

猪胴体 GP 与生产性能、胴体品质及肉质性状的关系

李梦云^{1,2}, 陈代文¹, 张克英¹

(1 郑州牧业工程高等专科学校 畜牧工程系, 河南 郑州 450011; 2 四川农业大学 动物营养研究所, 四川 雅安 625014)

【摘要】【目的】比较 2 个不同基因型猪胴体糖酵解潜能(GP)、生长性能、胴体品质和肉质的差异, 分析胴体 GP 与生长性能、胴体品质及肉质性状间的相关关系。【方法】将 7 头汉普夏纯种阉公猪(体质量为 (19.48 ± 1.136) kg)和 6 头长撒公猪(体质量为 (20.5 ± 1.500) kg)在相同条件下进行单圈饲养, 待体质量达 100 kg 左右时屠宰, 测定胴体 GP、胴体品质和肉质性状。【结果】长撒猪的背膘厚、熟肉率和 b 值极显著高于汉普夏猪($P < 0.01$), pH2 和剪切力显著高于汉普夏猪($P < 0.05$); 长撒猪的眼肌面积和瘦肉率极显著低于汉普夏猪($P < 0.01$), 胴体 GP、屠宰率、滴水损失和失水率显著低于汉普夏猪($P < 0.05$)。相关分析结果表明, 考虑 2 个猪品种的综合效应, 胴体 GP 与瘦肉率呈显著正相关, 与背膘厚、pH2 和 b 值呈显著负相关; 与眼肌面积、屠宰率、平均日增质量和失水率呈正相关, 与 pH1、剪切力、L 值和 a 值呈负相关, 但相关性均不显著($P > 0.05$), 而与其他指标相关性不大。【结论】猪胴体糖酵解潜能是影响猪胴体品质和肉质的一个重要因素。

【关键词】 胴体 GP; 猪; 胴体品质; 肉质性状; 生产性能

【中图分类号】 S828

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)07-0039-05

Relationships between swine glycolytic potential and growth performance, carcass traits and pork quality

LI Meng-yun^{1,2}, CHEN Dai-wen¹, ZHANG Ke-ying¹

(1 Zhengzhou College of Animal Husbandry and Engineering, Zhengzhou, Henan 450011, China; 2 Institute of Animal Nutrition, Sichuan Agricultural University, Yaan, Sichuan 625014, China)

Abstract:【Objective】This study was designed to compare the differences in postmortem glycolytic potential, growth performance, carcass traits and pork quality to investigate the relationships between postmortem glycolytic potential and growth performance, carcass traits and pork quality from two different genotypes pigs.【Method】Seven Hampshire-sired barrows ($BW = (19.48 \pm 1.136)$ kg) and six Landrace-Saba(LS) barrows ($BW = (20.5 \pm 1.500)$ kg) were placed in individual pens, fed same diets, and slaughtered when their weight attained 100 kg.【Result】The results suggested that Hampshire-sired pigs had greater average daily gain($P > 0.05$) and higher postmortem glycolytic potential ($P < 0.05$) than LS pigs. LS pigs had greater back-fat thickness ($P < 0.01$), reduced eye lean area and lean percentage ($P < 0.01$), and a lower dressing percentage ($P < 0.01$). Hampshire-sired pigs had reduced pH2 ($P < 0.05$), shear force ($P < 0.05$), b values($P < 0.01$), and greater drip loss($P < 0.05$) compared to PL pigs. Correlation analyses showed that postmortem glycolytic potential had positive relation with eye lean area, lean percentage, had negative relation with shear force, drip loss, b values, pH1 and pH2, but had weak relation with ADG, undr-

* [收稿日期] 2008-10-28

[基金项目] 国家“973”项目“畜禽肉品质性状形成的代谢与调控机理”(2004CB117506)

[作者简介] 李梦云(1970—), 女, 湖北监利人, 讲师, 主要从事猪的营养与分子营养研究。

[通信作者] 陈代文(1962—), 男, 四川广安人, 教授, 主要从事猪的营养与免疫、分子营养研究。

essing percentage,carcass length.【Conclusion】Results from this study suggest that postmortem glycolytic potential is an important factor influencing carcass characteristics,ultimate pH and other meat quality traits.

Key words:GP;pig;carcass trait;pork quality;growth performance

糖酵解潜能(Glycolytic potential,GP)是指动物在屠宰前肌肉含有的发生糖酵解产生乳酸的底物(如肌糖原、葡萄糖-6-磷酸和葡萄糖)以及乳酸的总量。GP是衡量肌肉中可转化为乳酸的所有化合物和死后肌肉糖酵解能力的指标,也是衡量宰后pH值下降范围的指标^[1]。因此,凡是受pH值影响的性状均受GP的影响。GP最早用于测定汉普夏猪RN发生的频率,即将GP大于183 μmol/g的肉确定为RN基因携带者^[2]。随后,许多学者试图选择较低GP肉,并尽力消除RSE肉^[3]。目前,GP已广泛地用于肉质鉴定。但关于GP与肉质相关性研究的报道还比较少,且研究结果也不一致。本研究比较汉普夏猪和长撒猪2个不同品种猪的肉质差异,

并研究了猪胴体GP与生长性能、胴体品质和肉质的相关关系,以期为肉质研究和调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

1.1.1 材 料 7头20 kg左右的汉普夏纯种阉公猪和6头与汉普夏猪相同体质量的长白×撒坝二元杂交阉公猪。

1.1.2 试验日粮 日粮的配制按NRC(1998)标准,分20~50 kg,50~80 kg,80~100 kg 3个阶段进行日粮配比,2个品种猪试验日粮配方及养分含量见表1。

表 1 试验日粮配方及养分含量
Table 1 Composition and nutrient content of trial diets

原料 Ingredient	20~50 kg	50~80 kg	80~100 kg	营养水平 Nutrition content	20~50 kg	50~80 kg	80~100 kg
玉米/(g·kg ⁻¹) Corn	615.2	715.7	787.6	消化能/(MJ·kg ⁻¹) DE	13.64	13.89	13.93
麸皮/(g·kg ⁻¹) Wheat bran	50			粗蛋白/(g·kg ⁻¹) CP	176	154	130
豆粕/(g·kg ⁻¹) Soybean meal	245	220	151	钙/(g·kg ⁻¹) Ca	6.7	5.5	5.1
鱼粉/(g·kg ⁻¹) Fish meal	20			总磷/(g·kg ⁻¹) TP	6.6	5.1	4.7
大豆油/(g·kg ⁻¹) Soybean oil	25	22	2	有效磷/(g·kg ⁻¹) AP	4.1	2.9	2.7
石粉/(g·kg ⁻¹) Limestone	6	7	7	可消化赖氨酸/(g·kg ⁻¹) DLys	9.8	8.0	6.7
磷酸氢钙/(g·kg ⁻¹) Dicalcium phosphate	13	10	9	可消化蛋氨酸/(g·kg ⁻¹) DMet	2.7	2.3	2.0
食盐/(g·kg ⁻¹) Salt	3	3	3	可消化(蛋氨酸+胱氨酸)/(g·kg ⁻¹) D(Met+Cys)	4.5	4.6	4.0
赖氨酸/(g·kg ⁻¹) Lys	2.8	2.3	2.4	可消化苏氨酸/(g·kg ⁻¹) DThr	5.0	5.3	4.4
添加剂预混料/(g·kg ⁻¹) Premix	20	20	20	可消化色氨酸/(g·kg ⁻¹) DTrp	1.4	1.7	1.3
总计/g Total	1 000	1 000	1 000				

注:预混料配方每kg全价料含:铁100.0 mg,锌100.0 mg,锰10.0 mg,铜10.0 mg,硒0.3 mg,碘0.5 mg,V_A 2 000 IU,V_{D₃} 200 IU,V_E20 IU,V_K 30 mg,生物素0.05 mg,叶酸0.30 mg,尼克酸20.0 mg,泛酸20.0 mg,核黄素2.5 mg,V_{B₁} 2.0 mg,V_{B₆} 1.0 mg,V_{B₁₂} 10.0 μg,氯化胆碱1.0 g,泰乐菌素30.0 mg,抗氧化剂200.0 mg。

Note: The mimeral and vitamin premix contains per kg diet: Fe 100.0 mg, Zn 100.0 mg, Mn 10.0 mg, Cu 10.0 mg, Se 0.3 mg, I 0.5 mg, V_A 2 000 IU, V_{D₃} 200 IU, V_E 20 IU, V_K 30 mg, biotin 0.05 mg, folic acid 0.30 mg, niacin 20.0 mg, pantothenic acid 20.0 mg, riboflavin 2.5 mg, V_{B₁} 2.0 mg, V_{B₆} 1.0 mg, V_{B₁₂} 10.0 μg, choline 1.0 g, tylosin 30.0 mg, antioxidant 200.0 mg.

1.2 试验设计

挑选7头20 kg左右的汉普夏纯种阉公猪和6头与汉普夏猪相同体质量的长白×撒坝二元杂交阉公猪,以圈为单位进行圈养,每头猪为1个重复,各

组日粮配方和饲养管理条件一致,从20 kg喂至100 kg左右时屠宰。屠宰后按标准方法^[3]进行现场分割,测胴体性状、肉质性状。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 生产性能 以重复为单位称初质量、末质量,计算出平均日增质量。

1.3.2 肌糖原含量的测定 采用南京建成生物工程研究所生产的肌糖原测定试剂盒测定,肌糖原含量试验要在1周内完成。

1.3.3 胴体性状的测定 按陈润生^[4]的方法测定屠宰率、瘦肉率、胴体长、背膘厚和眼肌面积。

1.3.4 肉质性状的测定 pH 测定采用德国产专用肉质酸度计,分别测定屠宰后 45 min(pH1)和 24 h(pH2)值;肉色测定采取最末胸椎与第 1 腰椎接合处眼肌样品,用色度仪测定屠宰后 24 h 的 L 值、a 值和 b 值。剪切力、滴水损失、失水率、熟肉率的测定方法见文献^[4]。

1.3.5 胴体 GP 的测定 精确称取猪背最长肌第 10 根肋骨处肌肉样品 3 g,碾磨成粉,加入 15 mL 0.6 mol/L 冷的 HClO₄,匀浆 1.5 min。吸取 200 μL 到 1.5 mL 离心管中(2 份),加 1 mL AGS、再加 20 μL 5.4 mol/L KOH,旋涡混合均匀。37 ℃培育 2 h,然后冰浴 10 min。再加 100 μL 3 mol/L 冷的

HClO₄,旋涡混匀后,冰浴 10 min。然后 7 000 g 离心 5min,取上清液在 0~4 ℃保存。

$GP(\mu\text{mol/g})=2[(\text{肌糖原})+(\text{葡萄糖-6-磷酸})+(\text{葡萄糖})]+(\text{乳酸})$ 。

具体测定方法见文献^[5]。

1.4 统计分析

采用 SPSS 统计软件 10.0 对试验数据进行独立样本 *t* 检验,并进行相关性分析。试验结果以“平均值±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 2 个品种猪胴体 GP、生长性能和胴体品质的差异

表 2 表明,汉普夏猪的瘦肉率和眼肌面积均极显著高于长撒猪,而背膘厚极显著低于长撒猪(*P*<0.01);汉普夏猪胴体 GP 和屠宰率均显著高于长撒猪(*P*<0.05),而平均日增质量和胴体长差异不显著(*P*>0.05)。这表明猪肉中胴体 GP 及胴体品质与猪品种有关。

表 2 汉普夏猪和长撒猪胴体 GP、生长性能和胴体品质的比较

Table 2 Comparison between postmortem GP, growth and carcass traits of Hampshire and LS pigs

性状 Trait	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pig	性状 Trait	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pig
胴体 GP/(μmol·g ⁻¹) Postmortem GP	168.43±14.793 a	119.94±9.533 b	瘦肉率/% Lean percentage	56.87±0.329 A	39.84±0.758 B
初质量/kg Initial BW	19.48±1.136 a	20.5±1.500 a	胴体长/cm Carcass length	92.63±0.649 a	92.50±0.847 a
末质量/kg Final BW	97.80±1.875 a	95.47±0.456 a	背膘厚/cm Backfat thickness	2.25±0.157 A	3.71±0.199 B
日增质量/g Daily gain	722.91±14.230 a	708.02±4.314 a	眼肌面积/cm ² Eye lean area	36.34±1.075 A	29.27±1.037 B
屠宰率/% Undressing percentage	74.80±0.216 a	74.06±0.219 b			

注:同行数据后标注不同小写字母表示差异显著(*P*<0.05),标不同大写字母表示差异极显著(*P*<0.01)。表 3 同。
Note: The different small letters in the same trade mean significant difference (*P*<0.05);the different capital letters mean very significant difference(*P*<0.01). The same as Table 3 .

2.2 2 个品种猪肉质性状的差异

表 3 显示,汉普夏猪的剪切力和 pH2 值显著低于长撒猪(*P*<0.05),滴水损失和失水率显著高于

长撒猪(*P*<0.05),熟肉率和 b 值极显著低于长撒猪(*P*<0.01),而 L 值、a 值和 pH1 值在 2 个猪品种间差异不显著(*P*>0.05)。

表 3 汉普夏猪和长撒猪肉质性状的比较

Table 3 Comparison between meat quality traits of Hampshire and LS pigs

性状 Trait	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pig	性状 Trait	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pig
剪切力/N Shear force	29.95±1.333 a	39.50±1.914 b	a 值 a value	5.31±0.761 a	7.58±0.905 a
滴水损失/% Drop loss	2.02±0.045 a	1.88±0.019 b	b 值 b value	4.87±0.296 A	7.74±0.385 B
失水率/% Purge loss	14.57±0.542 a	12.72±0.375 b	pH1	6.50±0.058 a	6.66±0.071 a
熟肉率/% Cooked meat percentage	62.45±0.570 A	69.45±1.011 B	pH2	5.49±0.039 a	5.63±0.024 b
L 值 L value	34.86±1.253 a	36.45±1.035 a			

2.3 2 个品种猪胴体 GP 与生长性能、胴体品质和肉质性状间的相关分析

表 4 表明,汉普夏猪胴体 GP 与瘦肉率和眼肌面积呈正相关,与背膘厚和屠宰率呈负相关,但相关性均不显著($P>0.05$)。长撒猪胴体 GP 与瘦肉率和眼肌面积呈正相关,与背膘厚呈负相关,但相关性均不显著($P>0.05$),而与平均日增质量和屠宰率相关性不大。考虑到 2 个品种猪的综合效应,胴体 GP 与瘦肉率呈显著正相关($P<0.05$),与背膘厚呈显著负相关($P<0.05$),与眼肌面积、屠宰率和平均日增质量呈正相关,但相关性均不显著($P>0.05$)。

从表 5 可以看出,汉普夏猪胴体 GP 与 pH2 呈显著负相关($P<0.05$),与 pH1、滴水损失、b 值和熟肉率呈负相关,但相关性均不显著($P>0.05$),而与其他指标相关性不大。长撒猪胴体 GP 与 pH2 呈极显著负相关($P<0.01$),与 pH1、滴水损失和 a 值呈负相关,但相关性均不显著($P>0.05$),而与其他指标相关性不大。考虑到 2 个品种猪的综合效应,胴体 GP 与 pH2 和 b 值呈极显著或显著负相关,与 pH1、剪切力、L 值和 a 值呈负相关,与失水率

呈正相关,但相关性均不显著($P>0.05$),而与其他指标相关性不大。

表 4 汉普夏猪与长撒猪胴体 GP 与生长性能和胴体品质间的相关系数

Table 4 Correlation coefficients among postmorm GP and growth and carcass traits			
项目 Item	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pigs	综合效应 Compositive effect
日增质量 Daily gain	0.036	0.088	0.340
屠宰率 Undressing percentage	-0.282	0.119	0.273
瘦肉率 Lean percentage	0.571	0.565	0.604 *
背膘厚 Backfat thickness	-0.257	-0.577	-0.616 *
眼肌面积 Eye lean area	0.348	0.379	0.467

注: * 表示相关系数显著($P<0.05$); ** 表示相关系数极显著($P<0.01$)。下表同。

Note: * denotes significant correlation coefficient ($P<0.05$); ** denotes very significant correlation coefficient ($P<0.01$). The same with below.

表 5 汉普夏猪与长撒猪胴体 GP 与肉质性状的相关系数

Table 5 Correlation coefficients among postmorm GP and meat quality traits			
项目 Item	汉普夏猪 Hampshire	长撒猪 LS pig	综合效应 Compositive effect
pH1	-0.449	-0.620	-0.505
pH2	-0.719 *	-0.940 * *	-0.769 * *
剪切力 Shear force	0.108	0.058	-0.408
滴水损失 Drop loss	-0.456	-0.386	0.137
失水率 Purge loss	-0.068	-0.060	0.255
熟肉率 Cooked meat percentage	-0.341	0.023	-0.572
L 值 L value	-0.084	0.174	-0.213
a 值 a value	-0.189	-0.651	-0.451
b 值 b value	-0.498	-0.098	-0.639 *

3 讨 论

3.1 猪胴体品质及肉质差异的原因分析

GP 是衡量肌肉中可转化为乳酸的所有化合物和死后肌肉糖酵解能力的指标,也是衡量宰后 pH 值下降范围的指标^[1]。Le 等^[6]研究发现,汉普夏猪群中活体 GP 呈双峰分布,即携带 RN 基因猪具有较高的 GP,而正常猪 GP 含量较低。Enfalt 等^[2]同时测定了汉普夏猪、长白猪和约克夏猪群中 GP 含量,发现汉普夏猪 GP 含量显著高于长白猪和约克夏猪。Miller^[7]和 Hamilton 等^[8]研究均表明,GP

值变化范围较广。Hamilton 等^[9]报道,杂交汉普夏猪群中活体 GP 变化范围从 113~301 $\mu\text{mol/g}$ 。本研究中汉普夏猪 GP 显著高于长撒猪,GP 不同可能是导致 2 品种猪肉质差异的主要原因。

本试验结果表明,与长撒猪肉质相比,汉普夏猪的 pH 值、剪切力和持水力较低,瘦肉率和眼肌面积较大。可能的原因是,汉普夏猪中带有 RN⁻ 基因,且携带显性等位基因(RN⁻)的频率较高(0.50~0.72)。Miller 等^[10]通过测定 204 个纯种汉普夏猪群的 GP 值发现,显性等位基因 RN⁻ 的频率为 0.63。要确定汉普夏猪是否带有 RN⁻ 基因,可通过

测定糖酵解潜能值或通过 NDA 技术来判定,这有待于进一步研究。

3.2 猪胴体 GP 与生长性能、胴体品质及肉质性状的关系

Hamilton 等^[9]研究了汉普夏猪活体组织和胴体中 GP 与猪肉品质的相关性,结果表明,活体 GP 与肉质性状的相关系数为 $r=0.23\sim0.51$;胴体 GP 与肉质性状的相关系数为 $0.23\sim0.70$,均表现出较强的相关性,说明可通过 GP 来预测肉质。但也有研究表明,GP 与终 pH 值不呈线性相关^[11-12],指出当 GP 值较低时,GP 是影响终 pH 值的主要因素,但当 GP 值较高时,终 pH 值还受其他因素的影响。Wulf 等^[13]用牛肉的试验表明,GP 与终 pH 值也不呈线性相关,当胴体 GP 值小于 $100\text{ }\mu\text{mol/g}$ 时,GP 与终 pH 值呈较强的负相关,而当胴体 GP 值大于 $100\text{ }\mu\text{mol/g}$ 时,与终 pH 值的相关性较弱。本研究结果表明,2 个品种猪胴体 GP 与眼肌面积和瘦肉率均呈正相关,与 pH1、pH2、滴水损失、a 值和 b 值呈负相关。但长撒猪的胴体 GP 与 pH2 呈极显著负相关,相关系数达到 0.940,而长撒猪的胴体 GP 显著低于汉普夏猪。这表明,当 GP 值较低时,其与 pH2 具有更好的相关性,而且较低的 pH 值使蛋白质对水的结合力下降,从而使肌肉的系水力降低,对肉色、剪切力等指标均有影响,而 pH 值与其他肉质性状间存在较强的相关性^[14],因而胴体 GP 与其他肉质性状间存在较强的相关性。

[参考文献]

[1] Garipey C, Godbout D, Fernandez X, et al. The effect of RN gene on yields and quality of extended cooked cured hams [J]. J Meat Science, 1999, 52: 57-64.

[2] Enfalt A C, Lundstrom K, Karlsson A, et al. Estimated frequency of the RN-allele in Swedish Hampshire pigs and comparisons of glycolytic potential, carcass composition, and technological meat quality among Swedish Hampshire, Landrace and Yorkshire pigs [J]. J Anim Sci, 1997b, 75: 2924-2935.

[3] Van Laack R L J M, Kauffman R G. Glycolytic potential of

red, soft, exudative pork longissimus muscle [J]. Journal of Animal Science, 1999, 77: 2971-2973.

[4] 陈润生. 猪生产学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 165-169. Chen R S. Swine production [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 165-169. (in Chinese)

[5] Monin G, Sellier P. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: the case of the Hampshire breed [J]. Meat Sci, 1985, 13: 49-63.

[6] Le Roy P, Naveau J, Elsen J M, et al. Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs [J]. Genet Res, 1990, 55: 33-40.

[7] Miller R K. Factors affecting carcass and meat quality in lambs [J]. J Anim Sci, 2001: 123-142.

[8] Hamilton D R, Gallas P, Lyall L, et al. Risk-based evaluation of different postmortem inspection procedures for pigs in Australia [J]. The Veterinary Record, 2002, 151(4): 110-116.

[9] Hamilton D N, Miller K D, Ellis M, et al. Relationships between longissimus glycolytic potential and swine growth performance, carcass traits, and pork quality [J]. J Anim Sci, 2003, 81: 2206-2212.

[10] Miller K D M, Ellis F K, McKeith B S, et al. Frequency of the rendement napole RN-allele in a population of American Hampshire pigs [J]. J Anim Sci, 2000, 78: 1811-1815.

[11] Fernandez X E, Tornberg J, Naveau A, et al. Bimodal distribution of the muscle glycolytic potential in French and Swedish populations of Hampshire crossbred pigs [J]. J Sci Food Agric, 1992, 59: 307-311.

[12] Przybylski W, Kocwin-Podsiadla M, Kaczorek S, et al. The relationship between glycolytic potential of porcine muscles and ultimate pH and processing yield of meat [J]. J of Food and Nutr Sci, 1998, 1: 83-88.

[13] Wulf D M, Emmett R S, Leheska J M, et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability [J]. J Anim Sci, 2002, 80: 1895-1903.

[14] 朱 砺, 李学伟, 李芳琼, 等. 肉质性状与胴体性状间的相关分析 [J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(1): 20-22.

Zhu L, Li X W, Li F Q, et al. The correlation between meat quality traits and carcass traits [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2002, 20(1): 20-22. (in Chinese)