

储彬彬, 刘榜, 付明, 等. 巴鄂杂交猪胴体和肉质性状的测定及性状间相关性分析[J]. 华中农业大学学报, 2020, 39(5): 48-55.

DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2020.05.007

巴鄂杂交猪胴体和肉质性状的测定及性状间相关性分析

储彬彬^{1,3}, 刘榜^{1,2,3,5}, 付明^{1,3},
刘祖红^{1,3}, 郑建保⁴, 王腾飞^{1,3}, 周翔^{1,3,5}

1. 华中农业大学动物科学技术学院, 武汉 430070; 2. 生猪健康养殖省部共建协同创新中心, 武汉 430070;
3. 华中农业大学农业动物遗传育种与繁殖教育部重点实验室, 武汉 430070;
4. 通城县云志生态养殖场, 通城 437400; 5. 湖北省地方猪品种改良工程技术研究中心, 武汉 430070

摘要 为评价巴克夏与鄂通两头乌杂交组合的效果, 以 70 头巴鄂杂交猪(巴克夏为父本, 鄂通两头乌为母本)为研究对象, 对其胴体性状、肉质性状相关指标进行测定, 并对肉质性状和胴体性状进行相关性分析。结果显示: 巴鄂杂交猪宰前活重为(109.10±11.01) kg, 屠宰率为 74.28%±1.99%, 眼肌面积为(31.40±3.57) cm², 背膘厚为(31.65±5.66) mm, 皮厚为(3.32±0.74) mm, 肉色评分 1 为(3.80±0.77)分, 48 h 滴水损失为 2.07%±0.76%。背最长肌中检测到 13 种脂肪酸, 其中饱和脂肪酸含量为 31.92%±7.68%, 不饱和脂肪酸含量为 68.08%±6.18%, 背最长肌中检测到肌苷酸含量为(3.71±0.42) mg/g。相关性分析显示: 巴鄂杂交猪内脂率与背膘厚极显著正相关($P<0.01, r=0.69$), 肌苷酸含量与胴体直长极显著正相关($P<0.01, r=0.4$)。以上结果表明: 巴鄂杂交猪的屠宰性能良好, 平均背膘厚和皮厚适中, 肌肉颜色鲜亮, 系水力好, 不饱和脂肪酸含量和肌苷酸含量较高, 获得了良好的杂交效果。

关键词 巴鄂杂交猪; 胴体性状; 肉质性状; 脂肪酸; 巴克夏; 鄂通两头乌

中图分类号 S 828 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2020)05-0048-08

鄂通两头乌这一培育新品种是以通城猪为育种素材, 引入国外瘦肉型猪, 从其杂交后代中选择两头乌毛色的公、母猪进行横交固定, 继代培育而成^[1]。其保留了通城猪肉质鲜美、抗逆性强等优点。鄂通两头乌在一定程度上促进了通城猪的发展与推广, 但在杜长大等外三元猪市场冲击下, 仍需加大力度对鄂通两头乌进行开发与利用, 开发出更多杂交组合或配套系, 进一步选育出最佳的杂交组合进行推广, 使之朝着高档化猪肉、商品化生产方向发展。

巴克夏是世界上著名的培育品种之一, 具有肌肉品质优良、性成熟早等特点, 同时巴克夏也是我国地方猪种配套生产优质商品猪的适宜父本, 对我国地方猪种的遗传改良起了很重要的作用。我国是猪肉消费大国, 且大部分消费者偏爱吃黑猪肉, 而巴克

夏与多数中国地方猪杂交产生的杂种后代具有毛色变黑、胴体性能提升等特点^[2]。例如, 我国地方品种内江猪、民猪、八眉猪等都与巴克夏进行杂交组合, 育成了著名的山西黑猪^[3]、吉林黑猪^[4]、宁夏黑猪^[5]。这些育成品种在胴体性状、肉质性状上均获得不同程度的提升。本研究以巴克夏与鄂通两头乌的杂交组合(巴鄂杂交猪)为研究对象, 对其胴体、肉质性状进行测定, 旨在为鄂通两头乌的杂交组合效果提供科学依据, 同时也为其他地方猪的杂交组合模式提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验群体

试验猪为 70 头巴鄂杂交猪, 其中包括阉割公猪 40 头、去势母猪 30 头。所有猪只均由湖北省通城

收稿日期: 2020-05-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(31802040)

储彬彬, 硕士研究生. 研究方向: 动物遗传育种. E-mail: 73878964@qq.com

通信作者: 周翔, 博士, 副研究员. 研究方向: 动物遗传育种. E-mail: zhouxiaang@mail.hzau.edu.cn

县云志生态猪场提供,具有相同的营养水平和饲养管理水平。营养水平为:前期料(30~60 kg)DE 12.95 MJ/kg、CP 14.0%、Lys 0.69%;后期料(61~90 kg)DE 12.95 MJ/kg、CP 13.0%、Lys 0.60%。所有试验猪在6月龄时进行屠宰测定。

1.2 性状测定

1) 胴体性状。参照中华人民共和国农业行业标准《瘦肉型猪胴体性状测定技术规范》(NY/T 825—2004)中规定方法进行测定,测定指标包括宰前活重、胴体重、胴体直长、背膘厚、屠宰率、皮厚、眼肌面积。内脂率参照徐三平等^[6]对通城猪内脂率测定,板油和花油之和所占胴体重的比值,即内脂率。

2) 肉质性状。参照中华人民共和国农业行业标准《猪肌肉品质测定技术规范》(NY/T 821—2019)中规定方法进行测定。测定指标包括:肉色评分、大理石纹评分、pH值、肌肉色值和滴水损失。在屠宰后45 min和24 h对肌肉的pH、肉色评分和肌肉色值分别测定1次(每次重复3个测定),分别标记为pH₁、pH₂₄、肉色评分1、肉色评分2、肌肉色值1、肌肉色值2。在屠宰后24 h和48 h分别测定滴水损失,标记为24 h滴水损失和48 h滴水损失。

3) 脂肪酸组成。从左半边胴体取适量背最长肌肌肉搅碎置于自封袋内,放入-80℃冰箱保存,均匀解冻后参考《肉与肉制品脂肪酸测定》(GB/T 9695.2—2008)对肉样前处理,进行油脂的提取与酯化,再参考《食品中脂肪酸测定》(GB/T 5009.168—

2016)中规定方法采用气相色谱法,使用气相色谱仪(型号:安捷伦7890A)测定。试验中所用试剂均按国标GB/T 5009.168—2016要求配制,标准品为37种脂肪酸混标,购于SIGMA公司,货号:CRM-47885,进样针:5 μL 品牌安捷伦,色谱柱型号:HP-88 100 m×0.25 mm×0.2 μL。

4) 肌苷酸含量。从左半边胴体取适量背最长肌肌肉搅碎置于自封袋内,放入-80℃冰箱保存,进行肌苷酸含量测定前需对肉样解冻,具体测定流程参照文献^[7],采用高效液相色谱法进行肌苷酸的测定。

1.3 数据统计分析方法

测定结果用Excel 2016软件进行数据整理、统计,结果以“平均数±标准差”的形式表示。使用SPSS 24.0的Pearson相关系数算法计算胴体性状与肉质性状的相关系数,并进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 胴体性状测定结果

巴鄂杂交猪的胴体性状测定结果为:宰前活重为(109.1±11.01) kg,胴体重为(81.1±8.70) kg,屠宰率为74.28%±1.99%,胴体直长为(98.1±4.83) cm,眼肌面积为(31.40±3.57) cm²,平均背膘厚为(31.65±5.66) mm,6~7肋骨处皮厚为(3.32±0.74) mm,内脂率为5.96%±1.48%。这些指标在阉公猪与阉母猪间差异均不显著。具体数据见表1。

表1 巴鄂杂交猪的胴体性状
Table 1 Carcass traits of Bae hybrid pigs

性状 Trait	巴鄂杂交猪 Bae hybrid pig			总体(n=70) Total (n=70)
	阉公猪(n=40) Castrated boar(n=40)	阉母猪(n=30) Barren sow (n=30)	P值 P value	
宰前活重/kg Live weight at slaughter	112.9±10.61	104.0±9.54	0.47	109.10±11.01
胴体重/kg Weight of carcass	83.83±8.45	77.46±7.74	0.66	81.10±8.70
屠宰率/% Dressing percentage	74.26±1.59	74.30±2.46	0.07	74.28±1.99
胴体直长/cm Length of carcass	99.18±4.68	96.56±4.70	0.96	98.10±4.83
平均背膘厚/mm Average backfat	32.93±6.18	31.27±4.97	0.24	31.65±5.66
皮厚/mm Thickness of skin	3.33±0.77	3.30±0.70	0.53	3.32±0.74
眼肌面积/cm ² Loin eye area	31.34±3.30	31.49±4.00	0.13	31.40±3.57
内脂率/% Percentage of lipid content	5.58±1.10	6.38±0.85	0.19	5.96±1.48

2.2 肉质性状测定

巴鄂杂交猪的肉质性状测定结果为:屠宰后 45 min 测得肉色评分 1 为 (3.80 ± 0.77) 分, 24 h 后测得肉色评分 2 为 (3.31 ± 0.73) 分。pH₁ 为 6.64 ± 0.21 , pH₂₄ 为 5.74 ± 0.12 , 24 h pH 值相比 45 min pH 值有所下降。24 h 滴水损失为 $0.99\% \pm 0.29\%$, 48 h 滴水损失为 $2.07\% \pm 0.76\%$ 。大理石纹

评分为 (1.60 ± 0.68) 分。肌肉色值 1 的 *L* 值(亮度)、*a* 值(红度)、*b* 值(黄度)分别为 43.56 ± 1.83 、 9.70 ± 1.31 、 3.11 ± 1.34 。肌肉色值 2 的 *L* 值、*a* 值、*b* 值分别为 48.89 ± 3.24 、 13.09 ± 1.65 、 4.53 ± 1.64 。说明屠宰后 24 h 肌肉的亮度、红度、黄度比 45 min 所测值有所提升。这些肉质性状在阉公猪与阉母猪间差异均不显著。具体数据见表 2。

表 2 巴鄂杂交猪的肉质性状
Table 2 Meat quality traits of Bae hybrid pigs

性状 Trait	巴鄂杂交猪 Bae hybrid pig			总体(<i>n</i> =70) Total (<i>n</i> =70)	
	阉公猪(<i>n</i> =40) Castrated boar(<i>n</i> =40)	阉母猪(<i>n</i> =30) Barren sow (<i>n</i> =30)	<i>P</i> 值 <i>P</i> vulae		
肉色评分 1(分) Meat color score 1(score)	3.71 ± 0.75	3.92 ± 0.79	0.50	3.80 ± 0.77	
肉色评分 2(分) Meat color score 2(score)	3.23 ± 0.67	3.33 ± 0.83	0.13	3.31 ± 0.73	
大理石纹评分(分) Marbling score(score)	1.68 ± 0.76	1.54 ± 0.41	0.19	1.60 ± 0.68	
pH ₁ 值 pH ₁ value	6.65 ± 0.24	6.63 ± 0.19	0.24	6.63 ± 0.21	
pH ₂₄ 值 pH ₂₄ value	5.72 ± 0.12	5.75 ± 0.10	0.30	5.74 ± 0.12	
24 h 滴水损失/% Drip loss at 24 h	0.99 ± 0.29	0.98 ± 0.28	0.80	0.99 ± 0.29	
48 h 滴水损失/% Drip loss at 48 h	2.10 ± 0.82	2.01 ± 0.67	0.46	2.07 ± 0.76	
肌肉色值 1 Muscle color value 1	<i>L</i>	43.70 ± 2.04	43.36 ± 1.52	0.17	43.56 ± 1.83
	<i>a</i>	9.62 ± 1.34	9.80 ± 1.27	0.88	9.80 ± 1.27
	<i>b</i>	3.22 ± 1.40	2.95 ± 1.24	0.50	2.95 ± 1.24
肌肉色值 2 Muscle color value 2	<i>L</i>	49.26 ± 3.33	48.59 ± 3.12	0.82	48.89 ± 3.24
	<i>a</i>	12.99 ± 1.93	13.22 ± 1.69	0.93	13.22 ± 1.69
	<i>b</i>	4.62 ± 1.68	4.41 ± 1.59	0.37	4.41 ± 1.59

注:滴水损失样品数为 3,pH 样品数为 2,其他样品数为 1。pH、肌肉色值每个样品重复 3 次测定。Note: The number of samples lost by dripping is 3. The number of pH samples is 2, and the number of other samples is 1; the pH and muscle color values are determined three times for each sample.

2.3 脂肪酸组成

在巴鄂杂交猪背最长肌中检测到 13 种脂肪酸,包括 3 种饱和脂肪酸(肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸)和 10 种不饱和脂肪酸(肉豆蔻烯酸、棕榈油酸、油酸、亚油酸、二十一碳酸、 γ 亚麻酸、 α 亚麻酸、二十碳二烯酸、二十碳三烯酸、顺芥子酸)。检测的 13 种脂肪酸中,油酸所占比例最高($34.23\% \pm 8.96\%$),二十一碳酸所占比例最低($0.02\% \pm 0.06\%$),巴鄂杂交猪饱和脂肪酸含量为 $31.92\% \pm 7.68\%$,不饱和脂肪酸含量为 $68.08\% \pm 6.18\%$,其中单不饱和脂肪酸含量为 $32.50\% \pm 6.65\%$,多不饱和脂肪酸含量为 $35.58\% \pm 9.87\%$,阉公猪与阉母猪间差异均不显著。具体数据见表 3。

2.4 肌苷酸含量

采用高效液相色谱法测定 46 头巴鄂杂交猪背最长肌中肌苷酸含量,结果显示,巴鄂杂交猪肌苷酸含量为 (3.71 ± 0.42) mg/g(*n*=46),其中,阉公猪的肌苷酸含量为 (3.73 ± 0.31) mg/g(*n*=26),阉母猪的为 (3.69 ± 0.59) mg/g(*n*=20),肌苷酸含量在阉公猪与阉母猪间差异不显著。

2.5 胴体性状和肉质性状的相关性分析

在胴体性状测定指标中,胴体直长与平均背膘厚极显著负相关($P < 0.01$, $r = -0.34$),与皮厚极显著正相关($P < 0.01$, $r = 0.33$),内脂率与平均背膘厚极显著正相关($P < 0.01$, $r = 0.69$),与皮厚极显著负相关($P < 0.01$, $r = -0.37$),平均背膘厚与胴体重极

显著正相关($P < 0.01, r = 0.37$)。在肉质性状测定指标中,肌苷酸含量与肉色评分 1 显著正相关($P < 0.05, r = 0.37$),48 h 滴水损失与 pH₁ 存在极显著负相关($P < 0.01, r = -0.56$)。此外,胴体性状与肉质性状也存在显著相关,内脂率和大理石纹显著正相

关($P < 0.05, r = 0.29$),肌苷酸含量与胴体直长极显著正相关($P < 0.01, r = 0.4$),平均背膘厚与 pH₁ 极显著负相关($P < 0.01, r = -0.34$),与 48 h 滴水损失显著正相关($P < 0.05, r = 0.26$),详细结果见表 4。

表 3 巴鄂杂交猪背最长肌脂肪酸组成

Table 3 Fatty acid composition of longissimus dorsi in Bae hybrid pigs

脂肪酸种类 Sort of fatty acid	简写 Abbreviation	巴鄂杂交猪 Bae hybrid pig			总体($n=70$)/% Total ($n=70$)
		阉公猪($n=40$)/% Castrated boar($n=40$)	阉母猪($n=30$)/% Barren sow ($n=30$)	P 值 P vulae	
肉豆蔻酸 Myristic acid	C14 : 0	0.88±0.34	0.78±0.42	0.67	0.83±0.40
肉豆蔻烯酸 Myristoleic acid	C14 : 1	1.02±3.76	0.82±2.29	0.10	0.92±3.52
棕榈酸 Palmitic acid	C16 : 0	20.13±6.67	22.80±5.95	0.33	21.34±6.32
棕榈油酸 Palm oleic acid	C16 : 1	2.02±0.86	2.34±1.11	0.19	2.16±0.98
硬脂酸 Stearic acid	C18 : 0	9.24±1.71	10.33±2.90	0.16	9.74±2.35
油酸 Oleic acid	C18 : 1(1n9c)	34.86±9.12	33.46±9.02	0.76	34.23±8.96
亚油酸 Linoleic acid	C18 : 2(n6c)	16.67±3.40	16.64±3.30	0.94	16.66±3.30
α -亚麻酸 α -Linolenic acid	C18 : 3(n3)	1.78±4.91	1.56±3.86	0.86	1.67±6.61
γ -亚麻酸 γ -Linolenic acid	C18 : 3(n6)	0.51±0.31	0.51±0.37	0.98	0.51±0.33
二十一碳酸 Twenty-one carbonic acid	C20 : 1	0.01±0.05	0.04±0.08	0.07	0.02±0.06
二十碳二烯酸 Eicosadienoic acid	C20 : 2	0.13±0.17	0.16±0.18	0.50	0.15±0.19
二十碳三烯酸 Eicosatrienoic acid	C20 : 3n6	0.89±0.49	0.95±0.60	0.52	0.92±0.57
顺芥子酸 Acridine acid	C22 : 1n9	12.20±2.84	12.72±4.11	0.50	12.44±3.44
饱和脂肪酸 Saturated fatty acid	SFA	30.25±7.64	33.91±6.38	0.67	31.92±7.68
不饱和脂肪酸 Unsaturated fatty acid	UFA	69.74±8.43	66.08±6.37	0.19	68.08±6.18
单不饱和脂肪酸 Monounsaturated fatty acids	MUFA	32.39±6.33	32.59±5.51	0.97	32.50±6.65
多不饱和脂肪酸 Polyunsaturated fatty acids	PUFA	37.15±8.51	33.69±7.69	0.30	35.58±9.87

3 讨论

3.1 胴体性状

我国地方猪通常采用“一外一内”(二元杂交)、“两外一内”(三元杂交)的杂交生产模式来改良胴体性能^[8]。本研究利用巴克夏与含有 50% 外血的鄂通两头乌杂交产生巴鄂杂交猪,其屠宰率为 74.28%,略高于通城猪(72.66%)、鄂通两头乌(73.92%)^[9],略低于大白×长白×通城猪(75.16%)^[10],与杜洛克×(大白×大蒲莲猪)三元杂交猪(74.70%)^[11]接近。眼肌面积与产肉量相关,眼肌面积越大,产肉量越高,反之亦然^[12]。巴鄂杂交猪眼肌面积 31.40 cm²,高于鄂通两头乌(25.03 cm²)和通城猪(21.28 cm²)^[9],与大白×长白×通城

猪三元杂交猪(31.45 cm²)^[10]接近;平均背膘厚一方面可以反映胴体中脂肪的含量,另一方面可以说说明瘦肉率的高低^[13]。本研究中巴鄂杂交猪平均背膘厚为 31.65 mm,低于鄂通两头乌(34.73 mm)及通城猪(38.80 mm)^[9],与大白×长白×通城猪三元杂交猪(31.88 mm)接近^[10];皮厚影响猪肉的口感,消费者可以通过肉眼直接观察到。本研究中巴鄂杂交猪皮厚为 3.32 mm,低于鄂通两头乌(3.94 mm)、通城猪(4.47 mm)^[9]及巴莱猪(巴克夏×莱芜猪)(3.8 mm)^[14],略高于大白×长白×通城猪三元杂交猪(2.93 mm)^[10]。由此可见,巴鄂杂交猪相比鄂通两头乌和通城猪,其胴体性状中的屠宰率、眼肌面积、背膘厚等性状均有提升,且胴体性状与其他杂交组合相比也有优势,说明巴鄂杂交猪获得了良好的杂交改良效果。

表 4 巴鄂杂交猪胴体性状、肉质性状相关性分析
Table 4 Correlation analysis of carcass traits and meat quality in Bae hybrid pigs

参数 Parameter	LW	CW	CL	ABFT	ST	LA	PLC	IMP	MCS ₁	MCS ₂	MS	pH ₁	pH ₂₄	DL ₁	DL ₂	
LW	1															
CW	0.97**	1														
CL	0.64**	0.62**	1													
ABFT	0.29*	0.37**	-0.34**	1												
ST	0.18	0.13	0.33**	-0.30*	1											
LA	0.15	0.18	-0.08	0.14	-0.07	1										
PLC	0.23	0.27*	-0.32*	0.69**	-0.37**	0.27*	1									
IMP	0.30*	0.35*	0.40**	-0.01	0.05	-0.13	-0.23	1								
MCS ₁	0.14	0.15	0.14	0.04	-0.05	0.08	-0.10	0.37*	1							
MCS ₂	0.11	0.15	0.02	0.14	-0.18	0.16	-0.05	-0.01	0.46**	1						
MS	0.12	0.07	-0.06	0.23	-0.06	0.08	0.29*	-0.22	-0.32**	-0.19	1					
pH ₁	-0.06	-0.03	0.25	-0.34**	0.13	-0.09	-0.21	0.25	-0.01	0.02	-0.37**	1				
pH ₂₄	0.02	0.06	0.10	-0.06	0.08	-0.16	-0.01	0.15	0.16	0.12	-0.16	0.38**	1			
DL ₁	0.13	0.12	-0.10	0.26*	-0.13	-0.06	0.09	0.06	0.00	0.05	0.27*	-0.56**	-0.25	1		
DL ₂	0.14	0.13	-0.13	0.26*	0.06	0.09	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07	-0.56**	-0.53**	-0.69**	1	

注: * 表示显著相关($0.01 < P < 0.05$), ** 表示极显著相关($P < 0.01$); LW:宰前活重; CW:宰前活重; CL:胴体重; ABFT:胴体直长; MS:平均背膘厚; ST:皮厚; LA:眼肌面积; PLC:内脂率; IMP:肌苷酸含量; MCS₁:肉色评分 1; MCS₂:肉色评分 2; MS:大理石纹评分; pH₁:屠宰后 45 min 的 pH; pH₂₄:屠宰后 24 h 的 pH; DL₁:24 h 滴水损失; DL₂:48 h 滴水损失。Note: * indicates significant correlation ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant correlation ($P < 0.01$); LW: Live weight at slaughter; CW: Carcass weight; CL: Carcass length; ABFT: Average backfat thickness; ST: Skin thickness; LA: Loin eye area; PLC: Percentage of lipid content; IMP: Inosine monophosphate; MCS₁: 45 min muscle color score; MCS₂: 24 h muscle color score; MS: Marbling score; pH₁: 45 min pH after slaughter; pH₂₄: 24 h pH after slaughter; DL₁: 24 h drip loss; DL₂: 48 h drip loss.

3.2 肉质性状

品种是影响猪肉品质的重要因素之一^[15]。本次杂交试验所选取的巴克夏、鄂通两头乌均具有肉质鲜美的特点。其杂交后代巴鄂杂交猪肉色评分为3.31分,略低于鄂通两头乌(3.58分)^[9],高于金华猪(3.28分)^[16],高于长白×大白×通城猪三元杂交猪(3.00分)^[10],与荣昌猪(3.41分)^[17]接近。 pH_{24} 为5.74,与鄂通两头乌(5.78)^[9]、通城猪(5.83)^[9]、皖南黑猪(5.86)^[18]非常接近。48 h滴水损失是反映猪肉系水力的重要指标,而系水力不仅能影响肉的多汁性、嫩度、色泽等食用品质,还能影响肉制品的加工质量^[19]。正常肉的滴水损失为1.5%~5.0%,巴鄂杂交猪滴水损失为2.07%,相比杜长大(3.35%)^[20]等外三元猪要低,说明巴鄂杂交猪猪肉保水性较强。另外,本试验所测 pH_{24} 值(5.74)比 pH_1 值(6.64)有所下降,而且24 h测得肌肉色值 L (亮度)要比45 min测得的要高,这与周李生等^[21]报道的肌肉中 pH 会随着时间增长而降低、并且肌肉亮度会提升相符。

3.3 脂肪酸组成和肌苷酸含量

脂肪酸组成作为猪肉中营养成分的评价指标,其含量与组成会直接影响猪肉的 pH 、嫩度、风味和多汁性。近年来发现脂肪酸对人体健康非常重要。研究表明,摄入食物中饱和脂肪酸含量过高容易引起血液中胆固醇升高,从而增加患慢性疾病如心血管疾病和中风的风险^[22]。而不饱和脂肪酸中的单不饱和和脂肪酸主要有降低血糖、调节血脂作用,多不饱和脂肪酸具有预防慢性疾病、抗炎、改善脂质代谢、提高机体免疫力等作用^[23],巴鄂杂交猪饱和脂肪酸含量较低(31.92%),低于鄂通两头乌(42.43%)^[7]、巴梅猪(巴克夏×梅山猪)(41.90%)以及杜洛克(50.48%)。巴鄂杂交猪不饱和脂肪酸含量较高(68.08%),高于鄂通两头乌(58.70%)、杜洛克(49.52%)以及巴梅猪(56.62%)^[7,24],且检测到巴鄂杂交猪含有2种必需脂肪酸,分别是亚油酸(16.66%)和 α -亚麻酸(1.67%),进一步说明巴鄂杂交猪肉质含有较高的营养价值。

肌苷酸含量作为猪肉中风味物质评价指标,其中核糖和次黄嘌呤被认为是肉类风味形成和发展的重要组成成分,对猪肉口感及鲜味起着重要的作用。本研究测得巴鄂杂交猪肌苷酸含量为3.71 mg/g,高于杜洛克×长白×大白(1.45 mg/g)、杜洛克×长

白×金华猪(1.89 mg/g)三元杂交猪,也高于长白×大白(2.25 mg/g)、杜洛克×金华猪(2.38 mg/g)二元杂交猪^[25-26],同时高于鄂通两头乌(3.20 mg/g)、鲁烟白猪(2.31 mg/g)等地方培育品种,但低于地方品种莱芜猪(3.99 mg/g)^[7,27],说明巴鄂杂交猪肉味鲜美,肌苷酸含量较为丰富,遗传了鄂通两头乌和巴克夏优良的肉质基因。

参考文献 References

- [1] 徐三平,刘榜,吴招甫,等.以通城猪为素材的新品种培育——“鄂通两头乌”[J].中国猪业,2014(11):66-68. XU S P, LIU B, WU Z F, et al. Breeding of new breeds based on Tongcheng pig[J]. China swine industry, 2014(11):66-68(in Chinese).
- [2] 黄若涵.中国猪与巴克夏逾千年的越洋之恋对话张伟力教授[J].猪业科学,2014,31(7):46-48. HUANG R H. A dialogue between Chinese pig and Berkshire relationship with Professor Zhang Weili [J]. Swine industry science, 2014, 31(7):46-48(in Chinese).
- [3] 苏向花,田晓丽,张凤.地方猪种——山西黑猪[J].中国猪业,2010,5(10):21. SU X H, TIAN X L, ZHANG F. Local pig breeds—Shanxi black pig [J]. China swine industry, 2010, 5(10):21(in Chinese).
- [4] 金鑫,李娜,李兆华,等.吉林黑猪现状调查报告[J].猪业科学,2013,30(10):126-127. JIN X, LI N, LI Z H, et al. Investigation report on the status of Jilin black pig[J]. Swine industry science, 2013, 30(10):126-127(in Chinese).
- [5] 刘顺德.宁夏黑猪背最长肌常规营养成分含量、组织学特性和肉质特性研究[D].兰州:甘肃农业大学,2006. LIU S D. Study on basic nutrition composition contents, histology characteristics and meat quality characteristics of longissimus muscle for Ningxia black swine[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2006 (in Chinese with English abstract).
- [6] 徐三平,唐中林,杜亚球,等.通城猪的生长、胴体及肉质性状相关分析[J].中国畜牧杂志,2006(3):14-16. XU S P, TANG Z L, DU Y Q, et al. Correlation analysis of growth, carcass and meat quality traits of Tongcheng pig[J]. China animal husbandry & veterinary medicine, 2006(3):14-16 (in Chinese).
- [7] 向胜男.鄂通两头乌与通城猪胴体、肉质等性状的比较研究[D].武汉:华中农业大学,2018. XIANG S N. Comparative study of carcass performance, meat quality and other traits between Etong Liang-Tou-Wu and Tongcheng pig[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2018(in Chinese with English abstract).
- [8] 刘莹,龙欢,牛丽珠,等.杜陆与杜隆陆猪生长、胴体及肉质性状的比较分析[J].畜牧兽医学报,2018,49(12):47-54. LIU Y, LONG H, NIU L Z, et al. Comparison of growth, carcass and

- meat quality traits between Dulu and Dulonglu Pigs[J]. *Acta veterinaria et zootechnica sinica*, 2018, 49(12): 47-54 (in Chinese with English abstract).
- [9] 付明, 刘榜, 徐三平, 等. 鄂通两头乌与通城猪生长、胴体、肉质性状及血液生理生化指标的比较分析[J]. *华中农业大学学报*, 2020, 39(5): 35-40. FU M, LIU B, XU S P, et al. Comparative analysis of growth, carcass, meat quality traits and blood physiological and biochemical indexes of Etong Two-End-Black and Tongcheng pigs[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2020, 39(5): 35-40 (in Chinese with English abstract).
- [10] 梁国明, 彭中镇, 刘榜, 等. 长×大×通、大×长×通杂交猪及其亲本的生长性能、胴体性状和肉品质比较研究[J]. *中国畜牧兽医*, 2017, 44(4): 1009-1015. LIANG G M, PENG Z Z, LIU B, et al. Study on comparing growth performance, carcass traits and meat quality among Landrace×Yorkshire×Tongcheng, Yorkshire×Landrace×Tongcheng hybrid pigs and their parental line[J]. *Acta veterinaria et zootechnica sinica*, 2017, 44(4): 1009-1015 (in Chinese with English abstract).
- [11] 郭建凤, 王彦平, 王诚, 等. 杜大蒲三元杂交猪育肥性能及胴体肉品质研究[J]. *广东饲料*, 2014, 23(9): 27-29. GUO J F, WANG Y P, WANG C, et al. Study on fattening performance and carcass quality of Du Dapu three way cross pig[J]. *Guangdong feed*, 2014, 23(9): 27-29 (in Chinese).
- [12] BERGAMACHI M, MALTECCA C, FIX J, et al. Genome-wide association study for carcass quality traits and growth in purebred and crossbred pigs [J/OL]. *Journal of animal science*, 2020, 98(1): skz360 [2020-05-18]. <https://academic.oup.com/jas/article/98/1/skz360/5643613>. DOI: 10.1093/jas/skz360.
- [13] ZHUANG Z W, LI S Y, DING R G, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies for loin muscle area and loin muscle depth in two Duroc pig populations [J/OL]. *PLoS One*, 2019, 14(6): e0218263 [2020-05-18]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31188900/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0218263.
- [14] 刘孟洲, 权群学, 包高良, 等. 巴克夏猪、莱芜猪及其巴×莱杂种 F1 代肥育猪胴体肉质测定研究[J]. *养猪*, 2019(2): 71-72. LIU M Z, QUAN Q X, BAO G L, et al. Determination of carcass meat quality of Barkshire pig, Laiwu pig and Barkshire×Laiwu hybrid pig[J]. *Swine production*, 2019(2): 71-72 (in Chinese).
- [15] ALONSO V, MUELA E, GUTTIERRIZO B, et al. The inclusion of Duroc breed in maternal line affects pork quality and fatty acid profile[J]. *Meat science*, 2015, 107: 49-56.
- [16] 徐忠, 肖倩, 张哲, 等. 金华猪杂交组合繁殖、育肥、胴体与肉质性能的研究[J]. *畜牧与兽医*, 2018, 50(3): 6-9. XU Z, XIAO Q, ZAHNG Z, et al. A test of the effect of designed crosses on the reproductive performance, growth performance, slaughter performance and meat quality of Jinhua pigs[J]. *Animal husbandry & veterinary medicine*, 2018, 50(3): 6-9 (in Chinese with English abstract).
- [17] 章杰, 罗宗刚, 陈磊, 等. 荣昌猪和杜洛克猪肉质及营养价值的比较分析[J]. *食品科学*, 2015, 36(24): 127-130. ZAHNG J, LUO Z G, CEHN L, et al. Comparative analysis of meat quality and nutritive value between Rongchang and Duroc pigs[J]. *Food science*, 2015, 36(24): 127-130 (in Chinese with English abstract).
- [18] 李小金, 钱坤, 刘林清, 等. 皖南黑猪和大约克猪胴体及肉质性状比较研究[J]. *养猪*, 2015(5): 57-60. LI X J, QIAN K, LIU L Q, et al. A comparative study on the carcass traits and meat quality of Wannan black pig and Yorkshire pig[J]. *Swine production*, 2015(5): 57-60 (in Chinese with English abstract).
- [19] OTTO G, ROEHE R, LOOFT H, et al. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs[J]. *Meat science*, 2006, 72(4): 680-687.
- [20] 杨杰, 周李生, 刘先先, 等. 莱芜猪与杜长大三元杂交猪肉质性状种质资源比较研究[J]. *畜牧兽医学报*, 2014, 45(11): 1752-1759. YANG J, ZHOU L S, LIU X X, et al. A comparative study of meat quality traits between Laiwu and DLY pigs[J]. *Acta veterinaria et zootechnica sinica*, 2014, 45(11): 1752-1759 (in Chinese with English abstract).
- [21] 周李生, 杨杰, 刘先先, 等. 苏太猪宰后 72 h pH 和肉色性状的全基因组关联分析[J]. *中国农业科学*, 2014, 47(3): 564-573. ZHOU L S, YANG J, LIU X X, et al. Genome-wide association analyses for muscle pH 72 h value and meat color traits in Sui tai pigs[J]. *Scientia agricultura sinica*, 2014, 47(3): 564-573 (in Chinese with English abstract).
- [22] KATAN M B, ZOCCO P L, MENSINK R P. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview[J]. *The American journal of clinical nutrition*, 1994, 60(6 Suppl): 1017-1022.
- [23] WEBB E C, O'NEILL H A. The animal fat paradox and meat quality[J]. *Meat science*, 2008, 80: 28-36.
- [24] 魏宗友, 许惠中, 王伟, 等. 梅山猪及其与杜洛克、巴克夏杂交猪肌肉氨基酸和脂肪酸含量的测定[J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2020(1): 28-29, 31. WEI Z Y, XU H Z, WANG W, et al. Determination of amino acid and fatty acid content in muscle of Meishan pig and its crossbreeding pigs with Duroc and Berkshire[J]. *Shanghai journal of husbandry and veterinary medicine*, 2020(1): 28-29, 31 (in Chinese).
- [25] 呼红梅, 郭建凤, 朱荣生, 等. 不同品种猪背最长肌肌苷酸和肌内脂肪含量的比较[J]. *扬州大学学报(农业与生命科学版)*, 2011, 32(3): 34-36. HU H M, GUO J F, ZHU R S, et al. Comparison of the content of inosinic acid and intramuscular fat in different breeds of pigs[J]. *Journal of Yangzhou University (agricultural and life science edition)*, 2011, 32(3): 34-36 (in Chinese).
- [26] 宋倩倩, 张金枝, 刘健, 等. 不同品种猪背最长肌风味物质的研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2016, 52(19): 9-12. SONG Q Q, ZHANG J Z, LIU J, et al. Study on flavor compounds of longissimus

muscle of different breeds of pigs[J]. China animal husbandry & veterinary medicine, 2016, 52(19): 9-12 (in Chinese).
 [27] 王宪龙. 野莱 F1 代猪肉品质研究[D]. 泰安: 山东农业大学,

2011. WANG X L. Study on meat qualities of F1 hybrid with boar and Laiwu pigs[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2011 (in Chinese with English abstract).

Measurement and correlation analysis of carcass and meat quality traits in Bae hybrid pigs

CHU Binbin^{1,3}, LIU Bang^{1,2,3,5}, FU Ming^{1,3}, LIU Zuhong^{1,3},
 ZHENG Jianbao⁴, WANG Tengfei^{1,3}, ZHOU Xiang^{1,3,5}

1. College of Animal Sciences & Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Key Laboratory of Agricultural Animal Genetics, Breeding and Reproduction, Ministry of Education,

Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

3. The Cooperative Innovation Center for Sustainable Pig Production, Wuhan 430070, China;

4. Yunzhi Ecological Farm in Tongcheng County, Tongcheng 437400, China;

5. The Engineering Technology Research Center of Hubei Province Local Pig Breed Improvement, Wuhan 430070, China

Abstract In order to evaluate the breeding effect of the hybrid combination of Barkshire and Etong Two-End-Black pig, the carcass and meat quality traits were measured in 70 Bae hybrid pigs (Barkshire × Etong Two-End-Black). The results showed that the body weight of Bae hybrid pigs was (109.10 ± 11.01) kg, the slaughter percentage was $74.28\% \pm 1.99\%$, the loin eye area was (31.40 ± 3.57) cm², the backfat thickness was (31.65 ± 5.66) mm, the skin thickness was (3.32 ± 0.74) mm, the flesh color score 1 was 3.80 ± 0.77 , and the drip loss at 48 h after slaughter was $2.07\% \pm 0.76\%$. Thirteen fatty acids were detected in the dorsal longest muscle, of which the saturated fatty acid content was $31.92\% \pm 7.68\%$, the unsaturated fatty acid content was $68.08\% \pm 6.18\%$, and the inosine monophosphate content detected in the longest muscle of the back was (3.71 ± 0.42) mg/g. Correlation analysis showed that the fat percentage of the Bae hybrid pigs was significantly positively correlated with the backfat thickness ($P < 0.01, r = 0.69$), and the inosine monophosphate content was significantly positively correlated with the carcass length ($P < 0.01, r = 0.4$). To sum up, the results of this study showed that the slaughter performance of Bae hybrid pigs was great, the backfat thickness and skin thickness were moderate, the muscle color was bright, the line was good in hydraulic power, and the hybridization effect obtained was great.

Keywords Bae hybrid pigs; carcass traits; meat quality traits; fatty acids; Barkshire; Etong Two-End-Black

(责任编辑: 边书京)