

饲料中添加不同水平 L-精氨酸对妊娠母猪繁殖性能及血液生化指标的影响

杨 慧¹ 林登峰² 王 恬^{3*} 林伯全¹ 李贺来⁴

(1. 福建农业职业技术学院动物科学系, 福州 350007; 2. 福建正阳饲料有限公司, 福州 350500;
3. 南京农业大学动物科技学院, 南京 210095; 4. 福建莆田鸿达牧业有限公司, 莆田 351100)

摘要: 本研究探讨饲料中添加不同水平 L-精氨酸(L-Arg)对母猪繁殖性能及血浆一氧化氮相关指标的影响。试验选择 36 头 2 胎次母猪(长白×大约克), 随机分为 4 组, 每组 9 头母猪。各组饲料分别在基础饲料中添加 0 L-Arg + 1.70% L-丙氨酸(L-Ala)(0 L-Arg 组)、0.4% L-Arg + 1.02% L-Ala(0.4% L-Arg 组)、0.7% L-Arg + 0.51% L-Ala(0.7% L-Arg 组)和 1.0% L-Arg + 0 L-Ala(1.0% L-Arg 组), 各组添加 L-Ala 以满足等氮平衡需要。试验期从母猪配种当天到分娩。结果表明: 1.0% L-Arg 组比 0 L-Arg 组显著提高了窝产活仔数和初生窝重($P < 0.05$), 随着饲料中 L-Arg 水平的提高, 窝产仔总数和初生个体重有上升趋势($P > 0.05$); 母猪妊娠第 30、60 和 90 天, 1.0% L-Arg 组血浆中 Arg、鸟氨酸含量均显著或极显著高于 0.7%、0.4%、0 L-Arg 组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 母猪妊娠第 90 天, 各组间的血浆脯氨酸含量均有极显著差异($P < 0.01$), 但第 30、60 天差异均不显著($P > 0.05$); 母猪妊娠第 30、60、90 天, 1.0% L-Arg 组血浆一氧化氮含量和第 90 天血浆总一氧化氮合酶(TNOS)、诱导型一氧化氮合酶(iNOS)活性均显著或极显著高于 0.7%、0.4%、0 L-Arg 组($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。经回归分析, 母猪的窝产仔总数、窝产活仔数、初生窝重、血浆中各氨基酸、一氧化氮含量及 TNOS 和 iNOS 的活性与饲料 L-Arg 水平均有显著或极显著的线性关系($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。结果提示, 饲料中 L-Arg 水平变化对母猪妊娠后期血液生化指标影响明显, 饲料中添加 1.0% L-Arg 对提高母猪繁殖性能效果最佳。

关键词: L-精氨酸; 妊娠母猪; 繁殖性能; 一氧化氮相关指标

中图分类号: S828

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)10-2013-08

繁殖母猪是猪场的核心群体, 其繁殖性能高低决定着猪场生产水平及效益的高低。现代集约化养猪生产中, 胎儿死亡率居高不下和生长速度变慢已被广泛关注。猪在妊娠期间会损失掉 40%~50% 的胚胎和胎儿, 甚至表现出严重的子宫内胎儿发育迟缓(IUGR), 通过营养调节增加胎盘的的生长和功能是提高胚胎形成及胎儿生存和发育的有效手段^[1]。精氨酸(Arg)是重要的功能性

氨基酸, 以往通常认为成年猪能合成足够的 Arg 来满足需要, 只有处于生长早期的仔猪因合成量不够, 需要在饲料中补充, 但 Kim 等^[2]研究发现, 妊娠母猪羊水和尿囊液中的 Arg 含量异常丰富, 推断 Arg 可能对于胎盘和胎儿的发育具有重要意义。近年的研究发现, Arg 及 Arg 族氨基酸和代谢产物(一氧化氮、多胺等)能够刺激胎盘的的生长。母体营养物质的充分转运可促进胚胎或胎儿的存

收稿日期: 2012-04-08

基金项目: 国家自然科学基金(30972116)

作者简介: 杨 慧(1970—), 女, 福建闽清人, 硕士, 从事动物营养与饲料科学与遗传育种研究。E-mail: 768371830@qq.com

* 通讯作者: 王 恬, 教授, 博士生导师, E-mail: tianwang@niau.edu.cn

活、生长和发育。Wu 等^[3]通过对母猪孕期第40~110 天胎儿氨基酸组成与沉积规律的研究发现,随着怀孕阶段的延续,与非氮类干物质相比,胎儿体内氮以及氨基酸的沉积迅速增加,而且 Arg 是主要的氮载体。在怀孕后期,子宫所吸收的 Arg、脯氨酸和羟脯氨酸几乎全部用于沉积,表明 Arg 可能是后期胎儿生长的限制性氨基酸,Arg 不足是造成 IUGR 的主要因素。卢岩等^[4]通过大鼠试验已证实,食物中给予 L-Arg 可改善低压性缺氧所导致的胎鼠 IUGR 及体重下降,防止 IUGR 鼠生后老龄期高血压及蛋白尿的发生。但目前 Arg 对母猪的营养生理作用国内外报道很少,本试验研究了饲料中不同水平 L-Arg 对妊娠母猪繁殖性能的影响,

旨在为提高母猪繁殖性能、研发优质妊娠母猪饲料提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料

试验饲料中添加的 L-Arg 和 L-丙氨酸 (L-Ala) (含量 $\geq 99.8\%$) 购于上海迈瑞尔化学技术有限公司。

1.2 试验动物及饲料

试验动物选用“长白 \times 大约克”二元母猪 36 头(2 胎次);参照 NRC(1998) 母猪营养标准配制玉米-豆粕型基础饲料。试验饲料组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲料组成及营养水平(风干基础)

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

%

项目 Items	L-Arg 添加水平 L-Arg supplemental level/%			
	0	0.4	0.7	1.0
原料 Ingredients				
玉米 Corn	63.30	63.30	63.30	63.30
豆粕 Soybean meal	12.60	12.60	12.60	12.60
麦麸 Wheat bran	17.00	17.00	17.00	17.00
L-赖氨酸盐酸盐 L-lysine hydrochloride	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-蛋氨酸 DL-methionine	0.06	0.06	0.06	0.06
L-苏氨酸 L-threonine	0.04	0.04	0.04	0.04
石粉 Limestone	1.50	1.50	1.50	1.50
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.30	1.30	1.30	1.30
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30
预混料 Premix ¹⁾	2.00	2.00	2.00	2.00
膨润土 Bentonite		0.28	0.49	0.70
L-精氨酸盐酸盐 L-arginine hydrochloride		0.40	0.70	1.00
L-丙氨酸 L-alanine	1.70	1.02	0.51	
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾				
粗蛋白质 CP	14.17	14.17	14.17	14.17
消化能 DE/(MJ/kg)	13.14	13.14	13.14	13.14
钙 Ca	0.90	0.90	0.90	0.90
总磷 TP	0.65	0.65	0.65	0.65
有效磷 AP	0.40	0.40	0.40	0.40

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 Premix provided the following per kg of diet: VA 10 000 IU, VD 3 000 IU, VE 90 mg, VB₁ 3 mg, VB₂ 10 mg, VB₆ 4 mg, VB₁₂ 40 g, 烟酸 nicotinic acid 50 mg, 泛酸 pantothenic acid 30 mg, 叶酸 folic acid 4 mg, 生物素 biotin 0.45 mg, 氯化胆碱 choline chloride 750 mg, Cu 30 mg, Fe 100 mg, I 0.12 mg, Cr 0.3 mg, Zn 100 mg, Mn 40 mg, Se 0.25 mg。

²⁾ 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 试验设计与饲养管理

试验采用单因子试验设计, 选择 36 头健康、体况相近的“长白 × 大约克”2 胎次母猪, 随机分为 4 组, 每组 9 头。各组试验饲料分别在基础饲料中添加 0 L-Arg + 1.70% L-Ala (0 L-Arg 组)、0.4% L-Arg + 1.02% L-Ala (0.4% L-Arg 组)、0.7% L-Arg + 0.51% L-Ala (0.7% L-Arg 组) 和 1.0% L-Arg + 0 L-Ala (1.0% L-Arg 组), 各组添加 L-Ala 以满足等氮平衡需要^[5]。母猪配种当天计为妊娠第 0 天, 开始饲喂各试验饲料, 直到分娩 (约 114 d)。妊娠母猪单体限位栏饲养, 各试验母猪妊娠期平均喂量为 2.6 kg, 每日分 2 次饲喂 (07:10 和 17:00)。分娩前 5 天进入产房, 分娩栏面积 2.0 m × 2.2 m, 按照猪场计划进行免疫和常规管理。

1.4 样品收集

试验中 36 头母猪均在妊娠第 30、60 和 90 天, 早上采食后 2 h^[6], 耳缘静脉采血各 10 mL, 分装于肝素预处理的离心管, 血样静置 10 ~ 15 min, 即刻 3 000 r/min 离心 4 ~ 5 min 收集血浆, 待测血浆氨基酸和一氧化氮含量及总一氧化氮合酶 (TNOS)、诱导型一氧化氮合酶 (iNOS) 活性。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 母猪繁殖性能测定

记录窝产仔总数、窝产活仔数、初生个体重 (在母猪分娩完 4 h 内完成仔猪单个逐一称重), 计算初生窝重。

1.5.2 血液生化指标测定

采用日立 L-8800 氨基酸自动分析仪测定血浆中氨基酸含量 (共测 15 种氨基酸, 结果中仅列

出血浆中含量发生变化的氨基酸); 试验测定血浆中 TNOS 和 iNOS 活性、一氧化氮含量采用分光光度计法测定, 试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

1.6 数据分析

试验数据采用 SPSS 16.0 统计软件, 按单因子完全随机设计对各项目数据进行方差分析 (one-way ANOVA)^[7], 方差分析差异显著者 ($P < 0.05$) 采用 SNK 法进行平均值间的差异显著性检验。不同 L-Arg 水平与各测定指标的关系用 Curve Estimation 过程进行回归分析。结果以平均值 ± 标准差表示。

2 结果

2.1 饲料中添加不同水平 L-Arg 对母猪繁殖性能的影响

由表 2 可知, 饲料中 L-Arg 水平对窝产仔总数、初生个体重影响差异均不显著 ($P > 0.05$), 但随着 L-Arg 添加水平的提高, 窝产仔总数和初生个体重有上升趋势。1.0% L-Arg 组窝产仔总数比 0.7%、0.4% 和 0 L-Arg 组分别多了 0.35、0.79 和 1.08 头 ($P > 0.05$); 窝产活仔数分别多了 0.78 ($P > 0.05$)、1.03 ($P > 0.05$) 和 1.45 头 ($P < 0.05$); 初生窝重分别多了 0.85 ($P > 0.05$)、1.70 ($P > 0.05$) 和 2.19 kg ($P < 0.05$)。但 0.7%、0.4% 和 0 L-Arg 组的窝产活仔数和初生窝重组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。回归分析结果表明, 除仔猪初生个体重外, 母猪的繁殖性能与饲料 L-Arg 水平均呈显著或极显著的线性变化趋势 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

表 2 饲料中添加不同水平 L-Arg 对母猪繁殖性能的影响

Table 2 Effects of different levels of dietary L-Arg on reproductive performance of sows

项目 Items	L-Arg 添加水平 L-Arg supplemental level/%			
	0	0.4	0.7	1.0
窝产仔总数 Total piglets born per litter/头	10.97 ± 1.41	11.26 ± 1.28	11.70 ± 1.07	12.05 ± 1.50
窝产活仔数 Number of piglets born alive per litter/头	9.74 ± 1.14 ^a	10.16 ± 1.36 ^{ab}	10.41 ± 1.45 ^{ab}	11.19 ± 1.29 ^b
初生窝重 Litter birth weight of all piglets/kg	14.81 ± 2.45 ^a	15.30 ± 2.82 ^{ab}	16.15 ± 2.22 ^{ab}	17.00 ± 1.08 ^b
初生个体重 Birth weight of piglet/kg	1.42 ± 0.21	1.44 ± 0.22	1.45 ± 0.24	1.49 ± 0.16

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean extremely significant difference ($P < 0.01$). The same as below.

2.2 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪血浆中氨基酸含量的影响

由表 3 可知,母猪妊娠第 30、60 和 90 天,1.0% *L*-Arg 组血浆中 Arg、鸟氨酸含量均显著或极显著高于 0.7%、0.4% 和 0 *L*-Arg 组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);0 *L*-Arg 组和 0.4% *L*-Arg 组间血浆 Arg 含量无显著差异 ($P > 0.05$),0、0.4% 和 0.7%

L-Arg 组间比较,血浆鸟氨酸含量均无显著差异 ($P > 0.05$);母猪妊娠第 90 天,血浆脯氨酸含量各组间均有极显著差异 ($P < 0.01$),第 30、60 天各组之间差异均不显著 ($P > 0.05$)。回归分析结果表明,母猪血浆中各氨基酸的含量与饲料 *L*-Arg 水平均呈显著或极显著的线性变化趋势 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

表 3 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对妊娠第 30、60 和 90 天母猪血浆中氨基酸含量的影响

Table 3 Effects of different levels of dietary *L*-Arg on plasma amino acid contents of sows on days 30, 60 and 90 of gestation

项目 Items	妊娠天数 Days of gestation/d	<i>L</i> -Arg 添加水平 <i>L</i> -Arg supplemental level/%				μmol/L
		0	0.4	0.7	1.0	
精氨酸 Arg	30	241.77 ± 27.72 ^{Aa}	280.42 ± 36.20 ^{Aa}	346.30 ± 41.81 ^{Bb}	447.48 ± 61.33 ^{Cc}	
	60	245.38 ± 54.44 ^{Aa}	296.90 ± 56.48 ^{Aa}	383.18 ± 58.16 ^{Bb}	471.89 ± 62.18 ^{Cc}	
	90	269.03 ± 25.83 ^{Aa}	304.10 ± 39.44 ^{ABa}	340.13 ± 26.84 ^{Bb}	399.56 ± 83.74 ^{Cc}	
鸟氨酸 Orn	30	130.20 ± 14.40 ^a	134.31 ± 17.69 ^a	151.63 ± 38.76 ^a	161.91 ± 25.33 ^b	
	60	114.09 ± 20.49 ^{Aa}	120.31 ± 25.79 ^{Aa}	134.54 ± 30.05 ^{Aa}	148.04 ± 11.43 ^{Bb}	
	90	109.39 ± 21.69 ^{Aa}	117.62 ± 27.71 ^{Aa}	133.32 ± 31.70 ^{ABa}	160.03 ± 22.87 ^{Bb}	
脯氨酸 Pro	30	327.62 ± 27.13	332.88 ± 33.49	337.90 ± 48.35	340.02 ± 54.27	
	60	362.65 ± 87.08	377.02 ± 69.24	390.37 ± 84.57	413.67 ± 117.31	
	90	352.25 ± 29.37 ^{Aa}	391.26 ± 3.47 ^{Bb}	448.34 ± 18.34 ^{Cc}	507.12 ± 41.06 ^{Dd}	

2.3 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪血浆中一氧化氮含量、TNOS 和 iNOS 活性的影响

由表 4 可知,母猪妊娠第 30、60、90 天,血浆一氧化氮的含量和母猪妊娠第 90 天血浆 TNOS 和 iNOS 的活性,1.0% *L*-Arg 组均显著或极显著高于 0.7%、0.4% 和 0 *L*-Arg 组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),而 0.7%、0.4% 和 0 *L*-Arg 组各组间均无

显著差异 ($P > 0.05$)。母猪妊娠第 30、60 天,血浆 TNOS 和 iNOS 活性各组间均无显著差异 ($P > 0.05$)。回归分析结果表明,血浆一氧化氮含量、TNOS 和 iNOS 的活性与饲料 *L*-Arg 水平均呈显著或极显著的线性变化趋势 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

表 4 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对妊娠第 30、60 和 90 天母猪血浆中 TNOS、iNOS 活性和一氧化氮含量的影响

Table 4 Effects of different levels of dietary *L*-Arg on activities of plasma TNOS and iNOS and NO content of sows on days 30, 60 and 90 of gestation

项目 Items	妊娠天数 Days of gestation/d	<i>L</i> -Arg 添加水平 <i>L</i> -Arg supplemental level/%			
		0	0.4	0.7	1.0
一氧化氮 NO/(μmol/L)	30	2.51 ± 0.87 ^{Aa}	2.81 ± 0.92 ^{Aa}	3.23 ± 0.71 ^{ABa}	4.09 ± 0.88 ^{Bb}
	60	46.44 ± 1.13 ^{Aa}	51.14 ± 12.74 ^{Aa}	59.16 ± 17.26 ^{ABa}	72.72 ± 5.86 ^{Bb}
	90	120.83 ± 25.22 ^{Aa}	124.49 ± 18.70 ^{Aa}	128.49 ± 19.98 ^{ABa}	154.33 ± 22.74 ^{Bb}
总一氧化氮合酶 TNOS/(U/mL)	30	31.43 ± 3.73	31.75 ± 4.09	32.23 ± 3.78	32.85 ± 5.51
	60	24.22 ± 1.75	25.09 ± 2.13	25.71 ± 2.39	26.32 ± 2.60
	90	22.24 ± 2.66 ^{Aa}	23.45 ± 2.86 ^{Aa}	24.39 ± 2.38 ^{ABa}	26.78 ± 1.90 ^{Bb}
诱导型一氧化氮合酶 iNOS/(U/mL)	30	8.45 ± 1.25	8.75 ± 1.60	9.42 ± 1.30	9.84 ± 1.94
	60	8.50 ± 1.55	8.74 ± 1.72	9.30 ± 1.65	9.90 ± 1.54
	90	8.98 ± 1.42 ^{Aa}	9.32 ± 1.71 ^{Aa}	9.62 ± 1.69 ^{ABa}	11.34 ± 1.46 ^{Bb}

3 讨论

3.1 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪繁殖性能的影响

本试验结果表明, 在经产母猪整个妊娠期饲料中添加 0.4%、0.7% 和 1.0% *L*-Arg 均不同程度地提高了窝产活仔数和初生窝重, 同时也提高了仔猪初生个体重。妊娠母猪饲料中添加 *L*-Arg 能改善母猪的繁殖性能, 主要体现在提高窝产活仔数和初生窝重。饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪繁殖性能的改善作用存在差异, 添加 1.0% 的 *L*-Arg 明显优于添加 0.7% 和 0.4%。本试验结果与先前的一些相关研究报道一致: 江雪梅等^[8] 在从妊娠当天开始给母猪饲喂 1% *L*-Arg 直到分娩, 窝产活仔数提高了 1.15 头, 仔猪初生窝重提高了 1.88 kg; 杨平等^[5] 在母猪感染猪繁殖与呼吸综合征病毒妊娠第 1~29 天饲喂 *L*-Arg, 窝产活仔数和窝活仔重提高, 母猪繁殖性能改善; Ramackers 等^[9] 在初产和经产母猪妊娠的第 14~28 天的饲料中添加 25 g/d 的 *L*-Arg, 平均窝产仔数分别增加了 1.25 和 1.18 头, 窝产活仔总数分别增加了 1.08 和 0.93 头。Kim 等^[2] 试验结果进一步表明, Arg 是妊娠母猪必需的功能性氨基酸, 对于胎盘和胎儿的发育具有重要意义。

3.2 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪血浆中氨基酸含量的影响

本试验通过在饲料中添加 *L*-Arg 发现, 饲料 *L*-Arg 能显著提高妊娠母猪血浆中 Arg、鸟氨酸、脯氨酸的含量。由于在整个妊娠期各组间母猪采食量一致, 表明血浆中氨基酸含量的提高与饲料蛋白质的摄入无关, 而与饲料中 *L*-Arg 水平不同有关。本试验研究检测了母猪妊娠第 30、60 和 90 天血浆中 15 种氨基酸的含量, 尽管大多数氨基酸含量没有明显变化, 但 Arg、鸟氨酸、脯氨酸 3 种氨基酸的含量变化明显, 这与 Mateo 等^[10] 给孕期母猪补饲 Arg 后, 可大幅度提高其血浆中 Arg、脯氨酸和鸟氨酸含量, 而对其他氨基酸含量无显著影响的报道基本一致。Wu 等^[11] 在体内和体外试验中还发现, 在小肠上皮细胞培养液中添加 *L*-Arg, 可提高由谷氨酰胺和脯氨酸合成的瓜氨酸的含量。本试验研究中未发现瓜氨酸的含量有明显变化,

这可能是 *L*-Arg 对妊娠母猪血浆和小肠上皮细胞的影响机理不同所致。刘星达等^[12] 研究发现 Arg 作为主要氮载体, 可以促进氨基酸转运和沉积, 通过饲料补饲 Arg^[13] 或者激活 Arg 内源合成^[14], 可有效增加氨基酸供应, 促进母猪泌乳, 改善正常和低初生重哺乳仔猪生长性能^[15-16]。这些研究结果表明, 妊娠母猪饲料中补充 *L*-Arg 可以提高母猪血液氨基酸等营养物质含量, 进而可能通过胎盘传递给胎盘和胎儿更多营养物质(氨基酸、氧气等), 有促进胎盘和胎儿生长发育的作用

3.3 饲料中添加不同水平 *L*-Arg 对母猪血浆中一氧化氮含量、TNOS 和 iNOS 活性的影响

Arg 是合成多胺和一氧化氮的共同底物。多胺和一氧化氮是胎盘生长和血管生成、胎儿生长发育必不可少的物质^[17], 因此, 多胺和一氧化氮在增加子宫重量和胎盘-胎儿的血流量中发挥重要作用^[18]。饲喂妊娠大鼠无 *L*-Arg 饲料, 或者抑制一氧化氮合成, 可导致胎儿发育停滞、IUGR、围产期死亡率升高和窝产活仔数降低^[19]。Arg 是精氨酸酶和 iNOS 的共同底物, 精氨酸酶和 iNOS 竞争催化 Arg, 在细胞产生一氧化氮过程中起着关键作用^[20]。本研究发现, 饲料添加 *L*-Arg 能明显提高血浆中 TNOS、iNOS 活性和一氧化氮含量, 在妊娠后期提高幅度更为明显。妊娠母猪血液中一氧化氮含量的上升又促进胎盘血管发生并增加胎盘血流量^[21], 在促进胎盘发育的同时为胎儿在子宫中的发育提供大量的营养素。因此, 妊娠期母体 *L*-Arg 内源合成不足, 必须从饲料中补充, 为妊娠期胚胎发育提供最适的子宫环境, 改善胎儿存活和发育, 防止动物发生 IUGR^[22]。

Wu 等^[23] 研究认为妊娠母猪对 Arg 需要量远高于 NRC(1998) 标准中的 Arg 给量, 生产饲料中 Arg 含量不能满足妊娠母猪的需求, 但现在还没有准确的妊娠母猪 Arg 需求量数据。由于在妊娠不同时期, 母猪对 Arg 的需求量不同, 特别是 Arg 在肠黏膜等组织中易被分解利用, 张军民^[24] 指出成年大鼠肠道吸收 Arg 的 40% 首先被小肠黏膜代谢, 剩余的 60% 进入门脉系统, 相当数量的饲料 Arg 不能被肠外组织利用, 故其最佳 Arg 需要量还需要做更多的研究。此外, Arg 添加过量会导致一氧化氮产生量过多, 从而对动物机体产生一定的

危害作用,负面影响包括腹泻、采食量减少、增长速度减缓,甚至可能致死。由于猪有较强的排泄过量 Arg 的能力^[25-26],精氨酸添加水平过高是否造成其他氨基酸的不平衡还有待进一步探讨。目前由于产量、成本等因素,Arg 在猪饲料中尚未被普遍使用,但随着生产工艺的改进和基础研究的发展,Arg 作为一种重要的功能性氨基酸,必将在动物生产中被广泛应用。

4 结 论

① 在母猪整个妊娠期饲料中添加 L-Arg,随着 L-Arg 水平的提高,窝产仔总数和初生个体重有上升趋势,添加 1.0% L-Arg 显著提高了窝产活仔数和初生窝重。

② Arg 水平变化对母猪妊娠后期第 90 天的血液生化指标的影响最为明显,饲料中添加 1.0% L-Arg 显著提高了母猪妊娠第 90 天血浆中 Arg、鸟氨酸、脯氨酸、一氧化氮含量和 TNOS、iNOS 活性。综合各项指标,饲料中添加 1.0% L-Arg 对提高母猪繁殖性能效果最佳。

参考文献:

- [1] BAZER F W, SPENCER T E, JOHNSON G A, et al. Comparative aspects of implantation [J]. *Reproduction*, 2009, 138: 195 - 209.
- [2] KIM S W, WU G, BAKER D H. Amino acid nutrition of breeding sows during gestation and lactation [J]. *Pig News Information*, 2005, 26: N89 - N99.
- [3] WU G, OTT T L, KNABE D A, et al. Amino acid composition of the fetal pig [J]. *The Journal of Nutrition*, 1999, 129(5): 1031 - 1038.
- [4] 卢岩, 刘晓梅, 李书琴. L-精氨酸对宫内发育迟缓胎鼠胰岛素样生长因子及其结合蛋白表达的影响 [J]. *中国当代儿科杂志*, 2006, 8(4): 319 - 322.
- [5] 杨平, 吴德, 车炼强. 饲料添加 L-精氨酸或 N-乙酰谷氨酸对感染 PRRSV 妊娠母猪繁殖性能及免疫功能的影响 [J]. *动物营养学报*, 2011, 23(8): 1351 - 1360.
- [6] WU G, BAZER F W, CUDD T A, et al. Pharmacokinetics and safety of arginine supplementation in animals [J]. *The Journal of Nutrition*, 2007, 137: 1673 - 1680.
- [7] 张力. SPSS 在生物统计中的应用 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2008: 8.
- [8] 江雪梅, 吴德, 方正锋, 等. 饲料添加 L-精氨酸或 N-乙酰谷氨酸对经产母猪繁殖性能及血液参数的影响 [J]. *动物营养学报*, 2011, 23(7): 1185 - 1193.
- [9] RAMAEKERS P, KEMP B, VAN DER LENDE T. Progenos in sows increases number of piglets born [J]. *Journal of Animal Science*, 2006, 84(Supl. 1): 394. (Abstr.)
- [10] MATEO R D, WU G, BAZER F W, et al. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts [J]. *The Journal of Nutrition*, 2007, 137: 652 - 656.
- [11] WU G, FULLER W, BAZER F W, et al. Important roles for arginine-family amino acids in swine nutrition and production [J]. *Livestock Science*, 2007, 122: 8 - 22.
- [12] 刘星达, 彭瑛, 吴信, 等. 精氨酸和精氨酸生素对母猪泌乳性能及哺乳仔猪生长性能的影响 [J]. *饲料工业*, 2011, 32(8): 14 - 16.
- [13] TAN B, LI X G, KONG X, et al. Dietary L-arginine supplementation enhances the immune status in early-weaned piglets [J]. *Amino Acids*, 2009, 37(2): 323 - 331.
- [14] FRANK J W, ESCOBAR J, NGUYEN H V, et al. Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets [J]. *The Journal of Nutrition*, 2007, 137(2): 315 - 319.
- [15] KIM S W, WU G. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis [J]. *Amino Acids*, 2009, 37(1): 89 - 95.
- [16] MATEO R D, WU G, MOON H K, et al. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets [J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 86(4): 827 - 835.
- [17] NEWSHOLM E P, BRENNAN L, RUBI B. New insights into amino acid metabolism, beta cell function and diabetes [J]. *Clinical Science*, 2005, 108: 185 - 194.
- [18] WU G Y, BAZER F W, DATTA S, et al. Intrauterine growth retardation in livestock: implications, mechanisms and solutions [J]. *Archiv Fur Tierzucht: Archives of Animal Breeding*, 2008, 51: 4 - 10.
- [19] GREENBERG S S, LANCASTER J R, XIE J, et al.

- Effects of no synthase inhibitors, arginine-deficient diet, and amiloride in pregnant rats [J]. *The American Journal of Physiology*, 1997, 273: R1031 – R1045.
- [20] JOBGEN W S, FRIED S K, FU W J. Regulatory role for the arginine nitric oxide path way in metabolism of energy substrates [J]. *The Journal of Nutrition Biochemistry*, 2006, 17: 571 – 588.
- [21] MAUL H, LONGO M, SAADE G R, et al. Nitric oxide and its role during pregnancy: from ovulation to delivery [J]. *Current Pharmaceutical Design*, 2003, 9 (5): 359 – 380.
- [22] WANG Y, ZHANG L, ZHOU G, et al. Dietary L-arginine supplementation improves the intestinal development through increasing mucosal Akt and mammalian target of rapamycin signals in intra-uterine growth retarded piglets [J]. *British Journal of Nutrition*, 2012 (5): 1 – 11.
- [23] WU G, BAZER F W, HU J B, et al. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta [J]. *Biology of Reproduction*, 2005, 72: 842 – 850.
- [24] 张军民. 氨基酸在肠粘膜代谢研究进展 [J]. *中国饲料*, 2000 (23): 30 – 32.
- [25] EDMONDS M S, BAKER D H. Failure of excess dietary lysine to antagonize arginine in young pigs [J]. *The Journal of Nutrition*, 1987, 117: 1396 – 1401.
- [26] LIU Z J, YIN Y L, DENG D, et al. Research on the nutrition and physiology of arginine [J]. *Amino Acids and Biotic Resources*, 2005, 27 (4): 54 – 57.

Effects of Different Levels of Dietary *L*-Arg on Reproductive Performance and Blood Biochemical Indexes of Pregnant Sows

YANG Hui¹ LIN Dengfeng² WANG Tian^{3*} LIN Boquan¹ LI Helai⁴

(1. Department of Animal Science, Fujian Agricultural Vocational College, Fuzhou 350007, China; 2. Fujian Zhengyang Feed Limited Company, Fuzhou 350500, China; 3. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 4. Fujian Putian Hongda Animal Husbandry Limited Company, Putian 351100, China)

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of *L*-arginine (*L*-Arg) with different levels on the reproductive performance and plasma nitric oxide (NO) related indexes of pregnant sows. A total of 36 Yorkshire × Landrace sows (2 parities) were selected and randomly assigned into 4 groups with 9 sows in each group, and sows were fed based diets added with 0 *L*-Arg + 1.7% *L*-Ala (0 *L*-Arg group), 0.4% *L*-Arg + 1.02% *L*-Ala (0.4% *L*-Arg group), 0.7% *L*-Arg + 0.51% *L*-Ala (0.7% *L*-Arg group) and 1.0% *L*-Arg + 0 *L*-Ala (1.0% *L*-Arg group), respectively, adding *L*-Ala to meet nitrogen balance. The experiment period was conducted from mating to farrowing. The results showed as follows: compared with the 0 *L*-Arg group, the number of piglets born alive and litter birth weight of all piglets in 1.0% *L*-Arg group were increased significantly ($P < 0.05$), and with the increasing of *L*-Arg levels in diet, total piglets born per litter and birth weight of piglet had a tendency to rise ($P > 0.05$). The Arg and ornithine contents of gestation sows in plasma on days 30, 60 and 90 in 1.0% *L*-Arg group were significantly or extremely significantly higher than those in 0.7%, 0.4% and 0 *L*-Arg groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The proline content of gestation sows in plasma on day 90 in the four groups were extremely significantly different ($P < 0.01$), but those of gestation sows in plasma on days 30 and 60 were not significantly different ($P > 0.05$). The NO content of gestation sows on days 30, 60 and 90 and the activities of total nitric oxide synthase (TNOS) and inducible nitric oxide synthase (iNOS) of gestation sows on day 90 in plasma in 1.0% *L*-Arg group were significantly or extremely significantly higher than those in 0.7%, 0.4% and 0 *L*-Arg groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). Regression analysis showed that the total piglets born per litter, number of piglets born alive per litter, litter birth weight of all piglets born alive and contents of amino acids, NO and activities of TNOS and iNOS in plasma had significant or extremely significant linear relationship with dietary *L*-Arg level. In conclusion, it has obvious effects by changing the levels of dietary *L*-Arg on blood biochemical indexes of the late gestation, and it has the best effects on improving reproductive performance by adding 1.0% *L*-Arg in sow diets. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(10):2013-2020]

Key words: *L*-Arg; pregnant sows; reproductive performance; NO related indexes

* Corresponding author, professor, E-mail: tianwang@niau.edu.cn