

固态发酵菜籽粕替代膨化豆粕对断奶仔猪生长性能及血清生化指标的影响

丁小玲¹ 李吕木^{1,2*} 许发芝^{1,2} 王勇³ 景志远¹ 殷宗俊¹

(1. 安徽农业大学 动物科技学院, 合肥 230036; 2. 安徽省畜牧生物工程技术创新研究中心, 合肥 230031; 3. 安徽安泰农业开发有限责任公司, 安徽 广德 242200)

摘要 以固态发酵菜籽粕按不同比例等氮替代膨化豆粕, 研究固态发酵菜籽粕对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响。选用 192 头 35 日龄左右健康“杜×长×大”断奶仔猪, 采用单因素 4 水平 4 重复设计, 断奶仔猪分为 4 组, 每组 4 个重复, 每个重复 12 头, 公母比例为 4:8。对照组是未替代豆粕组, 日粮中膨化豆粕的比例为 20%; 试验 1、2 和 3 组以固态发酵菜籽粕等氮分别替代 20%、40% 和 60% 的膨化豆粕。试验期 31 d。结果表明: 固态发酵菜籽粕替代膨化豆粕对断奶仔猪采食量、日增重、饲料转化效率和腹泻率无显著影响($P>0.05$); 对断奶仔猪血清总蛋白、尿素氮、 T_3 、 T_4 、碱性磷酸酶和血钙等也无显著影响($P>0.05$); 但在 20% 和 40% 的替代比例时血磷显著降低($P<0.05$); 血清免疫球蛋白 IgA 在 40% 替代比例时有着显著的提高($P<0.05$), IgG、IgM 的提高趋势与 IgA 一致, 但差异不显著($P>0.05$)。试验结果显示断奶仔猪日粮中以固态发酵菜籽粕替代部分膨化豆粕是可行的。

关键词 仔猪; 菜籽粕; 固态发酵; 膨化豆粕; 生长性能; 血清生化指标

中图分类号 S 828; S 816.6

文章编号 1007-4333(2011)04-0107-06

文献标志码 A

Effects of solid-state fermented rapeseed meal replacing expanding soybean meal on the growth performance and the blood biochemical parameters in weaned piglets

DING Xiao-ling¹, LI Lü-mu^{1,2*}, XU Fa-zhi^{1,2}, WANG Yong³, JING Zhi-yuan¹, YIN Zong-jun¹

(1. School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. Anhui Animal Bioengineering Research Center, Hefei 230031, China;

3. Anhui Antai Agricultural Development Co., Ltd, Guangde 242200, China)

Abstract A trial was conducted to study the effects of solid-state fermented rapeseed meal to replace part of expanding soybean meal on growth performance and serum biochemical parameters in weaned piglets. A total of 192 thirty-five-day-old weaned piglets (Duroc×Landrace×Yorkshire) were randomly divided into 4 treatments, 4 replicate groups of 12 piglets male-female ratio was 4:8 each for a 31-day feeding trial. In four treatment groups, solid-state fermentation rapeseed meal replaced expanding soybean meal at 0, 20%, 40% or 60%, respectively. The results showed that there were no significant effects on daily feed intake, daily gain, feed conversion ratio and diarrhea rate when the expanding soybean meal was replaced by the solid-state fermented rapeseed meal ($P>0.05$). There were also no significant effects on the content of serum total protein, blood urea nitrogen, T_3 , T_4 , alkaline phosphatase and serum calcium ($P>0.05$). However, the serum phosphorus was dramatically decreased in 20% and 40% of the replacement ratio. IgA was improved remarkably in 40% of the replacement ratio ($P<0.05$), the improving trend of

收稿日期: 2010-12-28

基金项目: 国家科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJC30021); 安徽省农业科技成果转化资金项目(09150306006); 安徽省“十一五”科技攻关重大项目(08010301079)

第一作者: 丁小玲, 讲师, 主要从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: dxljdw@163.com

通讯作者: 李吕木, 研究员, 博士, 主要从事动物营养与饲料科学研究, E-mail: llm56@ahau.edu.cn

IgG, IgM was consistent with IgA though not significant ($P > 0.05$). The results indicated that it is feasible to use solid-state fermented rapeseed meal to replace part expanding soybean meal in diet of weaned piglets.

Key words rapeseed meal; solid-state fermentation; expanding soybean meal; weaned piglets; growth performance; serum biochemical parameters

我国自上世纪 80 年代以来,成为世界上菜籽产量最多的国家,年产量达 1 000 多万 t,菜籽粕产量约在 600 万 t 以上^[1]。虽然菜籽粕蛋白质含量较高,氨基酸组成较平衡,但因其中含有多种毒素和抗营养因子,影响饲料的安全性、适口性和营养利用率,从而限制了其在畜禽日粮中的使用^[2]。固态发酵菜籽粕利用现代生物发酵工程技术,对菜籽粕中的有毒成分和抗营养因子进行有效的降解,同时产生大量益生菌,以调节畜禽机体胃肠道微生态平衡,提高消化酶活性,且具有处理成本低廉的优点,成为颇受欢迎的一种菜籽粕饲用品质改良方法^[3]。豆粕是畜禽日粮中质量最好的植物性蛋白^[4],有研究表明,固态发酵菜籽粕可以等营养完全替代肉鸭日粮中的豆粕^[5],在肉仔鸡日粮中可替代部分豆粕,但在日粮中的质量比例以不超过 10% 为宜^[6]。但在饲料工业与养殖生产中,断奶仔猪料使用固态发酵菜籽粕极为少见,固态发酵菜籽粕在断奶仔猪日粮中的应用效果和适宜的添加量,尚缺少可以借鉴的文献。膨化豆粕较普通豆粕而言对断奶仔猪的饲用品质更为优良^[7-8],可以完全替代断奶仔猪日粮中的鱼粉而对仔猪无任何不良影响^[9]。因此,本试验研究固态发酵菜籽粕以不同比例等氮替代断奶仔猪日粮中的膨化豆粕,对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响,旨在为固态发酵菜籽粕在断奶仔猪日粮

中的科学使用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验动物与分组设计

试验从安徽省祥泰农业开发有限公司猪场选取 35 日龄左右,健康、生长发育正常,胎次、体重相近的三元杂交断奶仔猪(杜洛克×长白×大约克夏) 192 头,分为 4 组,每组 4 个重复,每个重复 12 头断奶仔猪,公母猪比例为 4:8。各处理组随机选择日粮。

1.2 试验日粮

试验日粮组成及营养水平见表 1。饲粮配制参照仔猪营养需要 NRC(1998)^[10]。对照组为玉米-豆粕日粮;试验 1、2 和 3 组是在对照组日粮基础上分别用固态发酵菜籽粕等氮代替 20%、40% 和 60% (质量分数)的膨化豆粕,替代后固态发酵菜籽粕在日粮中的质量分数分别为 3.44%、6.88% 和 10.32%。

固态发酵菜籽粕由安徽天邦生物技术有限公司提供,主要发酵菌种为乳酸菌、枯草芽孢杆菌等,各主要成分的质量分数分别为:干物质 93.5%、粗蛋白 50%、乳酸 4.8% 和小肽 4.1%,主要抗营养因子硫苷含量为 15.0 $\mu\text{mol/g}$;膨化豆粕中粗蛋白的质量比为 43%。

表 1 日粮配方及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (air-dry basis)

原 料	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组	营养水平	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组
ω (玉米)/%	64	64.56	65.12	65.68	ω (粗蛋白)/%	19.87	19.91	19.96	20.00
ω (膨化豆粕)/%	20	16	12	8	ω (钙)/%	0.98	0.98	0.99	1.00
ω (发酵菜籽粕)/%	0	3.44	6.88	10.32	ω (总磷)/%	0.56	0.61	0.62	0.63
ω (大豆油)/%	1	1	1	1	ω (赖氨酸)/%	1.24	1.22	1.20	1.18
ω (康地浓缩料(5915))/%	15	15	15	15	消化能/(MJ/kg)	13.84	13.83	13.81	13.80
合 计	100	100	100	100					

1.3 饲养管理

试验于 2010-03-29—2010-04-29 进行, 为期 31 d。试验各组环境一致, 保育舍温度控制在 22~26 °C 之间。试验猪自由采食, 自由饮水, 常规方法免疫消毒。专人管理, 各组均给予相同的饲养管理和环境条件。

试验开始和结束的当日称重, 称重前 1 d 晚上 20:00 停食, 自由饮水, 次日清晨 8:00 称重, 计算平均日增重; 以重复为单位结算仔猪平均日采食量; 计算料重比。每天观察试验猪腹泻情况, 1 头猪腹泻 1 d 记为 1 次腹泻, 腹泻率/%=[腹泻次数/(仔猪头数×试验天数)]×100。

1.4 血样的采集、处理与测定项目

试验第 31 天清晨, 从每重复中随机抽取公母空腹仔猪各 1 头, 进行颈静脉采血(10 mL/头)。所采全血静置 0.5 h 后, 在 3 000 r/min 条件下离心 10 min, 取血清, 分装编号, -20 °C 低温保藏。冷冻的血清样品全部送检。

送安徽省省立医院中心化验室测定以下指标: 碱性磷酸酶(AKP), 采用酶连续测定法; 尿素氮(BUN), 采用酶偶联速率法; 总蛋白(TP), 采用双缩脲法; 血钙, 采用钙测定试剂盒(MXB)法; 血磷, 采用钼酸盐直接法; T_3 、 T_4 , 采用放射免疫法。送上海沪峰生物科技有限公司采用酶联免疫法测定: IgG、IgA 和 IgM。

1.5 数据处理

试验数据以平均数±标准差表示, 数据处理采用 SAS9.1.3 软件进行 GLM 方差分析, 做 DUNCAN's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 发酵菜籽粕对断奶仔猪生长性能的影响

发酵菜籽粕对断奶仔猪生长性能的影响结果见表 2。发酵菜籽粕替代膨化豆粕对断奶仔猪的日增重、采食量均无显著影响($P>0.05$), 但是有略微下降的趋势, 下降趋势并没有随着发酵菜籽粕替代比

表 2 发酵菜籽粕对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effects of fermented rapeseed meal on growth performance of weaned piglets

指标	对照组	试验 1 组	试验 2 组	试验 3 组
试验期初重/kg	14.04±3.03 a	14.04±3.71 a	14.04±3.71 a	14.04±3.03 a
试验期末重/kg	33.60±3.86 a	33.05±4.55 a	31.83±4.36 a	32.85±4.03 a
日增重/kg	0.63±0.04 a	0.61±0.03 a	0.57±0.02 a	0.61±0.07 a
日采食量/kg	1.15±0.07 a	1.11±0.09 a	1.04±0.09 a	1.10±0.07 a
饲料转化率/%	1.83±0.09 a	1.80±0.07 a	1.80±0.08 a	1.82±0.18 a
腹泻率/%	7.19±1.02 a	6.10±1.40 a	6.13±1.13 a	6.89±1.01 a

注: 同行数据后所标字母不同表示差异显著($P<0.05$), 所标字母相同表示差异不显著($P>0.05$)。下表同。

例的增加而加大。

发酵菜籽粕替代膨化豆粕对饲料转化率也无显著影响($P>0.05$), 但添加发酵菜籽粕的各试验组料重比与对照组相比均有略微下降的趋势。

与对照组相比较, 添加发酵菜籽粕的各试验组腹泻率均有所降低, 但是差异均不显著($P>0.05$)。

2.2 发酵菜籽粕对断奶仔猪血清生化指标的影响

发酵菜籽粕对断奶仔猪血清生化指标的影响结果见表 3。各组间血清总蛋白、血清尿素氮含量均

无显著差异($P>0.05$), 血清碱性磷酸酶和钙含量差异也不显著($P>0.05$); 血磷含量试验 1 组与试验 2 组显著低于对照组($P<0.05$), 但是随着发酵菜籽粕添加量的增加, 试验 3 组的血磷又呈现升高的趋势, 试验 3 组的血磷含量与其他各组差异不显著($P>0.05$)。

试验组与对照间 T_3 、 T_4 的差异不显著, 发酵菜籽粕替代膨化豆粕比例的增加对 T_3 、 T_4 影响也不显著($P>0.05$)。

表3 发酵菜籽粕对断奶仔猪血清生化指标的影响

Table 3 Effects of fermented rapeseed meal on blood biochemical indexes of weaned piglets

指标	对照组	试验1组	试验2组	试验3组
总蛋白/(g/L)	67.92±3.93 a	66.93±4.85 a	66.54±3.71 a	68.30±5.10 a
尿素氮/(mmol/L)	5.27±1.15 a	5.89±1.04 a	5.98±1.01 a	5.11±1.33 a
碱性磷酸酶/(U/L)	196.17±46.34 a	164.57±36.18 a	160.83±48.93 a	158.50±16.05 a
血钙/(mmol/L)	2.67±0.16 a	2.60±0.13 a	2.60±0.12 a	2.56±0.09 a
血磷/(mmol/L)	4.43±0.34 a	3.98±0.39 b	3.98±0.33 b	4.12±0.31 ab
T ₃ /(nmol/L)	1.69±0.67 a	1.35±0.59 a	1.45±0.78 a	1.69±0.48 a
T ₄ /(nmol/L)	33.46±3.12 a	39.84±5.65 a	36.76±4.65 a	32.91±4.50 a
IgG/(μg/mL)	105.19±14.52 a	107.50±22.62 a	114.32±30.05 a	96.57±19.68 a
IgA/(μg/mL)	70.15±9.84 a	73.06±7.20 ab	83.63±7.63 b	65.88±9.03 a
IgM/(μg/mL)	56.52±12.79 a	56.61±12.29 a	63.65±14.30 a	60.13±14.55 a

免疫球蛋白 IgG、IgA 和 IgM 的含量受日粮影响较大,总体呈现出随着发酵菜籽粕替代比例增加而先升高后降低的趋势。各试验组 IgG、IgM 间含量的差异没有达到显著水平($P>0.05$),而试验 2 组 IgA 含量显著高于对照组和试验 3 组($P<0.05$)。

3 讨论

1)本试验结果表明,固态发酵菜籽粕等氮替代 20%、40%和 60%质量的膨化豆粕对断奶仔猪的生长性能无显著影响,试验各组的采食量、日增重和饲料转化效率与对照组均无明显差异($P>0.05$)。日粮中添加菜籽粕影响动物采食量和日增重的主要原因是菜籽粕中硫葡萄糖甙引起的苦涩味降低了饲料的适口性^[11],本试验使用的普通菜籽粕在经过微生物固态发酵处理后,其中的硫代葡萄糖甙含量降低到 15 μmol/g,从而有效的改善了菜籽粕的饲用品质。而发酵菜籽粕中含有的大量小肽进一步提高了菜籽粕的饲用价值,日粮中适量比例的小肽可以促进仔猪生长,可提高仔猪生长性能,王贤勇^[12]在断奶仔猪日粮中分别添加 2%、4%和 6%的小肽,结果表明:2%小肽组比对照组日采食量和日增重分别提高了 15.5%和 17.3%($P<0.05$)。本试验所用发酵菜籽粕中的小肽含量较发酵前提高到 4.1%,在各试验组日粮中的质量分数分别达到 0.14%、0.28%和 0.42%,从而起到有效改良菜籽粕饲用品质的作用。

膨化豆粕完全替代普通豆粕可极显著提高断奶仔猪的日增重($P<0.01$)^[8],腹泻率也下降了 38.13%。本试验用发酵菜籽粕替代膨化豆粕而对断奶仔猪生长性能无不良影响,而膨化豆粕较普通豆粕可显著改善动物生长性能^[8,13],因此可以推断发酵菜籽粕对断奶仔猪的生长性能的作用要优于普通豆粕,这与吴明文等^[14]报道添加发酵菜籽粕的饲料与全部添加普通豆粕的饲料相比,添加发酵菜籽粕的饲料能够显著增加平均日增重、降低料肉比($P<0.05$)、降低仔猪腹泻发生率的结果相一致。

各试验组断奶仔猪的腹泻率与对照组差异不显著($P>0.05$),但较对照组均有所降低。本试验仔猪腹泻率的变化趋势与饲料转化率的趋势相一致。有报道在断奶仔猪日粮中添加发酵豆粕^[15],随着添加比例的增加,断乳仔猪肠道后段的大肠杆菌数量明显减少,乳酸杆菌在仔猪肠道前段显著增加。本试验所用发酵菜籽粕经测定功能菌含量达 10^8 /g 以上,因此试验中各试验组仔猪腹泻率均有所降低的结果可能是由于菜籽粕在发酵过程中产生的大量活性益生菌调节了胃肠道菌群平衡,降低了仔猪腹泻率。

2)血清总蛋白含量反映了机体蛋白质合成代谢的强弱,血清总蛋白质含量的升高可促使其机体向组织蛋白沉积正方向进行,从而促进组织器官的生长和发育^[16]。血清尿素氮含量反映了蛋白质在体内的代谢利用,血清尿素氮含量的降低表明氮在体内沉积增加、饲料中蛋白质利用率提高;含量升高表

明蛋白质分解代谢增强,氮沉积减少^[17]。本试验结果显示各试验组总蛋白、血清尿素氮含量与对照组相比均无显著差异($P>0.05$),表明断奶仔猪对固态发酵菜籽粕与膨化豆粕中蛋白质的利用率基本一致。普通菜籽粕中氨基酸的生物利用率低于豆粕^[18],本试验结果表明普通菜籽粕经固态发酵改良后蛋白质品质得到大幅提高。余冰等^[19]报道固态发酵菜籽粕的仔猪粗蛋白和能量消化率均高于豆粕,表明固态发酵菜籽粕营养较普通豆粕更能被动物充分利用,也说明了这一点。

血液中碱性磷酸酶主要来自肝和骨骼等组织,与体内锌和磷的代谢关系十分密切,与动物的生长速度有关^[20]。血清中 T_3 、 T_4 水平对甲状腺功能正常与否具有参考意义^[21]。菜籽粕中主要的毒素是硫葡萄糖甙的分解产物恶唑烷硫酮(OZT)、异硫氰酸酯(ITC)等,二者有抗甲状腺作用,抑制甲状腺中碘的有机化过程,阻止甲状腺激素(T_3 和 T_4)的合成,导致甲状腺肿大及血清碱性磷酸酶降低^[22]。本试验中各组间碱性磷酸酶差异均不显著,但试验组与对照组相比较有降低的趋势,这与血钙、血磷含量的趋势基本一致。血钙含量在各组间差异均不显著,而血磷含量在试验1组和试验2组均显著低于对照组($P<0.05$),但是在试验3组血磷含量又出现升高的趋势,与对照组差异不显著,是何原因有待进一步探讨。本试验中各试验组 T_3 、 T_4 水平与对照组差异均不显著($P>0.05$)。普通菜籽粕在经过微生物发酵处理后,硫葡萄糖甙、植酸和单宁等一些毒素和抗营养因子被有效降解,尤其是硫葡萄糖甙在芥子酶作用下产生能引起甲状腺肿大的恶唑烷酮途径可能被成功阻止,因此在试验过程中断奶仔猪的生长性能及甲状腺激素水平方面没有任何不良表现,而血磷出现降低的原因可能是因为菜粕经固态发酵后虽可去除大部分毒素和抗营养因子,但其中的植酸和单宁可能没有有效消除,从而导致矿物质的利用率降低^[22]。

免疫球蛋白 IgG、IgA 和 IgM 含量的提高有益于动物的免疫功能。从本试验结果来看,断奶仔猪血清免疫球蛋白 IgG、IgA 和 IgM 含量总体呈现出随着固态发酵菜籽粕替代比例增加而先升高后降低的趋势,都在试验2组达到最高水平,而试验3组最低,其中试验2组 IgA 含量显著高于对照组和试验3组($P<0.05$),这表明固态发酵菜籽粕在一定程度上可改善仔猪的免疫机能,这也和各组在腹泻率上

的反应相一致。产生这个结果的原因可能是因为本试验所用发酵菜籽粕中含有大量小肽。断奶仔猪日粮中适宜的小肽含量可提高仔猪机体免疫球蛋白的含量^[23],武艳军等^[24]在断奶仔猪基础日粮中添加 0.5%、1.0% 质量比例的小肽,结果表明 0.5% 小肽组效果最优,IgG 提高了 59.1% ($P<0.05$),而在本试验中各试验组日粮小肽质量比例分别达到 0.14%、0.28% 和 0.42%。本试验结果也与 Feng J 等^[25]报道的豆粕经过微生物发酵后能显著提高肉仔鸡血液中 IgM 的含量的结果基本一致。

3) 本试验固态发酵菜籽粕使用的最高比例为替代 60% 的膨化豆粕(在日粮中的比例为 10.32%),在此范围内对断奶仔猪的生长性能无显著影响,若使用量进一步加大,断奶仔猪生长性能会呈现怎样的趋势有待进一步探讨。

4 结论

本试验中在断奶仔猪阶段,日粮中分别用固态发酵菜籽粕等氮替代 20%、40% 和 60% 质量的膨化豆粕,对断奶仔猪生长性能、腹泻率无显著影响;替代 40% 时可显著提高仔猪免疫球蛋白 IgA 水平;替代 20% 和 40% 时血磷含量显著降低。综合考虑,本试验中断奶仔猪日粮固态发酵菜籽粕等氮替代膨化豆粕的比例以 40% 为好。

参 考 文 献

- [1] 张璞,李殿荣.油菜饼粕中蛋白质的综合利用[J].陕西粮油科技,1996,21(1):62-66
- [2] 朱文优.菜籽粕的营养价值与毒性[J].江西饲料,2009(增刊):10-12
- [3] 张宗舟.菜籽饼生物脱毒的微生物筛选复配、脱毒机理与应用效果研究[D].兰州:甘肃农业大学,2003
- [4] 刘素杰,关乃朋,闫海滨.大豆粕的营养价值及其评定[J].现代畜牧兽医,2009(10):30-32
- [5] 许甲平,许发芝,李吕木,等.固态发酵菜籽粕替代日粮中豆粕饲喂肉鸭对生长性能和肠道微生物的影响[J].中国饲料,2010,14:14-17
- [6] 余勃,游金明,陆豫,等.固态发酵菜籽粕替代日粮中豆粕对肉仔鸡生长性能的影响[J].动物营养学报,2009,21(2):239-244
- [7] 李德发,谯仕彦,肖长霆.我国猪营养研究新进展(续)[J].中国饲料,1997(8):19-21
- [8] 穆晓峰,雷华.日粮中添加乳清粉和膨化豆粕对断奶仔猪生产性能影响[J].畜牧与兽医,2007,39(8):30-31
- [9] 余林,梁海英,程宗佳.膨化豆粕部分或全部取代鱼粉对断奶仔猪生产性能的影响[J].饲料广角,2005(1):29-30

- [10] NRC. Nutrient Requirements of Swine [M]. 10th ed. Washington DC: National Academy Press, 1998
- [11] LEE P A, HILL R. Voluntary food intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal, from different types and varieties of rape, as the only protein supplement [J]. British Journal of Nutrition, 1983, 50: 661-671
- [12] 王贤勇. 小肽制品对断奶仔猪生长性能和免疫机能的影响及机理研究 [J]. 南方养猪, 2006(207): 16-18
- [13] 刘寅哲. 膨化豆粕对禽类消化吸收的影响 [J]. 粮油加工, 2008(7): 99-100
- [14] 吴明文, 张立娟, 闵林刚, 等. 发酵菜籽粕对仔猪生长性能的试验研究 [J]. 饲料广角, 2010(2): 23-25
- [15] 闻爱有, 柳卫国, 何邦国, 等. 发酵豆粕对早期断奶仔猪生长、肠道微生物菌群及腹泻的影响 [J]. 安徽科技学院学报, 2009, 23(5): 1-6
- [16] 沈峰, 王恬, 张莉莉, 等. 小肽制剂对肥育猪生产性能、屠宰性能及血清生化指标的影响 [J]. 中国饲料, 2006(2): 31-32
- [17] Rosebrough R W. Effect of protein level and supplemental lysine on growth and urea cycle enzyme activity in the pig [J]. Growth, 1983, 47(4): 348-360
- [18] Bell J M. Nutrients and toxicants in rapeseed meal: A review [J]. Journal of Animal Science, 1984, 58(4): 996-1011
- [19] 余冰, 傅娅梅, 叶楠, 等. 固态发酵对复合蛋白质饲料营养价值改善效果的研究 [J]. 动物营养学报, 2009, 21(4): 546-553
- [20] 王荣发, 张石蕊, 金莉. 酸化剂对仔猪生产性能和生化指标的影响 [J]. 饲料研究, 2010(3): 44-48
- [21] Papas A, Campbell L D, Cansfield P E. The effects of glucosinolate on egg iodine and thyroid status of poultry [J]. Canadian Journal of Animal Science, 1987, 59: 119-131
- [22] 金晶, 徐志宏, 魏振承, 等. 菜籽粕中抗营养因子及其去除方法的研究进展 [J]. 中国油脂, 2009, 34(7): 18-21
- [23] 郑云峰, 许云英. 小肽制品对断奶仔猪生长性能和血液生化指标的影响 [J]. 饲料工业, 2006, 27(19): 6-8
- [24] 武艳军, 江国永, 潘勇, 等. 珠蛋白肽对早期断奶仔猪生长性能和血液指标的影响 [J]. 饲料工业, 2010, 31(3): 23-25
- [25] Feng J, Liu X, Xu Z R, et al. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers [J]. Animal Feed Science and Technology, 2007, 134: 235-242

(责任编辑: 苏燕)

• 科研简讯 •

“苹果砧木铁高效利用机理研究及矮化砧木选育与应用”通过教育部成果鉴定

近日,由农学院韩振海教授主持的课题“苹果砧木铁高效利用机理研究及矮化砧木选育与应用”通过教育部的成果鉴定。由9位专家组成的鉴定委员会,在听取课题组工作和技术汇报、审查有关技术资料后,一致认为该成果创新性强,符合产业发展需求,整体上达到国际先进水平。该项成果针对我国苹果生产区域广、生态环境条件多样等实际,利用中国原生资源,选育出了矮化中间砧 SH1 和 GM-310 以及矮化自根砧中砧 1 号等具有自主知识产权、有特色的苹果矮化砧木;首次提出了“苹果吸收利用铁素的分子机理”;发现苹果砧木自根砧、中间砧致矮的激素不同、调控途径不同;创新性地研发了我国自育苹果矮化砧木的弥雾扦插繁殖法及中砧 1 号组织培养快繁技术;初步确定了我国苹果产区矮化砧木的适用区域。这些自育苹果矮化砧木的示范推广取得了显著的经济效益和社会效益。

(摘自中国农大校园网)