

文章编号:1001-6880(2016)10-1534-06

饲粮添加发酵中药渣对母猪繁殖性能与子代生长性能的影响

李华伟^{1,2},王宗俊¹,祝倩²,孔祥峰^{2,3},印遇龙²,吴灵英^{1*}¹武汉轻工大学 动物科学与营养工程学院,武汉 430023; ²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; ³湖南省植物功能成分利用协同创新中心,长沙 410128

摘要:为了探讨中药渣在母猪饲粮中添加的可行性,试验选用2~4胎次、预产期相近的健康二元母猪60头,随机分为对照组、中药渣组和发酵中药渣组,比较研究发酵前和发酵后中药渣对母猪繁殖性能和仔猪发育的影响。结果表明:与对照组相比,发酵中药渣组产仔数、产活仔数和断奶平均日增重均有所增加,断奶窝增重和哺乳仔猪腹泻率显著增加,母猪背膘损失有所降低;中药渣组木乃伊数略有增加,仔猪腹泻率明显增加。由上可见,饲粮中添加发酵中药渣制剂虽然在短期内造成仔猪一定程度的腹泻,但可提高母猪繁殖性能和仔猪生长性能。

关键词:妊娠母猪;繁殖性能;哺乳仔猪;生长性能;发酵中药渣

中图分类号:S853.74

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.10.006

Effects of Dietary Supplementation with Fermented Herb Residues on Reproductive Performance of Sows and Growth Performance of Their Offspring

LI Hua-wei^{1,2}, WANG Zong-jun¹, ZHU Qian², KONG Xiang-feng^{2,3}, YIN Yu-long², WU Ling-ying^{1*}¹Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; ²Key Laboratory of Agro-ecological Processes

in Subtropical Region, Hunan Provincial Engineering Research Center of Healthy Livestock, Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central, Ministry of Agriculture,

Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; ³Hunan Co-Innovation Center of Utilizing Plant Functional Components, Changsha 410128, China

Abstract: This study was conducted to explore the possibility of the herb residues (HR) supplementation in sow diets. Sixty healthy crossbred sows with close expected date of delivery during the 2-4 parities were used and randomly allocated to one of three groups, representing the control group, HR group and fermented HR group, to determine the effects of the HR and fermented HR on reproductive performance of sows and growth performance of their offspring. The results showed that, compared with the control group, the litter size, alive litter size, and average daily gain of weaned piglets from the FHR group displayed a trend toward increasing; the litter weight gain of weaned piglets and diarrhea rate of suckling piglets significantly increased; the backfat loss of sows displayed a trend toward decreasing. The mummy size from the HR group displayed a trend toward increasing, and the diarrhea rate of piglets significantly increased compared with the control group. These findings suggested that dietary supplementation with the fermented HR results in a certain degree of diarrhea of suckling piglets, but improved the reproductive performance in sows and growth performance of piglets.

Key words: pregnant sows; reproductive performance; suckling piglets; growth performance; fermented herb residues

随着我国中药加工产业的迅速发展,全国每年产生中药渣(含植物提取废渣)3000~5000万吨^[1]。如果对其处置不当,长期堆放易腐败发臭,不仅造成

资源浪费,还会污染环境^[2]。由于受提取手段和提取效率的制约,中药加工企业产生的中药渣中至少含有30%的有效成分^[1]。例如,半夏厚朴汤药渣中残留有49.8%的挥发油^[3],黄芪药渣中残留有72.1%的黄芪苷^[4]。另外,中药渣中还含有蛋白质、纤维素、还原糖和无机盐等营养成分^[5]。对中药渣进行适当加工后应用到动物生产中,不仅可以节约

收稿日期:2016-07-14 接受日期:2016-08-09

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)

*通讯作者 E-mail:xiaowlying@163.com

中药资源又能减少环境污染。利用现代发酵工艺对中药渣进行发酵处理,可以降低中药渣中纤维素的含量,提高其利用率;在发酵过程中产生的低聚糖等功能性次生代谢产物,还具有特殊的生物学功能^[6,7]。近年来的研究表明,饲粮中添加清瘟败毒中药渣,可提高泌乳獭兔的生产性能,降低饲养成本^[8];饲粮中添加党参和黄芪药渣,可提高羊肉的品质^[9]。但目前将中药渣用于母猪饲粮中的研究较少。因此,本文选取由黄芪、当归、益母草和金银花等组成的复方中药渣,经微生物发酵处理后制成果发酵中药渣制剂,通过饲粮添加试验,研究其对围产期母猪繁殖性能和子代生长性能的影响,为其在母猪饲粮配方中的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 发酵中药渣制备

试验所用的中药渣由湖南圣雅凯生物科技有限公司提供。取水提后的中药渣,按黄芪4、当归2、益母草2和金银花2配比(以干品计),药渣含水量控制在40%~60%。按0.4%的比例接种复合菌种

(含枯草芽孢杆菌、酵母菌、乳酸菌和丁酸梭菌等,活菌量 $\geq 2 \times 10^{10}$ cfu/g),置于30~33℃条件下发酵1周,每天翻动1~2次,发酵后减压真空干燥、粉碎、包装。经测定,中药渣制剂含干物质(dry matter, DM) 95.63%、粗蛋白(crude protein, CP) 10.03%、粗纤维(crude fiber, CF) 8.00%和粗脂肪(ether extract, EE) 6.8%,发酵中药渣制剂含DM 95.02%、CP 14.92%、CF 2.22%和EE 5.29%。

1.2 试验动物、分组与饲养管理

动物饲养试验于2015年9月~11月在位于湖南新五丰股份有限公司永安分公司的中国科学院亚热带农业生态研究所动物实验基地进行。试验选用2~4胎次、预产期相近的妊娠85 d的健康二元母猪60头,随机分为3组,每组20头,单栏饲养。在基础饲粮中分别添加3 kg/T米糠(对照组)、3 kg/T中药渣(中药渣组)和3 kg/T发酵中药渣(发酵中药渣组)。基础饲粮的组成及营养水平见表1。从产前21 d开始饲喂,到产后21 d结束。试验期间按猪场日常管理程序,给试验猪喂料、饮水和免疫。

表1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

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

项目 Items	妊娠母猪饲粮 Gestating sows' diet	泌乳母猪饲粮 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
缬氨酸 Val		0.10
防霉剂 Antimildew agent	0.05	0.05
妊娠母猪预混料 Pregnant sows' premix ¹⁾	4.00	
泌乳母猪预混料 Lactating sows' premix ²⁾		4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levles³⁾		
消化能 DE(MJ/Kg)	15.23	15.56
干物质 DM	98.00	97.74

项目 Items	妊娠母猪饲粮 Gestating sows' diet	泌乳母猪饲粮 Lactating sows' diet
粗脂肪 EE	5.16	6.02
粗纤维 CF	3.60	3.54
粗蛋白 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

¹预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of diet: VA 10 000 IU, VD 2 500 IU, VE 100 IU, VK 2 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 1 mg, VB₁₂ 50 μg, 氯化胆碱 choline chloride 1 500 mg, Fe 80 mg, Cu 20 mg, Zn 100 mg, Mn 45 mg, I 0.7 mg, Se 0.25 mg。

²预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of diet: VA 15 000 IU, VD 33 200 IU, VE 50 IU, VK 4 mg, VB₁ 4 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 3 mg, VB₁₂ 20 μg, 氯化胆碱 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消化能为计算值,其余指标为实测值。DE is calculated value, and others are measured values.

1.3 母猪繁殖性能测定

记录母猪的产仔数、产活仔数、死胎数、木乃伊数和母猪产后发情间隔,以及仔猪初生窝重,7日龄、14日龄和断奶仔猪窝增重,并计算平均日增重。

1.4 仔猪腹泻率测定

每天观察并记录每窝仔猪腹泻情况,计算腹泻率^[10]。

1.5 母猪背膘厚测定

分别于母猪妊娠 110 d 及仔猪 21 日龄断奶时测量母猪的背膘厚,计算分娩前、后母猪的背膘损失。

1.6 数据处理与分析

试验数据用 SPSS 22.0 软件进行方差分析。除

发情率以平均值表示外,其他数据均以“平均值±标准误”表示。 $P < 0.05$ 表示差异显著, $0.05 \leq P < 0.1$ 表示有变化趋势。

2 结果与分析

2.1 饲粮添加发酵中药渣制剂对母猪繁殖性能的影响

由表 2 可见,与对照组相比,发酵中药渣组的产仔数($P = 0.072$)和产活仔数($P = 0.063$)均呈升高趋势,中药渣组的木乃伊数呈增加趋势($P = 0.072$);与中药渣组相比,发酵中药渣组的产活仔数显著增加($P < 0.05$)。各试验组的死胎数和仔猪初生窝重差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 发酵中药渣对母猪繁殖性能的影响($n = 20$)

Table 2 Effects of fermented HR on reproductive performance of sows($n = 20$)

项目 Items	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣 Fermented HR group
产仔数 Litter size	9.74 ± 0.52	10.00 ± 0.54	11.13 ± 0.55
产活仔数 Alive litter size	9.57 ± 0.52 ^{ab}	9.39 ± 0.47 ^b	10.91 ± 0.53 ^a
木乃伊数 Mummy size	0.05 ± 0.05	0.48 ± 0.24	0.14 ± 0.14
死胎数 Dead fetus size	0.13 ± 0.46	0.17 ± 0.58	0.09 ± 0.29
初生窝重 Litter birth weight (kg)	15.36 ± 0.80	15.98 ± 0.68	16.19 ± 0.63

注:同行数据肩标不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。下表同。

Note: Data in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$). The same as below.

2.2 饲粮添加发酵中药渣制剂对仔猪生长性能的影响

由表 3 可知,与对照组和中药渣组相比,发酵中药渣组的断奶窝增重显著增加($P < 0.05$);与对照组相比,发酵中药渣组的断奶平均日增重有增加趋势($P = 0.058$)。各试验组的 7、14 日龄窝增重和平

均日增重均无显著差异($P > 0.05$)。

2.3 饲粮添加发酵中药渣制剂对仔猪腹泻率的影响

由表 4 可知,与对照组相比,发酵中药渣组仔猪 1~14 d 和 1~21 d 的腹泻率均显著增加($P < 0.05$),中药渣组仔猪 1~14 d($P = 0.092$)和 1~21

$d (P = 0.082)$ 的腹泻率均呈增加趋势;各试验组 1 ~ 7 d 的仔猪腹泻率差异不显著。

表 3 发酵中药渣对仔猪生长性能的影响

Table 3 Effects of fermented HR on growth performance of piglets

项目 Items	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
窝增重 Weight gain per litter/kg			
7 日龄 7-day	11.77 ± 0.91	12.32 ± 0.54	13.24 ± 0.63
14 日龄 14-day	28.00 ± 1.39	28.83 ± 1.19	30.68 ± 0.97
断奶 Weanling	39.90 ± 1.62 ^b	42.15 ± 1.47 ^b	46.92 ± 1.54 ^a
平均日增重 ADG/kg			
7 日龄 7-day	1.67 ± 0.11	1.77 ± 0.07	1.89 ± 0.09
14 日龄 14-day	1.15 ± 0.04	1.19 ± 0.06	1.25 ± 0.04
断奶 Weanling	2.08 ± 0.08	2.21 ± 0.07	2.29 ± 0.08

表 4 发酵中药渣对仔猪腹泻率的影响

Table 4 Effects of fermented HR on diarrhea rate of piglet (%)

项目 Items	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
1 ~ 7 d	0.21 ± 0.14	0.37 ± 0.27	0.81 ± 0.44
1 ~ 14 d	0.18 ± 0.08 ^b	0.92 ± 0.26 ^{ab}	1.28 ± 0.45 ^a
1 ~ 21 d	0.18 ± 0.07 ^b	0.81 ± 0.19 ^{ab}	1.22 ± 0.38 ^a

2.4 饲粮添加发酵中药渣制剂对母猪产后恢复的影响

由表 5 可知,与对照组相比,发酵中药渣组的背

膘损失呈降低趋势($P = 0.085$),发酵中药渣组与中药渣组的母猪产后发情间隔、1 ~ 7 d 发情率、8 ~ 14 d 发情率及未正常发情率均无显著变化($P > 0.05$)。

表 5 发酵中药渣对母猪产后恢复的影响

Table 5 Effects of fermented HR on postpartum recovery of sows

项目 Items	对照组 Control group	中药渣组 HR group	发酵中药渣组 Fermented HR group
背膘损失 Backfat loss (mm)	3.08 ± 0.54	2.39 ± 0.46	1.77 ± 0.46
发情间隔 Weaning-to-estrus interval (d)	5.05 ± 0.17	5.10 ± 0.44	4.90 ± 0.24
1 ~ 7 d 发情率 Estrus rate of 1 to 7 d (%)	86.96	82.61	82.61
8 ~ 14 d 发情率 Estrus rate of 8 to 14 d (%)	0.00	4.35	4.35
未正常发情率 Abnormal estrus rate (%)	13.04	13.04	13.04

3 讨论

随着微生物发酵技术的快速发展,将发酵技术用于传统的中药炮制已成为必然。中药经过发酵后,其中的有效成分含量增加,有害成分减少,并产生大量的活性成分^[11]。同样,将发酵技术应用于中药渣的处理,可降低其中的纤维素分解,增加其中

粗蛋白、多糖和小分子生物活性物质的含量,提高中药渣的再次利用价值^[12]。杨东川等^[13]报道,在小鼠饲粮中添加发酵红参药渣,可显著增加产仔数和仔鼠初生重。本试验使用的发酵中药渣也表现出类似的效果。与中药渣组相比,发酵中药渣可显著增加母猪的产活仔数,这可能与中药渣组母猪产木乃伊数增加有关。母猪在哺乳期间会动员较多的机体

储备来维持泌乳,但是如果过度动用机体储备,将导致母猪掉膘严重、影响仔猪增重、造成发情间隔延长和受胎率降低^[14]。本试验中,添加发酵中药渣对母猪背膘损失有降低趋势,但对发情间隔无显著影响。

由于哺乳仔猪主要依靠母猪乳汁维持自身的生长发育,因此仔猪窝增重与母猪的泌乳量呈正相关。本试验中,饲粮添加发酵中药渣可促进哺乳仔猪的增重,可能与其中含有的大量多糖、皂苷和黄酮等活性成分有关^[15]。另外,中药渣发酵后其粗蛋白质含量从10.03%增加到14.92%、粗纤维含量从8.00%降低到2.22%,从而可以更好地满足母猪生长发育的需要,有利于胎猪和仔猪的生长发育。贺晓玉等^[16]报道,饲粮中添加一定量的发酵五味子药渣能够预防仔猪腹泻,改善消化道吸收功能。因为五味子属于收涩药,具有止泻、提高机体免疫力、保肝、抗氧化等作用^[17]。而本试验中,饲粮添加中药渣和发酵中药渣后仔猪腹泻率升高,可能与仔猪的消化吸收能力降低、肠道内环境紊乱有关^[18]。另外,中药渣经微生物发酵后,含有大量菌体及其代谢产物^[19],本研究使用的发酵中药渣制剂中含有大量微生物及其代谢产物,这对仔猪肠道造成一定的负担,导致一定程度的腹泻。

本试验添加的发酵中药渣对母猪繁殖性能和仔猪生长发育均具有一定的促进作用;添加的中药渣可提高产仔数、初生窝重和仔猪生长性能,且在一定程度上降低母猪的背膘损失。上述效果与中药渣中含有的药效成分有一定的关系。例如,黄芪的主要成分为黄芪多糖和黄芪皂苷,具有抗氧化和增强细胞免疫等作用^[20];当归的主要成分为挥发油、当归多糖和黄酮类,具有活血补血、抗肿瘤、抗氧化和抗衰老等作用^[21];金银花的主要成分为挥发油、有机酸和黄酮类,具有清热解毒、疏散风热和保肝利胆等作用^[22];益母草的主要成分为生物碱类、黄酮和挥发油等,具有提高免疫和活血化瘀等功效^[23]。这些药效成分对动物均具有保健作用,可提高母猪的繁殖性能,促进胎猪和仔猪的生长发育。

综上所述,饲粮中添加发酵中药渣制剂虽然在短期内对仔猪造成一定程度的腹泻,但可提高母猪繁殖性能、促进仔猪生长发育;添加中药渣制剂效果不明显。

参考文献

- Guo YD(郭义东), He X(何兴), Feng X(冯兴), et al. Research progress in comprehensive utilization of traditional Chinese medicine dregs. *J Chengdu Univ, Nat Sci*(成都大学学报,自科版), 2015, 34:125-128.
- Zhang HG(张红刚), Teng J(滕婧), Li SX(李顺祥), et al. Research progress of comprehensive utilization of Chinese medicine residue for resources conservation. *Guangzhou Chem Ind*(广州化工), 2013, 12:16-18.
- Leng GH(冷桂华). Comparison on content of baicalin between *radix scutellariae* and its extractive drug residue. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), 2007, 35:2928-2935.
- Huang YF(黄亚非), Liu J(刘杰), Huang JW(黄际薇), et al. Determination of astragaloside IV in dred of *radix astragali* by high-performance liquid chromatography. *ACTA Sci Nat Univ Suny*(中山大学学报,自然版), 2009, 48:146-148.
- Tang WJ(汤文杰), Kong XF(孔祥峰), Yang F(杨峰), et al. Nutritional values in seventeen Chinese herbal medicines. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2010, 23:867-872.
- Wang B(王兵), Wang XD(王向东), Qin L(秦岭), et al. Study on the protein feedstuff from herb-medicine residues by solid-state fermentation. *J Food Sci Biol*(食品与生物技术学报), 2007, 26(4):77-82.
- Liu FM(刘凤梅), Tan XD(谭显东), Yang YJ(羊依金), et al. Production of protein feedstuff from *notoginseng* residues by solid-state fermentation. *China Brew*(中国酿造), 2011, 2:67-70.
- Li YJ(李艳军), Gu ZL(谷子林), Liu YJ(刘亚娟). Effect of Qingwen Baidu herb residues on growth performance of lactational Rex rabbit. *J China Feed*(中国饲料), 2010, 21:42-44.
- Wang XD(王旭东). Effect of dietary supplementation with *codonopsis pilosula*, *astragalus* residue on mutton quality. *China Herb Sci*(中国草食动物科学), 2015, 35(2):32-36.
- Kong XF, Wu GY, Liao YP, et al. Effects of Chinese herbal ultra-fine powder as a dietary additive on growth performance, serum metabolites and intestinal health in early-weaned piglets. *Livest Sci*, 2007, 108:272-275.
- Sun J(孙静), Ma L(马琳), Lv SQ(吕斯琦), et al. Research survey on fermentation of Chinese materia medica. *Drug Evalu Res*(药物评价研究), 2011, 34:49-52.
- Liu WW(刘文伟), Liu YX(刘玉璇), Zhao Y(赵宇), et al. Review on recycle of traditional Chinese medicine slag. *J Pharm Res*(药学研究), 2013, 32:49-50.
- Yang DC(杨东川), Gu J(古江), Zan SH(昝述海), et al. Effects of red ginseng dregs product fermented by *bacillus subtilis* on growth and reproduction performance of mice. *J Sichuan Agric Univ*(四川农业大学学报), 2014, 32:446-450.
- Liu Z(刘柱), Yang ZY(杨志远), Li XY(李晓玉), et al. Study on influence of sows' backfat thickness at farrowing

- and weaning on reproductive performance. *China Anim Husb Vet Med*(中国畜牧兽医),2014,41:187-190.
- 15 Zhou Y(周勇),Jin X(金鑫),Xie LH(谢蓝华),et al. Development of function feed from complex herb-medicine dregs by solid-state fermentation. *China Brew*(中国酿造),2011,12:122-125.
- 16 He XY(贺晓玉),Luo J(罗杰),Li YL(李英伦). Effects of fermented dregs of *Schisandra chinensis* on intestinal morphology and mucosal immunity of weaned piglets. *J Hunan Agric Univ*(湖南农业大学学报),2014,40:196-201.
- 17 Li JP(李建平),Shan AS(单安山). Biological functions and application of *schisandra chinensis* baill in animals. *China Anim Husb Vet Med*(中国畜牧兽医),2006,33(4):21-24.
- 18 Hang SQ,Zhu WY. Gut bacterial and Lactobacilli communities of weaning piglets in response to mannan oligosaccharide and sugar beet pulp in vitro fermentation. *J Inte Agri*,2012,11:122-133.
- 19 Wang JF(王建芳),Xu C(徐春),Xu MM(徐萌萌),et al. Studies on the improvement of the value of Chinese tradition-
- al medicine's residues with microbial fermentation. *J Sichuan Univ,Nat Sci*(四川大学学报,自科版),2007,44:451-454.
- 20 Kong XF(孔祥峰),Hu YL(胡元亮),Song DL(宋大鲁). Research progress on immunological pharmacology of astragalus polysaccharides. *Chin J Trad Vet Sci*(中兽医学杂志),2003,3:34-37.
- 21 Li X(李曦),Zhang LH(张丽宏),Wang XX(王晓晓),et al. Research progress on chemical constituents and pharmacological effect of *angelica sinensis*. *Chin J Vet Med*(中药材),2013,6:1023-1028.
- 22 Xia Y(夏远),Li DZ(李弟灶),Pei ZZ(裴振昭),et al. Review on the chemical constituents of the flower buds of *lonicera japonica*. *Modern Chin Med*(中国现代中药),2012,4:26-32.
- 23 Zhang X(张雪),Song YQ(宋玉琴),Yang YT(杨雨婷),et al. Research progress on chemical components of *leonurus japonicus* and their pharmacological effects of activating blood and resolving stasis. *Drug Evalu Res*(药物评价研究),2015,2,214-217.

(上接第 1611 页)

- 8 Senji S,Yumi T,Yuki O. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinohacha). *Food Chem*,2005,89:569-575.
- 9 Hao QQ(郝晴晴). Quality analysis on persimmon leaf tea of different varieties and seasons and study on the optimal processing technology. Wuhan: Huazhong Agricultural University (华中农业大学),MSc. 2014.
- 10 Liu TT(刘田田),Xia SH(夏霜慧),Zhou RJ(周瑞金). Health function and fabrication process of the persimmon leaf tea. *Food Nutr China*(中国食物与营养),2013,19(10):54-55.
- 11 Lin JF(林娇芬). A study of persimmon leaves' tea with abundant active components. Fuzhou: Fujian Agricultural and Forestry University (福建农林大学),MSc. 2005.
- 12 Sun LJ,Zhang JB,Lu XY,et al. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology*,2011,49:2689-2696.
- 13 Fu JM(傅建敏),Han WJ(韩卫娟),Sun P(孙鹏),et al. The processing methods of persimmon leaf tea with abundant vitamin C:China,ZL201310437079. X. 2015-05-06.
- 14 Han WJ,Li XC. Antioxidant Activity of aloeswood tea in vitro. *Spatula DD*,2012,2(1):43-50.
- 15 Li XC,Han WJ,Mai WQ,et al. Antioxidant activity and mechanism of tetrahydroxanthoflavone in vitro. *Nat Prod Commun*,2013,8:787-789.
- 16 Fan JP(范杰平). Study on the extraction and separation of the active components in the leaves of *Diospyros kaki*. Hangzhou:Zhejiang University (浙江大学),PhD. 2006
- 17 Han WJ(韩卫娟),Liang YQ(梁玉琴),Sun P(孙鹏),et al. Optimizing of Folin-ciocalteu method for the determination of total polyphenol content in leaves of *Diospyros* and the determination of leaf total polyphenol of some species (varieties). *Comp Appl Chem*(计算机与应用化学),2015,32:787-792.
- 18 Fan JP(范金波),Cai XT(蔡茜彤),Feng XQ(冯叙桥),et al. The comparison of five natural phenolic compounds on antioxidant activity in vitro. *Food Ferment Ind*(食品与发酵工业),2014,40(7):77-83.
- 19 Tong HR(童华荣),Jin XF(金孝芳),Gong XL(龚雪莲). Sensory characteristics of tea polyphenols and its effects on astringency of tea. *J Tea Sci*(茶叶科学),2006,26(2):79-86.
- 20 Liu C(刘畅),Zhou JC(周家春). Research on antioxidant of plant polyphenols. *Cereals Oils*(粮食与油脂),2011,2:43-46.
- 21 Wulangerile(乌兰格日乐),Bai HQ(白海泉),Weng Hui(翁慧). Research progress for antioxidation of flavones. *J Inner Mongolia Univ Nation*(内蒙古民族大学学报,自科版),2008,23:277-280.
- 22 Liang YQ(梁玉琴). Study on the genetic diversity of persimmon germplasms in Henan province. Beijing: Chinese Academy of Forestry(中国林业科学研究院),PhD. 2015.