 熟肉样品的电子鼻PCA图

Fig.4 PCA of cooked pork by electronic nose

### 3 结论

传统饲养黑内二元猪的后腿肉Se含量接近富Se猪肉标准,远高于其他两种猪肉;Zn含量明显高于其他品种;而Cu、Fe的平均含量略高于其他品种;猪肉中矿物质的含量主要受饲料影响。当地玉米、青饲料中Se含量较高,猪肉中Se含量则较高。这一结果提示,采用当地粮食及青饲料传统喂养生猪,可用于生产富硒猪肉。

3种猪肉的嫩度大小依次为:传统饲养黑内二元猪肉<全价配合饲料饲养三元猪<全价配合饲料饲养黑内二元猪,同一品种的猪,其后腿肉的嫩度小于里脊肉。这说明猪肉的嫩度与猪的品种及饲养方式有关,传统饲养方式饲养的猪肉质紧密。

3种猪肉的气味成分之间存在一定差异,加热熟化后,风味差异显著。这是由于在加热过程中产生了多种挥发性香味物质所致。本研究表明电子鼻可用于区分3种来源的猪肉。

### 参考文献:

- [1] 冉凯. “恩施黑猪”地方猪种保护与利用初探[J]. 中国畜禽种业, 2013(7): 49-50.
- [2] 吕皇胜. 立足资源 发挥优势 打好五张“特色牌”: 对恩施山区大力发展生猪产业的一点思考[J]. 畜禽业, 2007(12): 23-24.
- [3] 戴光忠. 世界硒都恩施州畜牧遗传资源保护与产业发展研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(2): 449-452; 468.
- [4] 陈阳楼, 石忠志, 宋万杰. 利用天然资源进行富硒猪肉的生产与推广[J]. 肉类工业, 2011(5): 13-15.
- [5] 陈磊. 猪肉嫩度性状评价体系研究及嫩度相关新基因的克隆、时空表达谱分析[D]. 雅安: 四川农业大学, 2008.
- [6] 陈磊, 王金勇, 李学伟. 仪器测定的猪肉质构性状与感官性状的回归分析[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 357-362.
- [7] 张懿予, 洪亮, 朱玉, 等. 矿物质对猪肉品质的影响[J]. 猪业科学, 2013, 30(1): 118-119.
- [8] 林长光. 硒对猪生产与保健的影响及富硒猪肉生产关键技术研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [9] FAJT Z, DRABEK J, STEINHAUSER L, et al. The significance of pork as a source of dietary selenium - an evaluation of the situation in the Czech Republic[J]. Neuro Endocrinology Letters, 2009, 30(Suppl 1): 17-21.
- [10] MOREL P C H, JANZ J A M, ZOU M L, et al. The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the composition of pork from female pigs[J]. Journal of Animal Science, 2008, 86(5): 1145-1155.
- [11] 吴正奇, 刘建林. 硒的生理保健功能和富硒食品的相关标准[J]. 中国食物与营养, 2005(5): 43-46.
- [12] 彭祥全, 张欣, 牟敏, 等. 富硒食品含硒量范围标准的研究[J]. 微量元素与健康研究, 2013, 30(1): 41-43.
- [13] 谷英, 孙海洲, 桑丹, 等. 肉品质评定指标及影响因素的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2013, 40(7): 100-106.
- [14] 任巧玲, 张金枝. 猪肉嫩度及其影响因素[J]. 家畜生态, 2004, 35(4): 161-165.
- [15] KOOHMAIAIE M, KENT M P, SHACKELFORD S D. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?[J]. Meat Science, 2002, 62(3): 345-352.
- [16] 张克英, 陈代文, 胡祖禹. 影响猪肉品质的主要因素[J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(1): 67-74.
- [17] ROSENVOLD K, ANDERSEN H J. Factors of significance for pork quality-a review[J]. Meat Science, 2003, 64(3): 219-237.
- [18] 徐继成, 王胜, 蔡绍倩, 等. 杜洛克猪不同胴体部位的肉质参数测定[J]. 养猪, 2004(2): 46-48.
- [19] 林宇山, 岑泳延. 对猪肉风味的探讨[J]. 食品工业科技, 2006, 27(9): 194-197.
- [20] 吕东坡, 朱仁俊. 猪肉中风味物的研究进展[J]. 食品工业科技, 2009, 30(8): 352-355.
- [21] 周映霞, 武海. 电子鼻及其在肉品感官评定中的应用[J]. 肉类研究, 2009, 23(8): 55-58.
- [22] 侯巧娟, 王锡昌, 刘源, 等. 气味指纹技术在肉品品质及安全检测中的应用[J]. 食品科学, 2011, 32(7): 327-331.
- [23] GHASEMI-VARNAMKHAHI M, MOHTASEBI S S, SIADAT M, et al. Meat quality assessment by electronic nose (machine olfaction technology)[J]. Sensors, 2009, 9(8): 6058-6083.
- [24] 徐永霞, 陈清婵, 吴鹏, 等. 气相色谱-嗅闻技术鉴定清炖猪肉汤中的挥发性香气物质[J]. 食品科学, 2011, 32(18): 274-277.
- [25] 唐晓伟, 张万清, 耿利华, 等. 电子鼻评价甜瓜成熟度及风味的研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(21): 75-80.
- [26] 贾晓旭. 猪肉的风味及影响因素[J]. 猪业科学, 2007(8): 78-80.
- [27] 凌俊, 李吕木. 猪肉风味的影响因素[J]. 畜牧与兽医, 2006, 38(6): 51-53.