

营养及饲养条件对猪肉品质影响的研究进展

高新, 屠康*, 董庆利

(南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 猪肉是我们膳食中不可缺少的优质蛋白质来源。猪肉品质受品种、年龄、营养状况、性别、屠宰方法、宰后的生物化学变化、加工方法等很多因素的影响, 其中营养及饲养条件对猪肉品质有明显影响。本文从饲养状况、饲料热能水平、饲料营养成分(包括蛋白质和氨基酸、脂肪、矿物质和维生素)、生长促进剂(包括重组猪生长激素、 β -兴奋剂、L-肉碱、甜菜碱、莫哈夫丝兰提取物和矿物质)等方面对猪肉品质影响的研究进展做了综述。

关键词: 饲养; 猪肉; 品质

Progress Review on the Effects of Dietary Nutrition and Breeding on Pork Quality

GAO Xin, TU Kang*, DONG Qing-li

(College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: Pork is indispensable to our everyday diet which contains high-quality protein, and the quality of pork is influenced by many factors such as genotype, sex, age, nutrition, slaughtering, biochemistry change and carcass processing. Among these, nutrition and breeding are noticeable ones. In this paper, the studies on breeding aspect, energy level and feed nutrition, including exogenous porcine somatotropin (PST), β -incitant, L-novain, lycine, *Rucca Schidigera* and electrolyte, which would affect the pork quality were also reviewed.

Key words: breeding; pork; quality

中图分类号: S879.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)03-0242-05

肉质质量的控制在今天正日趋显得重要。猪肉品质可以分为营养组成品质、消费品质、加工品质和食品安全性几方面。综合 Kauffman 等^[1]的定义, 好的猪肉品质应包括在运输、屠宰、加工和适期贮藏后不易失水、变质、变形和失去营养, 这样的猪肉才具有经济和食用价值。

在肉质控制上, 营养起着重要的作用, 这些因素有热能、蛋白质水平(氨基酸)、饲料中的脂肪等, 近来的研究表明, 某些特定成分对于控制引起肉质变化的代谢和生化过程很重要。这些成分包括VE、硒、铬、莫哈夫丝兰提取物、肉碱、甜菜碱、饲料中的矿物质(特别是钙)等, 这些因素可分别或配合影响上述肉质指标。本文综述了各种营养因素及饲养条件对猪肉品质影响的研究进展, 为提高和改善猪肉品质的深入研究提供科学依据。

1 饲养状况对猪肉品质的影响

饲养状况对猪肉品质有一定影响。在 Ellis^[2]和 Warkup^[3]的2个试验均表明, 猪肉的肉质水平尽管反映在自由采食和限制饲养上的差异较小, 但自由采食更趋向有利于肉质的改善。研究结果表明, 自由采食和限制饲养的采食量相差20%; 到80kg体重时, 除风味强度外, 所有指标均达显著差异。自由采食有利于提高猪肉的嫩度和多汁性, 增加脂肪硬度; 而限制饲养可以提高瘦肉率, 增加多不饱和脂肪酸比例。Wood等用大白猪和杜洛克猪进行试验发现, 尽管自由采食和限食20%的猪生长速度、背膘厚及背最长肌中脂类、水分含量等存在显著差异, 但饲养水平影响猪肉品质的机制尚不清楚。

自由采食时嫩度和多汁性的提高可能不仅仅是因为肌肉脂肪的增加, 肉质的改善可能与生长速度快也有关, 瘦肉的快速沉积是最重要的原因。沉积瘦肉的速度快, 意味着蛋白质的周转代谢也快, 则肌纤维降解酶系活性升高, 从而改善嫩度。研究认为, 猪生长速

收稿日期: 2005-04-06

*通讯作者

作者简介: 高新(1967-), 女, 博士研究生, 研究方向为动物营养与肉品质量控制。

度快时,肌肉内新合成的胶原蛋白的比例就高,即盐溶性胶原蛋白含量高,因其交联程度小,溶解性高,故猪肉嫩度得以改善。

2 饲料热能水平对猪肉品质的影响

有关热能水平或摄入量对猪生长速度、胴体构成影响的研究较多,并发现热能的效应与猪的瘦肉组织生长潜力有关。Stahly^[4]报道说瘦肉生长潜力高的猪,限制其热能摄入量,对胴体脂肪和瘦肉量影响较小,但增加单位瘦肉生长所需的饲料量;相反,对较肥而早熟型的猪限食同样的能量,单位瘦肉生长所需的饲料量下降,并且显著减少胴体脂肪量,说明热能水平对脂用型猪的瘦肉率变化的影响更明显。

热能水平对猪肉品质影响的研究报道较少。在屠宰前一个月喂加能饲料,对猪肉品质无明显影响。研究表明,热能水平对胶原蛋白总量的影响很小,但可显著影响盐溶性和酸溶性胶原蛋白的比例及胶原蛋白的交联程度^[5]。Wu 等发现,饲以高能日粮时,提高了牛背最长肌中胶原蛋白的溶解性。Aberle 等^[6]比较了低热能和高热能饲料对牛肉品质的影响,结果也发现,低热能饲料降低了牛肉胶原蛋白的溶解性,从而导致牛肉嫩度下降。目前尚不清楚热能水平对肉质的影响是否与生长速度有关。

3 饲料营养成分对猪肉品质的影响

3.1 蛋白质和氨基酸

饲料蛋白质和氨基酸(尤其是氨基酸)水平对猪生长速度、瘦肉和脂肪沉积率的影响已有不少研究。一部分研究还涉及到多肽的应用。Stahley^[7]研究表明,猪在20~120kg期间,日粮蛋白质缺乏一个百分点,肌肉生长每日下降45~90g,1kg瘦肉增重所需饲料增加0.3~0.74g,背膘厚增加0.05~0.09英寸;相反,日粮含过量氨基酸(相当于一个百分点的蛋白质),瘦肉生长效率降低,饲料/瘦肉比增加0.14~0.30,胴体脂肪减少0.02~0.06英寸。因为机体将过量的氨基酸分解排出体外是耗能的过程,从而减少了脂肪沉积。在低蛋白饲料中添加氨基酸则可减少过量摄入,从而使背膘厚稍有增加。

有关饲料蛋白质和氨基酸摄入量对猪肉食用品质的影响研究较少。Davey 发现用高蛋白饲料饲喂瘦肉型猪,可提高瘦肉率,降低肌肉内脂肪水平,肉的嫩度下降。Goerlertal 研究了饲料蛋白质水平对28~104kg猪肉品质的影响,结果发现,随饲料蛋白质水平增加,胴体背膘下降,瘦肉率增加,肌肉大理石纹趋于下降,肉嫩度下降。说明低蛋白质水平能提高食用品质,其原因可能是肌肉内脂肪含量的升高和低蛋白饲料促使体内蛋白质周转加快所致。研究表明,日粮蛋白质摄入不足可能降低胶原蛋白的合成数量,并减少胶原蛋白交

联结构的形成,这可能是低蛋白饲料改善肉嫩度的另一原因。

3.2 脂肪

饲料脂肪不仅影响胴体脂肪的数量而且影响脂肪酸的形成,从而影响猪肉食用品质。Stahley^[7]报道,在高能饲料中,每增加1%脂肪,猪背膘厚会增加0.024~0.059cm,但肌肉沉积率无明显改变。在温暖环境中,添加脂肪的作用更明显。脂肪的这种效应取决于脂肪酸的饱和程度。添加不饱和脂肪酸则可抑制体脂的合成^[4]。Clarke 等^[8]报道,海产鱼油含有高度不饱和脂肪酸EPA(C_{20:5})和DHA(C_{22:6}),二者对脂肪酸合成酶的抑制作用很强;不仅可抑制脂肪组织中脂肪的合成,而且可抑制肝脏组织的脂肪合成。Cook 发现不饱和脂肪酸对脂肪合成的抑制作用需在连续摄入不饱和脂肪酸时才能发生。

杨凤等^[9]报道说猪肉脂肪酸的组成在很大程度上受饲料脂肪种类的影响。饲喂不饱和脂肪酸可增加胴体不饱和脂肪酸的含量,使体脂变软。增加猪肉中不饱和脂肪酸,特别是 ω -3型多不饱和脂肪酸如EPA和DHA的含量,有利于提高猪肉的保健价值,因EPA和DHA可预防人类心血管疾病的产生,有助于脑的发育等。但随着猪肉中不饱和脂肪酸的比例增加,猪胴体脂肪变软,脂肪氧化酸败程度增加,猪肉产生异味(如鱼腥味等),猪肉品质下降。有研究表明,在10~100kg阶段,饲料中添加1%或3%鱼油对猪的生长性能、瘦肉率、胴体脂肪等无显著影响,但显著增加脂肪中多不饱和脂肪酸(C_{20:5}, C_{22:5}, C_{22:6})的含量,脂肪异味和臭味增大,且随鱼油的用量增加更明显。肥育期停用鱼油,或同时高量添加维生素E有助于缓解这一问题。共轭亚油酸(CLA)具有多种代谢效应,如降低脂肪沉积,提高脂肪饱和程度,调节免疫功能,抑制癌症,降低血脂。CLA可降低猪体脂沉积,提高瘦肉率,增加脂肪硬度,改善背脊肌肉的质量。CLA的作用效果与猪的基因型和性别有着较复杂的关系^[10,11]。Heckart 发现,CLA对瘦肉沉积潜力高的猪效果更好^[12]。

3.3 矿物元素

3.3.1 钙

钙是肌肉收缩和肌原纤维降解酶系的激活剂,对肉的嫩度有很大的影响。向猪胴体中注入氯化钙可显著改善肉的嫩度,但饲料中添加钙是否改善肉质尚不清楚^[13]。但饲料中补充维生素D₃对肌肉终点pH值的影响不如镁明显^[14]。

3.3.2 镁

镁是能量和蛋白质代谢的重要辅酶。近年来,这方面的研究是一个新热点。作为钙的拮抗剂,镁可抑制骨骼肌活动,降低神经递质的分泌,抑制神经肌肉的兴奋性。注射镁可降低糖酵解,提高肌肉终点pH。

日粮添加镁可缓解猪的应激。因此,日粮添加镁可以改善猪肉品质。这在近期的研究中得到了证实^[11]。日粮添加镁,提高终点pH,增加系水力,降低PSE猪肉发生率。但在不同研究中,镁的效果存在差异,原因可能与镁化合物种类、添加剂量、添加时间长短和动物的遗传特性有关,而关键因素是血液镁的提高程度^[15,16]。D'Souza等^[17]的研究认为,血液镁至少应提高10%才有效。达到此水平的镁添加量取决于化合物种类。对有机镁盐(天冬氨酸镁或富马酸镁),屠宰前需连续5d在日粮中添加1g元素Mg/kg饲料;而对硫酸镁,添加量需要2g元素Mg/kg饲料。然而,即使达到要求的血液镁浓度,效果也不一致。VanLaack的研究未发现镁对肉质的改善作用,并认为可能与猪的遗传基础不同有关^[18]。

3.3.3 铜

高铜(125~250mg/kg)是我国目前养殖生产上广泛应用的生长促进剂。高铜对猪肉品质有不良影响,使体脂变软,发生率高达80%。由于不饱和脂肪酸含量和肌肉铜含量增高,脂类氧化程度增加,容易产生WOF。但由于铜也是超氧化物歧化酶的辅助因子,构成机体抗氧化系统的第一道防线,对防止自由基产生有重要作用,因而铜在饲料中也不能缺乏,应达到正常含量。最好在饲料中使用部分有机铜。

3.3.4 铁

铁既是血红蛋白和肌红蛋白的重要组成成分,对肉色的形成有决定性作用;又是机体抗氧化系统过氧化氢酶的辅助因子,对防止脂类氧化保持肉味有重要作用。Love等^[19]研究表明,血红素铁和非血红素铁(NHI)与肉烹调中产生的异味WOF有关,因为它们能加速脂类过氧化反应。研究发现,饲料中铁达200mg/kg时,可显著增加NHI和脂类过氧反应产物(TBARS)含量,且TBARS(硫代巴比妥酸与过氧化产物丙二醛的反应产物)与NHI显著相关。因此应控制饲料中的铁水平,最好使用部分有机形式铁。

3.3.5 铬

铬能促进生长激素基因的表达,提高猪的瘦肉率、日增重和饲料转化率、降低胴体脂肪量;同时,铬作为葡萄糖耐量因子(GTF)的成分,能提高胰岛素的活性,促进合成过程。猪饲料中添加有机铬用不着以改善生产性能和瘦肉率,在不少试验中得到了较好的证实,但有机铬是否影响猪肉品质尚不清楚。Boleman等^[20]研究未发现吡啶羧酸铬对肉质(失水率、熟肉率、剪切力、嫩度和多汁性)有不良影响。

3.3.6 其它

硒是生物膜的抗氧化剂,对保证细胞膜完整性起着

重要作用。Rety^[21]报道,在猪饲料中添加有机硒能够显著降低猪肉滴汁损失,改善肉的嫩度和总可接受性。

此外,锌和锰也是超氧化物歧化酶的激活剂,提高饲料中锌和锰的水平也有助于防止PSE猪肉的产生。

3.4 维生素

研究较多且对肉质有显著改善作用的维生素是维生素E。一方面,维生素E作为生物膜的主要抗氧化剂,可维持细胞膜的完整性;另一方面,维生素E能有效抑制鲜猪肉中高铁血红蛋白的形成,增强氧合血红蛋白的稳定性,从而延长鲜肉理想肉色的保存时间。一系列的研究证明,在猪饲料中添加VE(100~200mg/kg饲料)能够显著降低脂类过氧化反应,延长猪肉和理想肉色的保存时间,减少滴汁损失。Asgheretal报道,以TBARS作标识,饲料添加100IU和200IU VE/kg可分别使猪肉在4℃的贮存时间延长4d和7d;猪肉的Hunter a值在猪肉贮存6d内仍能维持较高水平。与低水平饲料(10IU/kg)比较,添加200IU VE/kg使猪肉滴汁损失在猪肉解冻后3d、6d和10d分别减少46%、39%和34%。

部分研究认为,维生素C有与维生素E同样改善肉质的作用。Soraya^[22]报道,宰前4h给猪补充维生素C可以提高保水性并改善肉色。但关于短期补充维生素C的效果的研究结果并不一致^[23]。

4 饲料中添加生长促进剂对猪肉品质的影响

4.1 重组猪生长激素

重组猪生长激素(PST)的显著特点是提高生长速度,提高胴体瘦肉率。PST对肉质的影响已作过一些研究,未发现明显变化。Beermann^[24]报道,使用PST后肌纤维的体积明显增加,但纤维类型没有改变。随PST用量增加,肉的嫩度下降。PST不但可提高胴体瘦肉率,降低脂肪和能量沉积量,而且可改变化学组成,从而可影响鲜肉或加工、贮藏肉的品质。注射外源PST可提高眼肌肌内脂肪中多不饱和脂肪酸的含量,降低单不饱和脂肪酸比例,对总饱和脂肪酸比例无明显影响。

4.2 β -兴奋剂

β -兴奋剂在增加瘦肉沉积的同时,对肉质可能有一定的不良影响。Warriss^[25]的研究表明,使用Cimaterol(10mg/kg)或Clenbutreol(2mg/kg)后眼肌的终点pH明显提高(6.38、6.46或5.94),眼肌血红素含量降低(2.62、2.19或3.85mg/g),肉的嫩度明显降低。这可能与使用 β -兴奋剂后蛋白质分解率下降导致成熟胶原蛋白的含量增加以及肌肉蛋白分解酶活性下降有关。有报道,应用 β -兴奋剂降低内源蛋白酶活性,从而影响猪肉在成熟过程中的嫩化,使肉的嫩度下降。Garssen等^[26]报道,给牛、羊饲喂 β -兴奋剂,均导致肉硬度提高,嫩度下降。其原因在于CDP-I的活性下降了15%~60%,平均下降

45%; CDP-II 的活性提高约 35%, CDP-I/CDP-II 从 1 下降到 0.4, 肉的成熟过程变慢。不仅如此, β -兴奋剂使肌原纤维降解抑制酶含量提高 100% (高者可达 150%), 从而抑制 CDP-I 的活性, 阻碍肉的嫩化。

此外, 应用 β -兴奋剂后, 可使肌肉中肌原纤维类型改变, II A 型纤维减少, 而 II B 型纤维增多。II B 型纤维中糖原酵解速度远远大于 II A 型纤维, 乳酸积累量高, 故影响猪肉品质。可见, β -兴奋剂既可推迟肉的嫩化, 又可降低嫩化的速度和程度。

4.3 L-肉碱

L-肉碱是肉碱乙酰转移酶的辅酶, 它提高瘦肉率的机理是通过将长链脂肪酸运输到线粒体内, 使长链脂肪酸经过 β -氧化作用生成 ATP, 降低体内脂肪, 增加由脂肪提供的能量, 从而减少了蛋白质的转化能量, 达到提高瘦肉率的目的。L-肉碱可以增加脂肪的分解, 减少必需氨基酸的分解, 具有减少脂肪沉积, 提高瘦肉率的生长效果。育肥猪日粮中添加 L-肉碱 300mg/kg, 使后腿肉、前腿肉、眼肌的重量分别提高 13.55%、20.77%、18.11%。目前虽然就 L-肉碱对提高瘦肉率报道较多, 但它在动物体内的残留以及过量引起的毒性的研究比较少。因此在饲料业广泛应用的长期影响还有待进一步研究。

4.4 甜菜碱

DuVigneaud 早于 1939 年发现甜菜碱在动物体内可作为甲基供体来源, 并证实具有甲基供体的营养素有胆碱和蛋氨酸。经过大量的研究表明, 甜菜碱的分子中“有效甲基”是一种最容易参与生物体内合成肉碱、肌酸等必需物质的生化反应系统的甲基, 促进肝脂转移, 影响血液脂蛋白浓度, 改善线粒体中脂肪酸的氧化过程, 甜菜碱可作动物减肥剂, 提高瘦肉率。澳大利亚研究人员首先用甜菜碱对育肥猪作了试验。发现甜菜碱对日增重和饲料转化率并无影响, 但减少背膘厚度 14%, 提高了胴体瘦肉率。该研究者认为甜菜碱的作用仅仅是对胴体脂肪进行了再分配。Minnesota 大学的研究人员 (1994) 试验表明, 在育肥猪上市前 40d 饲喂 1250mg/kg 甜菜碱的日粮, 能提高胴体瘦肉率。但 Kansas 州立大学的研究发现, 对于体重 34kg 的猪, 日粮中添加 1000mg/kg 的甜菜碱对提高瘦肉率并无影响。而 Illinois 大学的试验表明甜菜碱不会有益背膘的减少。到目前为止, 甜菜碱的作用还没有被公认。有关问题如甜菜碱时效性以及日粮中胆碱水平的关系, 有待进一步研究加以解决。

4.5 莫哈夫丝兰提取物 (*Yucca Schidigera*)

研究表明, 莫哈夫丝兰提取物 (一种含糖化合物), 能在大肠中与含 N 化合物结合, 从而减少粪臭素的产生。Ender 等 (1993) 考察了莫哈夫丝兰提取物 (商品名为 De-Odorase, 译名除臭灵) 对猪肉品质的影响, 结果表明除

臭灵能使不同体重的未阉割公猪背膘中粪臭素水平降低, 感官评分得到显著改进; 并使肉的滴汁损失从 5.64% 降至 4.60%。Colina 等^[27]研究认为在饲料中添加非淀粉多糖和寡糖, 它们能被大肠微生物优先利用, 发酵产生的挥发性脂肪酸能降低大肠 pH, 使微生物对蛋白质的发酵作用减弱, 从而显著降低猪背膘中粪臭素含量, 提高肉的总可接受程度^[28]。

4.6 电解质

小苏打 (碳酸氢钠) 作为调节血液和肌肉酸碱平衡的电解质, 可提高肌肉 pH 并有缓解应激作用, 据 Haydon^[29]报道, 猪屠宰前 5d 饮水中添加一定量的小苏打 (10~15g/L), 提高了肉的品质。在屠宰前给猪饲喂小苏打与菊粉的混合物, 亦能显著降低脂肪粪臭素水平。

5 结 论

营养及饲养条件包括饲养状况、饲料热能水平、饲料营养成分、生长促进剂等方面对猪肉品质具有明显影响。研究营养及饲养条件对猪肉品质的影响在控制猪肉品质上具有重要意义, 对于指导猪的饲养, 以获得猪肉在滋味、口感、风味、保健、卫生、加工等方面的最佳特性, 具有生产指导价值。从已有的研究来看, 研究营养及饲养条件引起肉质变化分子水平上的代谢和生化过程是将来深入研究的方向。

参考文献:

- [1] Kauffman. What is quality? Definitions, measurement and evaluation of meat quality[J]. Meat Focus International, 1994, (3): 73-82.
- [2] Hamilton DN, Ellis M, McKeith, et al. Effect of level, source, and time of feeding prior to slaughter of supplementary dietary magnesium on pork quality[J]. Meat Science, 2003, (10): 853-857.
- [3] C O Leskanich, K R Matthews, C C Warkup, et al. The effect of dietary oil containing (n-3) fatty acids on the fatty acid, physicochemical, and organoleptic characteristics of pigmeat and fat[J]. Ani Sci, 1997, 75(3): 673.
- [4] D'Souza DN, Mullan B P. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork[J]. Meat Science, 2002, 60: 95-101.
- [5] Stahl CA, Berg EP. Growth parameters and meat quality of finishing hogs supplemented with creatine monohydrate and a high glycemic carbohydrate for the last 30 days of production[J]. Meat Science, 2003, 64: 169-174.
- [6] MD Judge, ES Reeves, ED Aberle. Effect of electrical stimulation on thermal shrinkage temperature of bovine muscle collagen[J]. Anim Sci, 1981, (3).
- [7] G L Cromwell, T S Stahly, H J Monegue. Amino acid supplementation of meat meal in lysine-fortified, corn-based diets for growing-finishing pigs[J]. Anim Sci, 1991, 69: 4898.
- [8] R F Kletzien, L A Foellmi, P K Harris, et al. Adipocyte fatty acid-binding protein: regulation of gene expression *in vivo* and *in vitro* by an insulin-sensitizing agent[J]. Mol Pharmacol, 1992, 42: 558.
- [9] 伍喜林, 郭春华, 杨凤. 日粮营养对动物代谢调控的分子生物学基础[J]. 湖北农学院学报, 2002, (1).

- [10] Eggert J M, Carroll A L, Richert B T, et al. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on growth, carcass composition and pork quality of two genotypes of lean gilts[J]. J Anim Sci, 1999, 77: 178.
- [11] Heckart M L, Eggert J M, Schinckel A P, et al. Feeding conjugated linoleic acid (CLA) decreases lipogenesis and alters insulin responsiveness in porcine adipose tissue explants[J]. J Anim Sci, 1999, 77: 119.
- [12] Heckart M L, Donkin S S, Mills S E. Improved meat quality with supplemental CLA[A]. National Pork Producers Council[C]. IA, USA, 2000.
- [13] L C Hoover, K D Cook, M F Miller, et al. Restaurant consumer acceptance of beef loin strip steaks tenderized with calcium chloride[J]. Anim Sci, 1995, 73: 3633.
- [14] Swigert K S, McKeith F K, Carr T C, et al. Effects of dietary vitamin D3, vitamin E, and magnesium supplementation on pork quality[J]. Meat Science, 2004, 67: 81-86.
- [15] Hamilton D N, Ellis M, McKeith F K, et al. Effect of level, source, and time of feeding prior to slaughter of supplementary dietary magnesium on pork quality[J]. Meat Science, 2003, 65: 853-857.
- [16] Jason K Apple, Charles V, Maxwell, et al. Effects of dietary magnesium and halothane genotype on performance and carcass traits of growing-finishing swine[J]. Livestock Production Science, 2002, 76: 103-113.
- [17] D N D' Souza, R D Warner, B J Leury, et al. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality[J]. Anim Sci, 1998, 76: 104.
- [18] Van Laack R L J M. The effect of magnesium supplementation on pork quality[A]. National Pork Producers Council[C]. Des Moines, IA, USA, 1999.
- [19] R C Driscoll, R B Edwards, M D Liston, et al. Discrete automated chemistry system with tableted reagents[J]. Clin Chem, 1983, 29: 1609-1615.
- [20] S L Boleman, S J Boleman, T D Bidner, et al. Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs[J]. Anim Sci, 1995, 73: 2033.
- [21] S Rety, K Futterer, R A Grucza, et al. pH-Dependent self-association of the Src homology 2 (SH2) domain of the Src homologous and collagen-like (SHC) protein[J]. Protein Sci, 1996, (5): 405.
- [22] H Soraya, K Joachim, C Marcus, et al. Skin protective product[J]. Treaty Application, 2003.
- [23] Geesink G H, Buren R G C, Savenije B, et al. Short-term feeding strategies and pork quality[J]. Meat Science, 2004, 67: 1-6.
- [24] D H Beermann, V K Fishell, K Roneker, et al. Sponse relationships between porcine somatotropin, muscle composition, muscle fiber characteristics and pork quality[J]. Anim Sci, 1990, 68: 2690.
- [25] Warriss P D, Lister D. Improvement of meat quality in pigs by beta-adrenergic blockade[J]. Meat Science, 1982.
- [26] Garssen G J, Geesink G H, Hoving-Bolink A H. Effects of dietary clenbuterol and salbutamol on meat quality in veal calves[J]. Meat Science, 1995.
- [27] J J Colina, A J Lewis, P S Miller, et al. Dietary manipulation to reduce aerial ammonia concentrations in nursery pig facilities[J]. Anim Sci, 2001, 79: 3096.
- [28] J L Turner, S S Dritz, J J Higgins, et al. Effects of a quillaja saponaria extract on growth performance and immune function of weanling pigs challenged with *Salmonella typhimurium*[J]. Anim Sci, 2002, 80: 1939.
- [29] K D Haydon, J W West, M N McCarter. Effect of dietary electrolyte balance on performance and blood parameters of growing-finishing swine fed in high ambient temperatures[J]. Anim Sci, 1990, 68: 2400.