

马铃薯淀粉浓缩蛋白复合饲料 对断奶仔猪生长性能的影响

罗文^{1,2}, 王晓力¹, 王永刚², 朱新强¹, 陈季贵³, 曾凡达⁴, 刘刚⁴, 杨红岩⁵

(1. 中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 甘肃兰州 730050; 2. 兰州理工大学生命科学与工程学院, 甘肃兰州 730050;
3. 青海省门源县草原工作站, 青海门源 810300; 4. 国家马铃薯产业技术体系贮藏加工研究室,
中国科学院兰州化学物理研究所, 甘肃兰州 730000; 5. 甘肃省兽药饲料监察所, 甘肃兰州 730000)

摘要: 试验旨在研究马铃薯浓缩蛋白替代仔猪日粮中豆粕对仔猪生长性能的影响。选用初始体重相近的断奶仔猪64头作为试验动物, 随机分成4组, 每组16头, 设2个重复, 每个单位组8头, 公母各半, 组间遗传相似。对照组以玉米-麦麸-豆粕常规仔猪饲料作为基础饲料; 试验组以逐级增加的马铃薯浓缩蛋白的添加量替代基础饲料中相应含量的豆粕, 各处理饲料其他主要成分含量相等, 试验期42 d。仔猪在不同时期采食量看, 除了第4、5、6周, 其他时期中试验组I与其余试验组差异显著($P < 0.05$), 从全期结果看, 试验组I与II比较差异不显著, 与试验组III差异显著。与对照组基础饲料组相比较, 随着马铃薯浓缩蛋白添加量的增加, 采食量逐渐降低, 仔猪日增重的变化趋势也呈逐渐下降趋势, 试验组I日采食量最高, 增重也最大, 浓缩蛋白的添加量对全期仔猪生长过程中的料重比影响很小, 结果不显著($P > 0.05$); 各试验组之间仔猪腹泻率均差异不显著($P > 0.05$), 马铃薯浓缩蛋白日粮组合中粗纤维表观消化率随着浓缩蛋白添加量的增加逐渐增加; 不同蛋白源饲料对肠道微生物的影响中, 与对照组比, 各试验组在结肠、盲肠和直肠中的乳酸杆菌数量有显著提高($P < 0.05$), 酵母菌和大肠杆菌数量变化不大, 差异不显著($P > 0.05$); 不同蛋白源饲料对血液生化指标的影响中, 试验组I总蛋白、白蛋白、球蛋白及胆碱酯酶含量最高, 试验组III谷丙转氨酶活性最高, 所有的处理组中, 尿素氮、谷氨酰胺、谷氨酸含量以及谷草转氨酶活性没有明显的差异($P > 0.05$)。结果表明: 用马铃薯浓缩蛋白替代仔猪日粮中8%的豆粕, 具有良好的饲喂效果, 在后续断奶仔猪饲养的应用中, 可广泛推广该替代比例。

关键词: 马铃薯浓缩蛋白; 断奶仔猪; 生长性能

中图分类号: S828 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2017)增刊-0226-07

doi: 10.7668/hbxb.2017.S1.039

Study on Effect of Compound Protein Feedstuff of the Highly Concentrated Potato Starch on Growth Performance of Early-Weaned Pigs

LUO Wen^{1,2}, WANG Xiaoli¹, WANG Yonggang², ZHU Xinqiang¹,
CHEN Jigui³, ZENG Fankui⁴, LIU Gang⁴, YANG Hongyan⁵

(1. Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Sciences of CAAS, Lanzhou 730050, China; 2. School of Life Science and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China; 3. Menyuan Grassland Service Station, Menyuan 810300, China;
4. National Potato Storage Processing System of Industrial Technology Lab, Lanzhou Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China;
5. Gansu Provincial Institute for Veterinary Drug and Feed Control, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The growth performance of weanling crossbred pigs was studied. Sixty-four weanling crossbred pigs (similar weight) were selected and randomly divided into one of four groups with eight pigs per pen and two replications per group. Weanling crossbred pigs fed with conventional piglets feed (corn-bran-soybean meal) was used as control group, and the dietary soybean meal was substituted with highly concentrated potato protein for different

收稿日期: 2017-09-27

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201403048-8; 201203042); 甘肃省重大科研专项(2014GS00998); 甘肃省自然科学基金项目(1310RJYA022)

作者简介: 罗文(1990-), 男, 河南息县人, 在读硕士, 主要从事微生物生理生化及基因工程研究。

通讯作者: 王晓力(1965-), 女, 甘肃兰州人, 副研究员, 硕士, 硕士生导师, 主要从事草业科学研究。

concentration, which was fed other pigs as the treatment groups for the 42-day experiment. For different periods of feed intake, in addition to the fourth, fifth, sixth week period, the trial group had significant difference with group I ($P < 0.05$) in the rest period. From the whole period results, there is significant differences between the trial group I and group III. Feed intake and daily gain decreased gradually. The amount of potato protein had a slight effect on feed-gain ratio ($P > 0.05$). In all trial groups, the diarrhea rate was not significant ($P > 0.05$) and the apparent digestibility of crude fiber increased with the increase of the amount of potato protein. Compared with the control, the number of Lactic acid bacteria was significantly different ($P < 0.05$) and the number of *Escherichia coli* and Yeast was not significantly different ($P > 0.05$). The amount of TP, ALB, GLB, CHE of trial group I and GPT of trial group III were higher than other groups. The amount of UN, Gln, Glu and the activity of GOT of all groups were not significantly different ($P > 0.05$). The results showed that there was an significant effect on the pigs growth performance by feeding with the protein feedstuff substituting 8% dietary soybean meal.

Key words: Highly concentrated potato protein; Weaned piglets; Growth performance

马铃薯是世界各国主要农作物之一,作为粮饲菜兼用的作物,其种植业非常发达,产量逐年上升^[1-3]。马铃薯除作为蔬菜外,主要用来加工淀粉,每6.5 t马铃薯能生产1 t淀粉,国内目前淀粉的年产量为30万t左右^[4]。马铃薯经加工得到的浓缩蛋白据有很高的营养价值,可以作为食品或饲料的添加成分,在我国马铃薯收获和加工的高峰期时,马铃薯淀粉生产加工过程中会产生大量废水,废水中的大量的有机物使化学需氧量值可达10 000 mg/L以上^[5],其中产生的副产物,如残余淀粉颗粒、纤维素、半纤维素等成分^[6-8],可以回收继续利用。

由于马铃薯蛋白质的质量较好,含有较多的赖氨酸,还是一种很有价值的蛋白源,尤其可用于补充赖氨酸含量较低的谷物蛋白,宜作多种原料,有较高的营养价值,有“地下苹果”之称^[9-10]。马铃薯蛋白产品的主要作用可概括为以下几个方面:用于食品的添加剂;增加产品的含氮值,改变产品功能和可接受性;代替其他蛋白质用于饲料;用于工业品的添加剂,如可用于纸加工的涂料^[11]。马铃薯蛋白重要性由此可见一斑。

刘素稳等^[12]研究发现,马铃薯蛋白粉对大鼠生长发育有良好的影响,研究中,与对照组相比,马铃薯蛋白粉组大白鼠体重、饲料采食量、心脏、肝脏和肾脏的重量都有显著增加。杨静^[13]研究表明,马铃薯蛋白质经过发酵后,马铃薯能产生更多的益处。仔猪饲喂发酵型马铃薯蛋白质能产生某些良好的效果。张玲清^[14]发现,马铃薯蛋白粉对仔猪的生长发育有促进作用,添加4.5%马铃薯蛋白粉组与对照组相比,日增重提高14.66%,效果最好。本试验旨在探讨以马铃薯淀粉浓缩蛋白替代仔猪日粮中的豆粕饲喂断奶仔猪的可行性,为该饲料的开发及应用提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

马铃薯浓缩蛋白,由中国科学院兰州化学物理研究所提供。主要营养成分含量:粗蛋白质75.62%,粗脂肪0.37%,钙0.15%,磷0.63%,水分5.79%,消化能18.83 MJ/kg。

1.2 试验时间与地点

试验于2014年3月29日-5月9日在甘肃省白银市靖远县的兰州军区寺儿坪基地猪场进行。

1.3 试验日粮及制备

试验采用单因子对比试验,设计4个处理组。以玉米-麦麸-豆粕常规仔猪饲料作为基础饲粮;其他处理分别以总含量为18%的豆粕和马铃薯浓缩蛋白代替,逐级递增马铃薯浓缩蛋白的添加量替代基础饲粮中豆粕的含量,每组饲粮主要养分含量相等。饲粮参照NRC(1998) 5~10 kg断奶仔猪营养需要配制,每组饲粮配方及营养水平见表1。

1.4 试验动物选择及饲养管理

1.4.1 试验动物 从8头母猪所产的8窝仔猪中,每窝选出初始体重(10.01±0.18) kg相近的30日龄健康断奶仔猪8头,共64头作为试验动物,随机分成4组为对照组、试验组I、试验组II、试验组III,每组16头,设2个重复,每个单位组8头,公母各半,组间遗传相似。

1.4.2 饲养管理 试验开始前用该猪场自配的保育料统一过渡预试饲养一周,进行调整使其每一组的平均日增重差异不显著($P > 0.05$)再进入试验期,全期42 d。从早上8:00,每隔5 h喂1次,每天喂3次,在试验期内尽量保持饲养环境一致。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 生长性能 在试验第1, 7, 15, 21, 27, 35, 42 d

表 1 马铃薯浓缩蛋白复合日粮组成和营养水平 (风干基础)

Tab.1 Dietary feed composition(Air dry basis)

原料 Ingredients	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
玉米 /% Corn	66.00	66.00	66.00	66.00
麦麸 /% Bran	4.00	4.00	4.00	4.00
豆粕 /% Soybean meal	18.00	16.56	15.84	15.12
马铃薯浓缩蛋白 /% Concentrated potato protein S212H /%	12.00	1.44	2.16	2.88
		12.00	12.00	12.00
营养水平 Nutrient level	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
代谢能 / (MJ/kg) Metabolizable energy (ME)	11.92	11.94	11.92	11.96
粗蛋白 /% Crude protein (CP)	18.14	18.23	18.28	18.32
钙 /% Calcium (Ca)	0.82	0.82	0.82	0.82
总磷 /% Total phosphorus (TP)	0.58	0.58	0.58	0.59
酸性洗涤纤维 / (g/100g) ADF	10.05	10.51	14.63	11.19
中性洗涤纤维 / (g/100g) NDF	69.10	57.33	75.49	67.56
酸性洗涤木质素 / (g/100g) ADL	2.54	2.32	3.25	2.86
必需氨基酸 Essential amino acids	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
异亮氨酸 /% Ile	0.67	0.68	0.69	0.69
亮氨酸 /% Leu	1.06	1.13	1.16	1.19
赖氨酸 /% Lys	1.00	1.02	1.04	1.05
蛋氨酸 + 胱氨酸 /% Met + Cys	0.24	0.26	0.28	0.29
苯丙氨酸 + 酪氨酸 /% Phe + Tyr	1.83	1.83	1.84	1.84
苏氨酸 /% Thr	0.74	0.76	0.77	0.7
色氨酸 /% Trp	0.00	0.01	0.02	0.03
缬氨酸 /% Val	0.74	0.77	0.78	0.79
非必需氨基酸 Nonessential amino acids	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
丙氨酸 /% Ala	0.83	0.84	0.84	0.84
精氨酸 /% Arg	1.42	1.38	1.36	1.34
天冬氨酸 /% Asp	2.68	2.63	2.61	2.59
谷氨酸 /% Glu	3.40	3.30	3.25	3.20
甘氨酸 /% Gly	0.87	0.86	0.86	0.86
组氨酸 /% His	0.45	0.45	0.45	0.45
脯氨酸 /% Pro	0.98	0.97	0.96	0.95
丝氨酸 /% Ser	1.05	1.04	1.03	1.03

注: S212H 为北京北农大动物科技有限责任公司生产的 12% 仔猪浓缩饲料。

Note: S212H produced by Beijing Agricultural University animal science and technology limited liability company is 12% concentrate feed for piglets.

清晨记录仔猪空腹重量, 计算试验每周和全期日增重。采食量由喂料量和饲料剩余量来计算, 料重比由采食量和日增重得出。

1.5.2 腹泻率 为计算腹泻率, 通过观察仔猪排便, 记录仔猪腹泻持续的时间。腹泻率 = (腹泻头数 × 腹泻天数) / (仔猪头数 × 试验天数) × 100%。

1.5.3 表观消化率测定 采用内源指示剂全收粪(尿)法进行消化试验, 进行 4 期试验, 每期 7 d, 具体测定方法参考 GB/T23742-2009。参照《饲料分析及饲料质量检测技术》^[15] 检测饲料及粪便中的干物质、粗蛋白质、总能、粗纤维、钙和磷。饲料养分表观消化率的测定: 某养分表观消化率(%) = 100 -

100 × (饲料中 AIA 含量 / 粪便中 AIA 含量) × (粪便中某养分含量 / 饲料中某养分含量)。

1.5.4 肠道菌群研究 饲养试验结束当天, 从每个试验组中各挑选一头生长性能较好的猪进行屠宰, 无菌取盲肠、结肠和直肠食糜内容物, 立即送到兰州理工大学微生物实验室进行肠道菌群微生物测定。采用平板菌落计数法, 通过细菌培养, 计算肠道中大肠杆菌、酵母菌、乳酸菌的数量。大肠杆菌采用 EMB 培养基, 37 °C 培养 24 h; 乳酸菌采用 LBS 培养基, 37 °C 厌氧培养 48 h; 酵母菌采用 PDA 培养基, 37 °C 培养 24 h。最后用每克肠道内容物鲜样中细菌个数的对数值 lg(cfu/g) 表示。

1.5.5 血液生化指标试验 在最后一天空腹称重后,从各试验组中挑选1头与该试验组平均体重相似的仔猪5 mL一次性无菌注射器前腔静脉采血。将采集的部分血样室温放置分层后4 000 r/min离心30 min,所得澄清透明的上清液即为血清,将血清密封-80 ℃保存备用。采用试剂盒法测定尿素氮(BUN)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、谷草转氨酶(GOT)、谷丙转氨酶(GPT)、胆碱酯酶(CHE)、谷氨酸(Glu)、谷氨酰胺(Gln)。

1.6 统计分析

采用SPSS软件对试验结果进行ANOVA方差分析和Duncan多重比较,检验各处理组间的差异显著性。数据用平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 仔猪生长性能情况

各组饲料对仔猪日采食量和日增重量的影响

见表2。从表中仔猪在不同时期采食量看,除了第4、5、6周,其他时期中试验组I与其余试验组差异显著($P < 0.05$),从全期结果看,试验组I与II比较差异不显著,与试验组III差异显著,与对照组基础饲料组相比较,随着马铃薯浓缩蛋白添加量的增加,采食量逐渐降低,而仔猪日增重的变化趋势也呈逐渐下降趋势。其中浓缩蛋白添加量为1.44%的试验组I日采食量最高,增重也最大。从全期增重量来看,对照组与试验组I差异不显著($P > 0.05$),试验组I与试验组II差异不显著($P > 0.05$),与试验组III差异显著($P < 0.05$),试验组II和试验组III间差异显著($P < 0.05$)。通过仔猪的日采食量和增重量计算得到仔猪不同阶段的料重比,结果如表3,从表中可以看出,浓缩蛋白的添加量对全期仔猪生长过程中的料重比影响很小,结果差异不显著($P > 0.05$),由此说明马铃薯浓缩蛋白可以代替仔猪生长饲料日粮配方中的部分豆粕。

表2 不同阶段仔猪的平均日采食量、平均体重和日增重

Tab.2 Average daily feed intake average weight and daily gain of piglets in different periods g

项目 Items	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
第1周 First week	日采食量 348.0 ± 9.90a	344.5 ± 31.82a	275.5 ± 26.16b	276.5 ± 13.44b
	日增重 158.0 ± 21.21a	146.5 ± 7.78ab	122.0 ± 10.61ab	112.0 ± 13.44b
第2周 Second week	日采食量 487.5 ± 23.34aA	487.0 ± 1.41aA	390.0 ± 5.66bAB	370.0 ± 35.36bB
	日增重 291.0 ± 12.02a	286.0 ± 4.24ab	245.0 ± 2.83abc	228.0 ± 38.18c
第3周 Third week	日采食量 669.5 ± 53.03a	641.0 ± 12.73a	542.0 ± 14.14b	530.0 ± 33.94b
	日增重 395.0 ± 29.70a	385.0 ± 43.84a	314.0 ± 5.66a	323.0 ± 34.65a
第4周 Fourth week	日采食量 794.0 ± 52.33a	701.5 ± 17.68a	662.0 ± 67.88a	660.5 ± 51.62a
	日增重 355.5 ± 4.95a	325.0 ± 38.18ab	292.0 ± 8.49b	297.5 ± 7.78b
第5周 Fifth week	日采食量 969.0 ± 8.48aA	822.5 ± 3.54bB	832.5 ± 24.75bB	797.5 ± 27.58bB
	日增重 415.0 ± 49.50a	390.5 ± 84.15a	388.0 ± 12.73a	310.0 ± 16.26a
第6周 Sixth week	日采食量 1 009.0 ± 19.80a	908.5 ± 27.58ab	886.0 ± 77.78b	883.0 ± 2.83b
	日增重 494.0 ± 21.21aA	483.5 ± 6.36aA	437.0 ± 14.14bAB	389.0 ± 19.80cB
全期 All periods	日采食量 713.0 ± 28.28aA	651.0 ± 5.66bAB	598.0 ± 22.63bcB	586.5 ± 23.34cB
	日增重 351.0 ± 10.61a	336.0 ± 26.87ab	299.5 ± 3.54bc	277.0 ± 21.21c

注: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($P < 0.01$)。表3-6同。

Note: Different small letter mean significant difference ($P < 0.05$) and with different capital letter mean significant difference ($P < 0.01$). The same as Tab.3-6.

表3 不同阶段料重比

Tab.3 Feed-gain ratio in different periods

项目 Items	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
第1周 First week	2.22 ± 0.23a	2.35 ± 0.09a	2.25 ± 0.02a	2.49 ± 0.42a
第2周 Second week	1.68 ± 0.15a	1.70 ± 0.03a	1.60 ± 0.01a	1.64 ± 0.12a
第3周 Third week	1.70 ± 0.01a	1.68 ± 0.16a	1.73 ± 0.02a	1.64 ± 0.07a
第4周 Fourth week	2.24 ± 0.18a	2.17 ± 0.20a	2.27 ± 0.16a	2.22 ± 0.11a
第5周 Fifth week	2.35 ± 0.25a	2.16 ± 0.47a	2.15 ± 0.01a	2.57 ± 0.04a
第6周 Sixth week	2.05 ± 0.13a	1.88 ± 0.03ab	2.03 ± 0.11abc	2.28 ± 0.11ac
全期 All periods	2.04 ± 0.01a	1.99 ± 0.13a	2.00 ± 0.04a	2.14 ± 0.11a

2.2 仔猪腹泻率和表观消化率

饲喂不同含量马铃薯浓缩蛋白的饲料,观察仔猪的排泄情况,尤其对出现塘稀的仔猪进行持续观察,记录个体数量和持续时间。计算全期不同试验组仔猪腹泻率结果如表 4,从表中数据来看,各试验

组之间均差异不显著($P > 0.05$)。各个时期,不同试验组仔猪腹泻率基本相对,而且仔猪腹泻率最高的时期为第 1 周。从不同添加量的马铃薯浓缩蛋白饲料的表观消化率结果可以看出,粗纤维的表观消化率随着马铃薯浓缩蛋白添加量的增加而提高。

表 4 不同蛋白源饲料对仔猪腹泻率和养分表观消化率的影响

Tab.4 Effect of different sources of protein feed on diarrhea rate of weaning piglets and apparent digestibility of protein %

项目 Items	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
全期腹泻率 Total diarrhea rate	1.86 ± 0.02a	1.72 ± 0.05a	1.92 ± 0.02a	1.81 ± 0.13a
粗蛋白 CP	84.16 ± 1.89a	84.36 ± 2.06ab	83.57 ± 2.68c	83.28 ± 2.18cd
干物质 DM	85.62 ± 1.89a	85.81 ± 2.72ab	85.26 ± 2.16ab	84.78 ± 3.28c
总能 Total energy	86.23 ± 3.26a	86.18 ± 2.91a	84.88 ± 1.16ab	84.19 ± 1.24b
粗纤维 CF	58.18 ± 3.26a	62.81 ± 4.12b	63.42 ± 2.28b	64.89 ± 1.02c
钙 Calcium	70.47 ± 5.88a	72.22 ± 6.85b	72.44 ± 4.21b	73.16 ± 7.16b
磷 Phosphorus	66.07 ± 5.91a	67.68 ± 6.25b	68.23 ± 0.58b	67.52 ± 3.86b

2.3 肠道微生物情况

各组饲料对仔猪肠道微生物的影响见表 5。由表看出,与对照组比,试验组 I、II、III 的结肠、盲肠和直肠中大肠杆菌的数量差异不显著($P > 0.05$);与

对照组相比,试验组 I、II、III 在各肠段中的乳酸杆菌数量有显著提高($P < 0.05$);各试验组在结肠、盲肠和直肠中酵母菌数量与对照组相比,差异不显著($P > 0.05$)。

表 5 不同蛋白源饲料对仔猪肠道微生物的影响

Tab.5 Effects of different protein sources on intestinal microbial flora numbers of weaning piglet lg(cfu/g)

项目 Items	结肠 Colon	盲肠 Cecum	直肠 Rectum
大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>			
对照组 Control group	6.92 ± 0.18a	6.79 ± 0.40a	6.78 ± 0.21a
试验组 I Trial I group	7.11 ± 0.06a	6.91 ± 0.34a	7.18 ± 0.04a
试验组 II Trial II group	7.04 ± 0.32a	7.01 ± 0.16a	7.02 ± 0.38a
试验组 III Trial III group	7.18 ± 0.21a	6.98 ± 0.44a	7.08 ± 0.64a
乳酸杆菌 Lactic acid bacteria			
对照组 Control group	7.91 ± 0.38a	7.94 ± 0.46a	7.89 ± 0.19a
试验组 I Trial I group	8.82 ± 0.08b	8.81 ± 0.26b	8.86 ± 0.12b
试验组 II Trial II group	8.42 ± 0.29b	8.34 ± 0.27b	8.41 ± 0.33b
试验组 III Trial III group	8.66 ± 0.36b	8.72 ± 0.22b	8.61 ± 0.11b
酵母菌 Yeast			
对照组 Control group	7.68 ± 0.09a	7.41 ± 0.25a	7.26 ± 0.17a
试验组 I Trial I group	7.61 ± 0.21a	7.36 ± 0.02a	7.18 ± 0.04a
试验组 II Trial II group	7.42 ± 0.24a	7.28 ± 0.17a	7.32 ± 0.31a
试验组 III Trial III group	7.48 ± 0.08a	7.12 ± 0.09a	7.26 ± 0.49a

2.4 对血液生化指标的影响

不同蛋白源饲料对血液生化指标的影响见表 6。相较于其他组,试验组 I 的总蛋白、白蛋白、球蛋白、胆碱酯酶含量最高。相较于试验组 I、II,试验组 III 谷丙转氨酶活性显著提高($P < 0.05$)。各个处理组尿素氮、谷氨酰胺、谷氨酸含量以及谷草转氨酶活性差异不显著($P > 0.05$)。

代基础日粮中豆粕对断奶仔猪生产性能的影响,结果表明,与对照组相比,添加 4.5% 马铃薯蛋白粉组效果最好,日增重提高 14.66%,料重比降低 18.56%。本次试验的结果中,蛋白添加量为 1.44% 的试验组 I 日采食量最高,增重也最大,与对照组基础饲料组相比较,随着马铃薯浓缩蛋白添加量的增加,采食量逐渐降低,而仔猪日增重的变化趋势也呈逐渐下降趋势,与报道基本一致。蛋白添加量为 2.88% 的试验组 III 的粗纤维料重比最高,而且发现逐渐增加的浓缩蛋白的添加量可以增加全期仔猪生长过程中的料重比。由此表明仔猪饲料日粮

3 讨论与结论

3.1 对仔猪生长性能的影响

张玲清^[14]研究了不同添加量马铃薯蛋白粉替

表 6 不同马铃薯浓缩蛋白饲料对仔猪血液生化指标的影响

Tab. 6 Effects of different dietary protein feed on blood biochemical indexes of piglets

指标 Index	对照组 Control group	试验组 I Trial I group	试验组 II Trial II group	试验组 III Trial III group
总蛋白/(g/L) TP	53.80 ± 4.34bc	65.08 ± 9.22a	51.10 ± 4.75c	57.66 ± 4.51abc
白蛋白/(g/L) ALB	28.68 ± 3.51ab	33.23 ± 6.17a	27.10 ± 2.08b	32.16 ± 2.34a
球蛋白/(g/L) GLB	25.25 ± 0.96bc	32.00 ± 6.00a	24.00 ± 4.00c	25.40 ± 2.41bc
白蛋白/球蛋白 ALB/GLB	1.13 ± 0.11ab	1.06 ± 0.24b	1.15 ± 0.19ab	1.27 ± 0.08a
尿素氮/(mmol/L) UN	2.48 ± 1.13ab	2.73 ± 0.53a	2.74 ± 1.11a	2.64 ± 0.98a
胆碱酯酶/(U/mL) CHE	60.72 ± 5.71abcd	74.70 ± 6.88a	52.56 ± 11.90c	48.64 ± 10.56d
谷氨酰胺/(mmol/L) Gln	1.41 ± 0.54a	1.41 ± 0.73a	1.43 ± 0.44a	1.51 ± 0.71a
谷氨酸/(mmol/L) Glu	206.56 ± 69.11a	221.64 ± 60.06a	244.98 ± 65.98a	257.05 ± 50.89a
谷丙转氨酶/U GPT	8.67 ± 1.11abc	6.27 ± 2.11c	8.29 ± 1.31bc	11.84 ± 3.94a
谷草转氨酶/U GOT	9.18 ± 2.31a	8.28 ± 1.92a	8.96 ± 3.31a	9.06 ± 3.87a

配方中的部分豆粕可以被马铃薯浓缩蛋白代替。

3.2 对仔猪腹泻率和蛋白质表观消化率的影响

唐春红等^[16]研究表明,马铃薯蛋白粉含消化能 18.84 MJ/kg,可消化粗蛋白质 74.08%,蛋白质生物学效价 76.87%,均显著高于豆粕。同时,马铃薯蛋白粉中大部分氨基酸,尤其是 Glu、Lys、Pro 的含量、表观消化率或真消化率显著或极显著高于豆粕。Tusnio 等^[17]测得马铃薯猪回肠表观中赖氨酸的消化率为 83.0%,蛋氨酸的消化率为 88.0%,苏氨酸的消化率为 78.9%,与豆粕猪回肠表观消化率没有显著差异。从本次试验中不同添加量的马铃薯浓缩蛋白日粮组合对蛋白质的表观消化率结果可以看出,随着浓缩蛋白添加量的增加蛋白质的表观消化率也在增加,蛋白添加量为 2.88% 的试验组 III 的粗纤维表观消化率最高,而对照组最低。与唐春红等^[16]研究结果基本一致。通过喂饲不同含量马铃薯浓缩蛋白的饲料,观察仔猪的排泄情况,各试验组之间均差异不显著 ($P > 0.05$)。各个时期,不同试验组仔猪腹泻率基本相对,而且仔猪腹泻率最高的时期为第 1 周,主要是由于断奶仔猪消化系统发育不成熟,这属于正常的生理现象。综合上述,马铃薯浓缩蛋白的消化性能较好。

3.3 对仔猪肠道微生物的影响

肠道微生物具有维持肠道正常结构和生理功能,还可以刺激肠道分泌黏液素,对肠道起润滑保护作用,同时在维持肠腔内的 pH 值及营养物质吸收方面也有重要作用。幼畜肠道微生物容易受到饲料和环境等的影响,可能会引起微生物菌群的紊乱,增加一些有害微生物(如 *E. coli*)^[18]。肠道乳酸菌等有益菌增多,而作为致病菌或条件致病菌的大肠杆菌和真菌的数量减少,可促进肠道抗体反应,改善肠道微循环,并对腹泻等有预防和治疗作用^[19]。

张丽萍等^[20]报道将添加 0.100%、0.015% 猪源乳酸杆菌的饲料为试验一、二组和添加 0.10%、0.15% EM 菌的饲料为试验三、四组,在调整猪肠道菌群方面,发现试验各组效果较对照组差异均显著 ($P < 0.05$),试验二组在增加乳酸杆菌方面,比试验一组高 18.50%,在减少大肠杆菌方面,试验一组比试验二组高 6.25%,比试验四组高 6.25%。在本次试验中,与对照组比,试验组 I、II、III 在结肠、盲肠和直肠中的乳酸杆菌数量有显著提高 ($P < 0.05$),各试验组在各肠断中酵母菌和大肠杆菌数量与对照组相比,差异不显著 ($P > 0.05$),发现添加马铃薯浓缩蛋白的饲料也有助于乳酸杆菌的增加,与报道基本一致。可见,饲料中添加马铃薯浓缩蛋白有助于改善仔猪肠道功能。

3.4 对血液生化指标的影响

血清 ALB 由肝脏合成,是机体蛋白质来源之一,TP 是 ALB 和球蛋白之和,可作为蛋白质代谢的指标, CHE 是肝合成而分泌入血的,它们和血浆白蛋白一样,是肝合成蛋白质功能的指标。转氨酶活性的高低跟蛋白质的利用能力密切相关,可用来判断肝脏和心脏功能。UN 是肾脏机能是否正常的重要指标。Glu 和 Gln 都与蛋白质的合成代谢密切相关。

唐春红等^[21]报道 2% 马铃薯蛋白粉组血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、胆碱酯酶含量最高,而 6% 马铃薯蛋白粉组谷丙转氨酶活性最高,各组谷氨酰胺、谷氨酸含量以及谷草转氨酶活性基本相同。本试验组 I 总蛋白、白蛋白、球蛋白、胆碱酯酶含量最高,本试验日粮中添加马铃薯浓缩蛋白结果表明,与对照组相比,试验组 I 对后期血清总蛋白含量影响差异显著,其余试验组不显著。虽然与对照组相比,试验组中胆碱酯酶含量均不显著,但是试验组 I 中胆碱酯酶的含量最高,说明马铃薯浓缩蛋白对促进仔猪体内蛋白质的合成有一定影响,与报道基

本一致。试验组Ⅲ谷丙转氨酶活性最高,显著高于试验组Ⅰ、Ⅱ($P < 0.05$)。所以蛋白添加量为2.88%的试验组Ⅲ最高,其也是3组里最不适合做饲料的,并不是蛋白添加量越高越好,此与报道基本一致。各组中尿素氮、谷氨酰胺、谷氨酸含量以及谷草转氨酶活性基本相同($P > 0.05$)。

试验结果表明,用马铃薯淀粉浓缩蛋白可以替代仔猪日粮中8%的豆粕,具有良好的饲喂效果,在后续的断奶仔猪饲养中应用,可广泛推广该替代比例。

参考文献:

- [1] 沈讷敏,王 芬,陈五岭.复合微生物发酵马铃薯渣生产蛋白饲料的工艺研究[J].广东农业科学,2011,38(18):66-68.
- [2] 潘 牧,彭慧元,邓宽平,等.马铃薯蛋白的研究进展[J].贵州农业科学,2012,40(10):22-26.
- [3] 贾晶霞,杨德秋,李建东,等.中国与世界马铃薯生产概况对比分析与研究[J].农业工程,2011,1(2):84-86.
- [4] 史 静,陈本建.马铃薯渣的综合利用与研究进展[J].青海草业,2013,22(1):42-45,50.
- [5] 吕建国,安兴才.膜技术回收马铃薯淀粉废水中蛋白质的中试研究[J].中国食物与营养,2008(4):37-40.
- [6] 崔国立.马铃薯淀粉加工副产物处理技术[J].农机使用与维修,2012(6):36-37.
- [7] 曾凡逵,周添红,刘 刚.马铃薯淀粉加工副产物资源化利用研究进展[J].农业工程技术·农产品加工业,2013(11):33-37.
- [8] 韩黎明.基于发明专利的马铃薯渣膳食纤维制备技术研究[J].甘肃高师学报,2015,20(5):41-45.
- [9] 徐锡虎,李佩玲.菜用马铃薯免耕稻草覆盖栽培技术[J].上海蔬菜,2008(2):36-37.
- [10] 司马兰兰,徐 洁.宁夏南部山区马铃薯高效栽培技术研究[J].内蒙古农业科技,2007(1):42-43.
- [11] 高天舜.马铃薯蛋白浓缩物[J].吉林轻工,1989(2):11-14.
- [12] 刘素稳,张泽生,杨海延,等.马铃薯蛋白的营养价值评价[J].营养学报,2008,30(2):208-210.
- [13] 杨 静.马铃薯中的肽类可改善仔猪生长性能[J].国外畜牧学-猪与禽,2012,32(9):34-36.
- [14] 张玲清.马铃薯蛋白粉对28日龄断奶仔猪生长性能的影响研究[J].国外畜牧学-猪与禽,2009,29(3):99-101.
- [15] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].3版.北京:中国农业大学出版社,2007:46-105.
- [16] 唐春红,余 冰,陈代文.马铃薯蛋白粉在仔猪上的营养价值评定[J].中国饲料,2007(5):24-27.
- [17] Tusnio A, Pastuszewska B, Swiech E, et al. Response of young pigs to feeding potato protein and potato fibre nutritional, physiological and biochemical parameters[J]. Journal of Animal and Feed Sciences, 2011, 20(3):361-378.
- [18] 谭碧娥,何兴国,孔祥峰,等.不同碳水化合物对断奶仔猪肠道微生物的影响[J].动物营养学报,2007,19(4):316-320.
- [19] 俞金莲,马 良.微生态制剂对缺血性结肠炎大鼠肠道微生物和血脂的影响[J].中国微生态学杂志,2013,25(4):396-398.
- [20] 张丽萍,王永生.猪源乳酸杆菌对仔猪肠道微生物的影响[J].吉林畜牧兽医,2007,28(11):10-12.
- [21] 唐春红,余 冰,陈代文.马铃薯蛋白粉对断奶仔猪的应用效果研究[J].养猪,2007(1):1-4.