

中药渣发酵物对母猪繁殖性能和血浆指标的影响

祝倩^{1,2}, 解培峰¹, 李华伟¹, 姬玉娇¹, 印遇龙¹, 孔祥峰^{1,3*}

¹中国科学院亚热带农业生态研究所 亚热带农业生态过程重点实验室 湖南省畜禽健康养殖工程技术研究中心 农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站, 长沙 410125; ²中国科学院大学, 北京 100049;

³湖南省植物功能成分利用协同创新中心, 长沙 410128

摘要: 为了探讨中药渣发酵物在母猪饲料中的添加效果, 试验选用 2~6 胎次大白 × 大白二元妊娠母猪 32 头, 随机分为对照组和试验组, 单栏饲养。于妊娠 90 d 至产后 28 d, 对照组饲喂基础饲料, 试验组在基础饲料中添加 0.5% 中药渣发酵物。于分娩当天记录产活仔数、死胎数和木乃伊数, 称取仔猪出生窝重; 于产后 21 d 称取仔猪断奶窝重, 计算断奶窝增重。分别于母猪妊娠 110 d 及产后 21 d 测量母猪的背膘厚, 计算背膘损失; 于分娩当天和产后 21 d 耳缘静脉采集母猪血液, 肝素抗凝, 离心分离血浆, 用于血浆生化参数和抗氧化性能指标测定。结果表明: 与对照组相比, 试验组仔猪的断奶窝增重有升高趋势 ($P=0.068$), 断奶后 1~7 d 发情率呈升高趋势 ($P>0.05$), 分娩当天血浆 ALT 活性和 MDA 含量显著降低 ($P<0.05$), UN 浓度显著升高 ($P<0.05$), 产后 21 d 血浆 AST 活性显著降低 ($P<0.05$), UN 浓度显著升高 ($P<0.05$), SOD 活力有升高趋势 ($P=0.063$)。上述结果表明, 中药渣发酵物可在一定程度上提高母猪的繁殖性能、增强抗氧化能力, 增加仔猪断奶窝增重。

关键词: 妊娠母猪; 中药渣发酵物; 繁殖性能; 血浆生化参数; 抗氧化性能

中图分类号: S853.74

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.12.024

Effects of Fermentation Products of Chinese Herbal Residues on Reproductive Performance and Plasma Indexes in Sows

ZHU Qian^{1,2}, XIE Pei-feng¹, LI Hua-wei¹, JI Yu-jiao¹, YIN Yu-long¹, KONG Xiang-feng^{1,3*}

¹Key Laboratory of Agro-Ecological Processes in Subtropical Region, Hunan Provincial Engineering

Research Center of Healthy Livestock, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences,

Changsha 410125, China; ²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; ³Huan Co-Innovation

Center of Utilizing Plant Functional Components, Changsha 410128, China

Abstract: The present study was conducted to explore the feeding effects of fermentation products of Chinese herbal residues (FCHR) supplementation in sow diet. Thirty-two Landrace × Large White pregnant sows during 2-6 parities were used and randomly arranged to one of two groups with 16 replicates (pens) per group, representing the control group and experimental group. From Day 90 of pregnancy to postpartum 28 d, the sows in the control group were fed with the basal diet, and those in the experimental group were fed the basal diet supplemented with 0.5% FCHR. At the birth day, the alive litter size, dead fetus size and mummy size were recorded, as well as the litter birth weight of piglets. At postpartum 21 d, the body weight of weaned piglets were weighed to calculate weight gain per litter. Backfat thickness of sows were measured at Day 110 of pregnancy and postpartum 21 d, respectively, to calculate the backfat loss. At the birth day and postpartum 21 d, the blood of sows were collected by ear vein into heparin coated-tubes, respectively, to obtain the plasma by centrifuging for analysis of plasma biochemical parameters and anti-oxidant capacity indexes. The results indicated that, compared with the control group, the weight gain per litter of weaned piglets in experiment group tended to increase ($P=0.068$), as well as the estrus rate of 1 to 7 d post weaning ($P>0.05$); the plasma activity of ALT and content of MDA at birth day were significantly decreased ($P<0.05$), while the concentration of UN was significantly increased ($P<0.05$) in the experimental group; at postpartum 21 d, the plasma activity of AST was significantly decreased ($P<$

0.05), the concentration of UN was significantly increased (P

收稿日期: 2017-04-12 接受日期: 2017-08-15

基金项目: 湖南省战略性新兴产业科技攻关项目 (2014GK1007); 中央驻湘科研机构技术创新发展专项 (2013TF3006); 中国工程院咨询研究项目 (2015-XY-41)

* 通信作者 Tel: 86-731-84619763; E-mail: nmxf@isa.ac.cn

the fermentation products of Chinese herbal residues improve

the reproductive performance and enhance anti-oxidant capacity to some extent, and then increase the weight gain per litter of weaned piglets.

Key words: pregnant sows; fermentation products of Chinese herbal residues; reproductive performance; plasma biochemical parameters; anti-oxidant capacity

我国中药资源丰富,种类繁多,且具有悠久的历史应用历史。随着我国中药加工业的飞速发展,中药渣的产量也在不断增多。据统计,每年全国产生的中药渣高达 3000 多万吨^[1]。由于受提取技术和工艺的限制,中药渣中仍残留有大量的营养物质、活性物质和一些未知的促生长物质。若不能对中药渣进行合理处理与利用,会导致有限中药资源的极大浪费,给生态环境造成一定的污染^[2]。将中药渣添加到畜禽饲料中可以扩大饲料资源、减少环境污染,实现中药渣的二次利用^[3]。利于微生物发酵技术处理中药渣可降低其中的纤维素、半纤维素等机体难消化物质的含量,从而提高其营养价值^[4,5]。另外,中药渣发酵物还富含多糖和蛋白质,添加到饲料中可促进动物生长发育、调节机体代谢、增强机体免疫力、改善肉质等^[6,7]。有研究表明,母猪饲料中添加由黄芪、当归、益母草、金银花、熟地黄和白芍等组成的发酵中药渣可提高母猪的繁殖性能、增加仔猪初生窝重和断奶窝增重^[8,9];饲料添加由熟地、山楂、陈皮、麦芽和甘草组成的发酵中药渣可提高断奶仔猪的生长性能^[10]。本试验选取黄芪、党参、刺五加、女贞子、白术、地骨皮、麦冬、茯苓、杜仲和甘草的药渣,经微生物发酵处理后制成中药渣发酵物,研究其对母猪繁殖性能和血浆指标的影响,为中药渣发酵物的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 中药渣发酵物制备

取水提后的中药渣,以干品计,按黄芪 3、党参 3、刺五加 3、女贞子 3、白术 3、地骨皮 2、麦冬 2、茯苓 2、杜仲 2 和甘草 2 配比(药渣含水量为 40%~60%)。将黄芪、白术、刺五加、地骨皮、杜仲和甘草混合后,按 6%的比例接种芽孢菌(含枯草芽孢杆菌与地衣芽孢杆菌,活菌量 $\geq 4 \times 10^9$ cfu/g),置于 30 °C 条件下发酵,待温度升至 50 °C 后,每天翻动 2 次,保温发酵 3 d。党参、女贞子、麦冬和茯苓加等量的麸皮和次粉混合,按 0.8%的比例接种复合菌种(含酵母菌与乳酸菌,活菌量 $\geq 6 \times 10^8$ cfu/g),置于 32~36 °C 发酵 2 d。将两种发酵物混合后,再发酵 3 d。减压真空干燥,粉碎,包装。

1.2 试验动物、分组和饲养管理

本研究动物饲养试验于 2016 年 9 月至 10 月在湖南新五丰股份有限公司永安分公司(中国科学院亚热带农业生态研究所动物实验基地)进行。

选取 2~6 胎次长白×大白二元妊娠母猪 32 头,限位栏饲养,随机分成对照组和试验组,每组 16 头母猪。对照组饲喂基础饲料(其成分组成及营养水平见表 1),试验组于妊娠第 90 d 在基础饲料中添加 0.5% 的中药渣发酵物。其他饲养管理程序相同。试验至产后 28 d 结束。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Ingredients and nutrient levels of basal diets (air-dry basis, %)

项目 Items	妊娠母猪饲料 Pregnant sows' diet	泌乳母猪饲料 Lactating sows' diet
原料 Ingredients		
玉米 Corn	60.30	58.65
麦麸 Wheat bran	23.50	5.00
小麦粉 Wheat flour		2.00
豆油 Soybean oil		4.00
豆粕 Soybean meal	12.00	20.50
酶解蛋白粉 Enzymic protein powder		3.00
进口鱼粉 Imported fish meal		2.50
赖氨酸 Lys	0.12	0.15
苏氨酸 Thr	0.03	0.05

续表 1 (Continued Tab. 1)

项目 Items	妊娠母猪饲料 Pregnant sows' diet	泌乳母猪饲料 Lactating sows' diet
缬氨酸 Val		0.10
防霉剂 Antimildew agent	0.05	0.05
妊娠母猪预混料 Pregnant sows' compound premix ¹⁾	4.00	
泌乳母猪预混料 Lactating sows' compound premix ²⁾		4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ³⁾		
消化能 DE (MJ/Kg)	15.23	15.56
干物质 DM	98.00	97.74
粗脂肪 EE	5.16	6.02
粗纤维 CF	3.60	3.54
粗蛋白质 CP	14.17	19.78
粗灰分 Ash	5.61	5.95
赖氨酸 Lys	0.98	1.53
蛋氨酸 Met	0.12	0.16
苏氨酸 Thr	0.68	0.99

注: ¹⁾ 预混料为每千克饲料提供: VA 10 000 IU, VD 2 500 IU, VE 100 IU, VK 2.0 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 1.0 mg, VB₁₂ 50 μg, 氯化胆碱 1500 mg, Fe 80 mg, Cu 20 mg, Zn 100 mg, Mn 45 mg, I 0.7 mg, Se 0.25 mg; ²⁾ 预混料为每千克饲料提供: VA 15 000 IU, VD 3 200 IU, VE 50 IU, VK 4.0 mg, VB₁ 4.0 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 3.0 mg, VB₁₂ 20 μg, 氯化胆碱 800 mg, Fe 120 mg, Cu 20 mg, Zn 112 mg, Mn 24 mg, I 0.5 mg, Se 0.4 mg; ³⁾ 消化能为计算值, 其余指标为实测值。

Note: ¹⁾ The premix provides the following per kilogram of diet: VA 10 000 IU, VD 2 500 IU, VE 100 IU, VK 2.0 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 1.0 mg, VB₁₂ 50 μg, choline chloride 1500 mg, Fe 80 mg, Cu 20 mg, Zn 100 mg, Mn 45 mg, I 0.7 mg, Se 0.25 mg; ²⁾ The premix provides the following per kilogram of diet: VA 15 000 IU, VD 3 200 IU, VE 50 IU, VK 4.0 mg, VB₁ 4.0 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 3.0 mg, VB₁₂ 20 μg, choline chloride 800 mg, Fe 120 mg, Cu 20 mg, Zn 112 mg, Mn 24 mg, I 0.5 mg, Se 0.4 mg; ³⁾ DE is calculated value, and others are measured values.

1.3 母猪繁殖性能和背膘厚测定

记录母猪的产活仔数、死胎数、木乃伊数和断奶时健壮仔数; 母猪断奶后发情间隔和 7 d 发情率; 仔猪出生窝重和断奶窝重, 并计算平均日增重。分别于母猪妊娠 110 d 及产后 21 d 测量母猪的背膘厚, 计算背膘损失。

1.4 血浆生化参数测定

分别于母猪分娩当天(1 d)和产后 21 d 每组随机选取 12 头母猪, 耳缘静脉采血, 肝素抗凝, 离心分离血浆。用罗氏 311 生化分析仪测定血浆中谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST) 和碱性磷酸酶 (ALP) 的活性以及总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、低密度脂蛋白-胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白-胆固醇 (HDL-C)、甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (CHOL)、尿素氮 (UN)、血氨 (AMM)、葡萄糖 (GLU) 和免疫球蛋白 G (IgG) 的含量, 生化试剂盒购于罗氏公司。用多功能酶标仪测定血浆中还原型谷胱甘肽 (GSH)、超氧化物歧化酶 (SOD)、丙二醛 (MDA) 和总抗氧化能力 (T-AOC), 试剂盒购于南京建成。

1.5 数据处理与分析

试验数据用 Excel 2010 进行初步处理, 用 SPSS 18.0 软件进行独立样本 t 检验。除发情率和发情间隔以平均值表示外, 其他数据均以“平均值 ± 标准误”表示, $P < 0.05$ 表示差异显著, $0.05 \leq P < 0.10$ 表示有变化趋势。

2 结果与分析

2.1 饲料添加中药渣发酵物对母猪繁殖性能的影响

由表 2 可知, 与对照组相比, 试验组母猪的产活仔数、木乃伊数、死胎数、仔猪出生窝重和断奶窝增重以及健仔数差异均不显著 ($P > 0.05$), 但仔猪断奶窝增重呈升高趋势 ($P = 0.068$)。

2.2 饲料添加中药渣发酵物对母猪产后恢复的影响

由表 3 可知, 与对照组相比, 试验组母猪断奶后的背膘损失和发情间隔均呈降低趋势、断奶后 1 ~ 7 d 的发情率略有升高。

表 2 中药渣发酵物对母猪繁殖性能的影响 ($n = 16$)Table 2 Effects of fermentation products of Chinese herbal residues on reproductive performance of sows ($n = 16$)

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
产活仔数 Alive litter Size	10.92 ± 0.46	10.46 ± 0.33
木乃伊数 Mummy size	0.06 ± 0.06	0.06 ± 0.06
死胎数 Dead fetus size	0.13 ± 0.09	0.31 ± 0.22
初生窝重 Litter birth weight (kg)	14.86 ± 0.54	14.58 ± 0.73
断奶窝增重 Weaning weight gain per litter (kg)	36.20 ± 2.08	42.00 ± 2.16
健壮仔数 Robust number	9.36 ± 0.20	9.09 ± 0.25

表 3 中药渣发酵物对母猪产后恢复的影响 ($n = 12$)Table 3 Effects of fermentation products of Chinese herbal residues on postpartum recovery of sows ($n = 12$)

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental group
背膘厚损失 Backfat loss (mm)	10.35 ± 0.57	8.80 ± 0.99
1-7 d 发情率 Estrus rate of 1 to 7 d (%)	46.67	80.00
发情间隔 Weaning to estrus interval (d)	7.30 ± 1.51	7.07 ± 1.13

2.3 饲粮添加中药渣发酵物对母猪血浆生化参数的影响

由表 4 可知,与对照组相比,试验组母猪分娩当天血浆 ALT 活性显著降低 ($P < 0.05$),产后 21 d 时

血浆 AST 活性呈降低趋势 ($P = 0.072$);试验组母猪分娩当天和产后 21 d 时血浆 UN 浓度均显著升高 ($P < 0.05$);其他酶活性和代谢产物浓度各组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 4 中药渣发酵物对血浆生化参数的影响 ($n = 12$)Table 4 Effects of fermentation products of Chinese herbal residues on plasma biochemical parameters ($n = 12$)

项目 Items	产后时间 Postpartum time (d)	对照组 Control group	试验组 Experimental group
谷丙转氨酶 ALT (U/L)	1	32.86 ± 1.74	27.71 ± 1.19*
	21	35.99 ± 1.68	35.88 ± 1.80
谷草转氨酶 AST (U/L)	1	43.82 ± 4.08	42.20 ± 3.89
	21	31.94 ± 2.52	26.06 ± 1.66
碱性磷酸酶 ATP (U/L)	1	34.90 ± 2.90	52.10 ± 5.59*
	21	54.70 ± 4.74	62.60 ± 6.24
总蛋白 TP (g/L)	1	67.47 ± 0.86	67.53 ± 0.91
	21	74.83 ± 1.10	74.23 ± 1.15
白蛋白 ALB (g/L)	1	39.60 ± 1.02	40.33 ± 1.01
	21	42.78 ± 0.99	43.32 ± 1.01
低密度脂蛋白-胆固醇 LDL-C (mmol/L)	1	0.88 ± 0.06	0.86 ± 0.06
	21	1.09 ± 0.09	1.05 ± 0.05
高密度脂蛋白-胆固醇 HDL-C (mmol/L)	1	0.58 ± 0.03	0.57 ± 0.04

续表 4(Continued Tab. 4)

项目 Items	产后时间 Postpartum time(d)	对照组 Control group	试验组 Experimental group
总胆固醇 CHOL (mmol/L)	21	0.93 ± 0.08	1.03 ± 0.06
	1	1.44 ± 0.09	1.40 ± 0.05
尿素氮 UN (mmol/L)	21	1.99 ± 0.08	2.01 ± 0.07
	1	4.12 ± 0.29	5.33 ± 0.29*
血氨 AMM (umol/L)	21	4.99 ± 0.20	6.14 ± 0.29*
	1	44.44 ± 3.24	48.68 ± 3.98
葡萄糖 GLU (mmol/L)	21	49.33 ± 5.05	55.77 ± 3.82
	1	5.10 ± 0.23	4.46 ± 0.35
	21	4.82 ± 0.17	5.03 ± 0.28

2.4 饲料添加中药渣发酵物对母猪血浆抗氧化性能的影响

由表 5 可知,与对照组相比,试验组母猪分娩当

天血浆 MDA 含量显著降低 ($P < 0.05$), 产后 21 d 血浆 SOD 活性呈升高趋势 ($P = 0.063$)。

表 5 中药渣发酵物对血浆抗氧化性能的影响 ($n = 12$)Table 5 Effect of fermentation products of Chinese herbal residues on plasma anti-oxygenic property ($n = 12$)

项目 Items	产后时间 Postpartum time(d)	对照组 Control group	试验组 Experimental group
还原型谷胱甘肽 GSH ($\mu\text{mol/L}$)	1	37.82 ± 1.43	37.80 ± 1.60
	21	39.03 ± 1.42	42.74 ± 1.60
超氧化物歧化酶 SOD (U/ml)	1	47.64 ± 2.27	46.80 ± 1.90
	21	18.26 ± 1.37	21.80 ± 1.13
丙二醛 MDA (nmol/ml)	1	3.33 ± 0.38	1.28 ± 0.20*
	21	3.47 ± 0.26	3.33 ± 0.38
总抗氧化能力 T-AOC (U/ml)	1	0.66 ± 0.14	0.59 ± 0.11
	21	0.80 ± 0.12	0.75 ± 0.17

3 讨论与结论

微生物发酵是一种新的中药炮制方法,中草药经微生物发酵后,会产生大量具有生物活性的次级代谢产物,其中的营养物质也更有利于机体的消化吸收^[4]。相对于中药渣,发酵中药渣在提高小鼠繁殖性能、增加仔猪初生窝重和断奶窝增重方面更有效^[9,11]。本试验中,母猪饲料添加中药渣发酵物增加了仔猪的断奶窝增重,与李华伟等的研究结果一致^[8];饲料添加中药渣发酵物降低了母猪背膘损失、缩短了断奶后发情间隔、提高了断奶后 1~7 d 的发情率,说明中药渣发酵物可在一定程度提高母猪的繁殖性能、促进母猪产后体况的恢复和仔猪的生长发育。本试验添加的中药渣中含有蛋白质、脂

肪、糖类和矿物元素等营养物质,对机体的生长发育具有重要作用;另外,其中含有的多糖、黄酮、甙类、生物碱、萜类和挥发油等生物活性物质均可增强机体的抗病、抗应激和抗菌能力^[3,6,12]。

血液生化参数可反映机体的新陈代谢状况。AST 和 ALT 是动物机体内重要的转氨酶,在非必需氨基酸合成中起重要作用,同时这两种酶主要存在于肝细胞胞浆和线粒体中,其活性可反映肝细胞或线粒体的损伤程度^[13]。本试验中,饲料添加中药渣发酵物使分娩当天血浆 ALT 活性显著下降、断奶时血浆 AST 活性有下降趋势,说明中药渣发酵物减少了非必需氨基酸的合成,主要由于中药渣发酵后增加了其中部分非必需氨基酸的含量^[5];中药渣还可一定程度上保护肝脏,这主要是由于茯苓中的活

性成分羟甲基茯苓多糖和茯苓三萜、女贞子中的活性物质鞣果酸都可保护肝脏、降低 ALT 和 AST 活性^[14,15]。血浆尿素氮是蛋白质和氨基酸分解代谢的主要终产物,其浓度可反映蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,氨基酸平衡状况良好时,尿素氮浓度下降^[16]。本试验中,中药渣发酵物添加组母猪分娩当天和产后 21 d 血浆 UN 浓度均显著升高,可能是中药渣发酵物提高了饲料中蛋白质的水平所造成的^[5]。

MDA 含量可反映细胞膜被氧化的程度,其含量增加是脂质过氧化作用的自由基生成异常或机体抗氧化能力降低造成的,还可反映机体抗氧化能力的高低^[17]。SOD 是机体主要的抗氧化酶,其活性可反映机体的抗氧化能力,间接反映机体清除自由基的能力,还可清除机体新陈代谢产生的有害物质^[18]。本试验中,饲料添加中药渣发酵物可降低分娩当天血浆 MDA 含量、升高产后 21 d 血浆 SOD 活性,说明中药渣发酵物可在一定程度上提高机体的抗氧化能力。本试验添加的中药渣中含有黄芪、党参、刺五加、杜仲、茯苓和女贞子等药渣,其中的黄酮类、多酚类、皂苷类和多糖类等活性物质均可清除自由基,减少脂质过氧化产物 MDA 含量、增加 SOD 活性,从而发挥抗氧化作用^[14,19-22]。饲料添加中药渣发酵物可在一定程度上提高母猪繁殖性能和抗氧化能力、增加仔猪断奶窝增重,可作为饲料添加剂用于母猪生产。

参考文献

- 1 Yang XQ (杨绪勤), Yuan B (袁博), Jiang JH (蒋继宏). Utilization of residues from Chinese medicinal herbs as a kind of bioresources. *J Jiangsu Norm Univ* (江苏师范大学学报), 2015, 33(3): 40-44.
- 2 Yang B (杨冰), Ding F (丁斐), Li WD (李伟东), et al. Research progress on comprehensive utilization of Chinese medicine residue and ecological comprehensive utilization pattern. *China Tradit Herb Drugs* (中草药), 2017, 48: 377-383.
- 3 Li ZH (黎智华), Zhu Q (祝倩), Ji YJ (姬玉娇), et al. Nutrient content in six Chinese herbal residues. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2017, 29: 91-95.
- 4 Han CY (韩春杨), Liu CY (刘翠艳), Niu ZX (牛钟相). Component changes of Chinese herb before and after fermentation and the effect on some immune indices and growth performance of broiler chickens. *Acta Veterin Zootech Sin* (畜牧兽医学报), 2005, 36: 1223-1227.
- 5 Wang B (王兵), Wang XD (王向东), Qin L (秦岭), et al. Study on the protein feed stuff from herb-medicine residues by solid-state fermentation. *J Food Sci Biotechnol* (食品与生物技术学报), 2007, 26(4): 77-82.
- 6 Li F (李峰), Wang N (王娜), Zhang SY (张师愚), et al. The utilization and advances of traditional Chinese medicine dregs. *China J Pharm* (中国医药工业杂志), 2016, 47: 1322-1326.
- 7 Zhou Y (周勇), Jin Y (金鑫), Xie LH (谢蓝华), et al. Development of functional feed from complex herb-medicine dregs by solid-state fermentation. *China Brew* (中国酿造), 2011, 30: 122-125.
- 8 Li HW (李华伟), Wang ZJ (王宗俊), Zhu Q (祝倩), et al. Reproductive performance of sows and growth performance of their offspring. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2016, 28: 1534-1539.
- 9 Li HW (李华伟), Li ZH (黎智华), Zhu Q (祝倩), et al. Effect of dietary supplementation with herb residues and fermented herb residues on reproductive performance of sows and growth performance of their offspring. *Chin J Anim Nutr* (动物营养学报), 2017, 29: 257-263.
- 10 Su JY (苏家宜), Li HW (李华伟), Li ZH (黎智华), et al. Effects of fermented Chinese herb residues on growth performance and intestinal mucosal morphology of weaned piglets. *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2016, 28: 1454-1459.
- 11 Yang DC (杨东川), Gu J (古江), Zan SH (笱述海), et al. Effects of red ginseng dregs product fermented by bacillus subtilis on growth and reproduction performance of mice. *Sichuan Agric Univ* (四川农业大学学报), 2014, 4: 446-450.
- 12 Zhang ZB (张壮彪), Zuo H (左浩), Wen KY (温凯欣), et al. The application of herb residues in main economical animals. *Livestock Poul Indus* (畜禽业), 2016, 4: 22-24.
- 13 Liu Y, Kong X, Jiang G, et al. Effects of dietary protein/energy ratio on growth performance, carcass trait, meat quality, and plasma metabolites in pigs of different genotypes. *J Anim Sci Biotechnol*, 2015, 6: 435-444.
- 14 Liang XQ (梁学清), Li DD (李丹丹), Huang ZW (黄忠威). Research progress on pharmacological activities of tuckahoe. *J Henan Univ Sci Tech, Med Sci* (河南科技大学学报: 医学版), 2012, 30: 154-156.
- 15 Liu TT (刘亭亭), Wang M (王萌). Research progress of chemical composition and pharmacological effects of fructus figuistri lucidi. *Chin J Exp Tradit Med Form* (中国实验方剂学杂志), 2014, 20(14): 228-234.