

两种磷源与水平对3月龄獭兔饲养性能 与养分利用的影响

李清宏 张亚强 叶志远 王保军

(山西农业大学 动物科技学院 山西 太谷 030801)

摘要:比较骨粉与磷酸氢钙对獭兔生产性能与养分消化率的影响差异,评价骨粉的生物学效价,为准确利用磷源提供理论依据。试验选用56天美系獭兔120只(其中饲养试验96只、消化试验24只),通过饲养试验与消化试验,研究了0.35%、0.45%、0.55%和0.65%水平磷骨粉与磷酸氢钙对3月龄獭兔饲养性能和养分的表观消化率,并用斜率比法评价了骨粉的生物学效价。结果表明:①不同磷水平的骨粉和磷酸氢钙对3月龄獭兔的日增重影响差异不显著($P>0.05$),但粗蛋白和钙的表观消化率差异极显著,以磷酸氢钙组高($P<0.01$);两种磷源均以0.35%添加水平较好。②相对磷酸氢钙(CHM),骨粉(BM)的生物学效价为97.66%。骨粉用于3月龄獭兔的磷源供应效果不及磷酸氢钙,3月龄獭兔的适宜磷添加水平以0.35%为宜。

关键词:獭兔;磷酸氢钙;骨粉

中图分类号:S816.15 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)03-0213-05

Influence of Level and Source with P on Growth Performance , Nutrient Utilization Efficiency of 3 Month Rex Rabbit

LI Qing-hong ZHANG Ya-qiang ,YE Zhi-yuan ,WANG Bao-jun

(College of Animal Science and Technology ,Shanxi Agricultural University ,Taigu 030801 ,China)

Abstract: In order to provide the oretical basis of precisely using phosphorus source ,the performance and nutrient digestibility differences between bone meal and calcium hydrogen phosphate was compared and the biological value of bone meal was evaluated in Rex Rabbit. 120 Rex Rabbit at 56 day age were randomly divided into groups for feeding and digestive experiments. The level of bone meal and calcium hydrogen phosphate were set 0.35% , 0.45% , 0.55% and 0.65% ,respectively. The growth performance and nutrient utilization were measured at 3 months age of Rex Rabbit ,and the biological value of bone meal was evaluated by slope analogy method. The results showed that: ①Different levels of bone meal and calcium hydrogen phosphate are no significant difference in 63 to 90 day age of rabbit daily gain influence($P>0.05$) . The crude protein and calcium apparent digestibility were significant difference. The 0.35% levels were better in two kinds of phosphorus source. ② The biological value relative to BM and CHM was approximately 97.66% . In conclusion ,calcium hydrogen phosphate is better a good phosphorus source than bone meal ,and the 0.35% level of calcium hydrogen phosphate is advisable in feed of Rex Rabbit.

Key words: Rex rabbit; Calcium hydrogen phosphate; Bone meal

磷作为一种非再生资源,是继能量和蛋白质后的第3种昂贵饲料原料^[1-4]。过量的畜禽磷排泄所导致的环境污染日益严峻,已成为全球性问题^[5-9]。早在1967年,Chapin和Smith^[10]研究了肉兔的适宜磷添加水平,提出日粮中钙水平为0.22%、磷水平为0.37%时,家兔生长达到最佳速度,但不同磷源

和水平对獭兔应用效果的研究未见报道。

为了准确提供獭兔饲料磷的需要量,减少磷过量添加导致的可能环境污染,实现磷资源的合理利用,本试验比较了不同水平骨粉与磷酸氢钙对3月龄獭兔饲养性能与养分利用率的影响差异,旨在为准确利用磷源提供理论依据。

收稿日期:2012-03-12

基金项目:山西省科技攻关计划项目(200703105121);山西高校科技研究开发项目(2007118)

作者简介:李清宏(1968-),男,山西长治人,副教授,博士,主要从事动物营养与环境污染研究。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验设 0.35%、0.45%、0.55%、0.65% 4 个磷水平。饲养试验采用有重复的 2×4 因子随机区组设计,每处理 4 个重复、每重复 3 只;消化试验采用完全拉丁方设计(表 1),每处理设 3 个重复、每重复 1 只。正试前设 7 d 预试期,每 7 d 为一个试验期。消化试验每期 7 d,过渡期 4 d、收粪期 3 d。

表 1 拉丁方设计(4×4)

Tab. 1 Latin square design(4×4)

试验期 Trial period	骨粉源 BM				磷酸氢钙源 CHM			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
	0.35%	0.45%	0.55%	0.65%	0.35%	0.45%	0.55%	0.65%
I	A ₂	A ₃	A ₁	A ₄	B ₂	B ₃	B ₁	B ₄
II	A ₄	A ₁	A ₃	A ₂	B ₄	B ₁	B ₃	B ₂
III	A ₁	A ₄	A ₂	A ₃	B ₁	B ₄	B ₂	B ₃
IV	A ₃	A ₂	A ₄	A ₁	B ₃	B ₂	B ₄	B ₁

1.2 试验动物与饲养

试验选用健康无病、体重相近的 56 日龄美系獭兔购自山西泉州兔业公司。日粮参照法国营养学家 F. Lebas^[11]的营养推荐量配制,日粮配方及营养水平

见表 2。饲料制成直径 5 mm,长 10~15 mm 的颗粒饲料饲喂,日喂 4 次,分别为 7:30,11:30,18:00,21:00,饲养试验自由采食,消化试验按前周平均采食量的 80% 饲喂,自由饮水。每天观察、记录发病及死亡情况。

1.3 粪样收集

每天饲喂完半小时后收集粪样。每只兔子每次收集粪球 20 粒,每天早、中、晚取 3 次鲜粪,连收 3 d。鲜粪称重后添加 10% 的酒石酸固氮(须将粪球全部浸入酒石酸中,搅拌成糊状),放入冰箱内 0~4℃ 下保存。待 3 d 的粪样收完后,将同一试验兔同期粪样混匀,置于烘箱中在 65℃ 下烘干 24 h,测定粪便含水量。并将风干粪样混合粉碎过 0.42 mm 筛,以备测营养素含量。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 饲养性能 正试期开始前禁食 12 h,正试期第 1 天 7:00 按笼位进行称重,计算每重复周增重和重复总周增重。每个重复使用一个料桶,每周称料桶初始重和周末重,并准确记录期间的每桶加料量,计算每重复周用料量。计算公式分别为:日均增重 = 统计期内兔增重(g)/统计期饲养日数;日均采食量 = 统计期内饲料消耗量(g)/统计期饲养日数;料

表 2 獭兔日粮配方及营养成分表

Tab. 2 The composition and nutrient level of experimental diets for Rex rabbit

原料与营养成分组成 Raw materials and nutritional ingredients	骨粉源 BM				磷酸氢钙源 CHM			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
原料 Raw materials								
玉米/% Corn	30.00	20.00	20.00	20.00	32.59	27.91	23.23	25.00
小麦/% Wheat	7.89	16.49	13.27	7.82	5.20	10.17	15.14	12.97
麦麸/% Wheat bran	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
米糠/% Rice		2.89	8.17	11.56				0.83
苜蓿草粉/% Alfalfa meal	45.66	44.12	42.16	40.28	45.83	44.93	44.02	42.89
豆粕/% Soybean meal	12.00	11.56	11.06	14.53	12.03	12.14	12.26	12.47
蛋氨酸/% Methionone	0.15	0.13	0.14	0.12	0.15	0.14	0.14	0.14
骨粉/% BM	0.30	0.80	1.20	1.70				
磷酸氢钙/% CHM					0.20	0.70	1.20	1.70
食盐/% Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
预混料/% Premix	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
营养成分含量 Nutrient content								
消化能/kg Digestible energy	10.55	10.55	10.54	10.54	10.55	10.55	10.54	10.54
粗蛋白/% Crude protein	17.02	17.35	17.02	17.90	16.89	17.12	17.34	17.18
粗纤维/% Crude fiber	13.23	12.98	12.69	12.50	13.27	13.06	12.86	12.61
钙/% Calcium	0.86	1.03	1.14	1.30	0.80	0.91	1.02	1.12
总磷/% Total phosphorus	0.35	0.45	0.55	0.65	0.35	0.45	0.55	0.65
赖氨酸/% Lysine	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
蛋氨酸/% Methionone	0.38	0.37	0.38	0.36	0.38	0.38	0.37	0.37
总计/% Total	100	100	100	100	100	100	100	100

重比 = 统计期内饲料消耗量 (g) / 统计期内兔增重 (g)。

1.4.2 养分测定与消化率计算 分别取风干饲料样和粪样 1.5 g 在 105℃ 测定吸附水 (GB/T 6435 - 2006); 称取 (0.5 ± 0.001) g 绝干样采用凯氏定氮法测定粗蛋白 (GB/T 6432 - 1994); 称取 (2.0 ± 0.001) g 绝干样分别采用高温灼烧法测定粗灰分 (GB/T 6438 - 2007)、高锰酸钾法测定钙 (GB/T 6436 - 2002)、钼黄分光光度法测定总磷 (GB/T 6437 - 2002)。以内源指示剂 (2N-HCl 不溶灰分^[12]) 法, 计算养分表观消化率, 计算公式为: 某养分消化率 (%) = (1 - 1 × (B × C) / (A × D)) × 100% 式中: A 为饲料中某养份 (%); B 为粪中某养

份 (%); C 为饲料中 2N-HCl 不溶灰分 (%); D 为粪中 2N-HCl 不溶灰分 (%)。

1.5 数据处理

所有数据经 Excel 整理, 各测定期测定值用平均数 ± 标准误表示。用 SPSS13.0 对数据进行齐性检验、方差分析与多重比较, 差异不显著时, 进行合并比较分析。

2 结果与分析

2.1 磷源与水平对獭兔饲养性能的影响

2 种不同水平磷源对獭兔 63 ~ 90 d 的饲养性能测定值见表 3。

表 3 不同磷源和水平对 63 ~ 90 日龄獭兔饲养性能的影响

Tab.3 Effect of different phosphorus sources and levels on the performance of 63 - 90 day Rex rabbit

磷源 Phosphorus source	水平 / % Level	初质量 / g Initial weight	末质量 / g Final weight	日增质量 / g Daily quality	采食量 / g Feed intake	料重比 / (F/G) Feed to gain ratio
骨粉组 BM	0.35	831.00 ± 77.43	1 498.75 ± 106.07	27.32 ± 2.40	66.75 ± 4.76	2.74 ± 0.19b
	0.45	872.00 ± 60.09	1 507.00 ± 58.76	23.31 ± 3.57	69.51 ± 9.76	2.94 ± 0.12ab
	0.55	863.00 ± 58.51	1 337.50 ± 238.65	18.08 ± 2.23	53.03 ± 4.05	3.01 ± 0.06ab
	0.65	840.00 ± 52.15	1 498.75 ± 54.84	22.90 ± 2.59	64.07 ± 7.95	2.88 ± 0.08ab
磷酸氢钙组 CHM	0.35	892.00 ± 64.52	1 617.50 ± 67.65	29.44 ± 3.57	66.16 ± 11.73	2.81 ± 0.11b
	0.45	887.00 ± 67.20	1 456.67 ± 78.47	22.20 ± 3.35	59.68 ± 6.36	2.89 ± 0.13ab
	0.55	879.00 ± 74.62	1 355.00 ± 21.21	18.75 ± 3.70	60.79 ± 12.67	3.27 ± 0.07a
	0.65	981.00 ± 94.79	1 398.00 ± 116.05	22.54 ± 2.83	66.17 ± 10.40	2.97 ± 0.09ab
F 值		0.35	0.94	1.26	0.26	1.42
P 值		0.926 3	0.492 9	0.310 7	0.965 1	0.243 9

由表 3 可知, 不同磷水平对 63 ~ 90 日龄獭兔日增重的影响差异不显著 ($P > 0.05$), 骨粉与磷酸氢钙对獭兔日增重与料重比的影响一致, 均以 0.35% 组日增重最高, 0.35% 组料重比最低。而在采食量上表现不一致, 骨粉以 0.45% 组最高、磷酸氢钙组

以 0.65% 组最高, 造成这一差异的原因可能与獭兔草食性有关。

2.2 磷源和水平对养分表观消化率的影响

两种不同水平磷源对獭兔 63 ~ 90 d 的养分表观消化率测定值见表 4。

表 4 不同磷源和水平对 63 ~ 90 日龄獭兔养分表观消化率的影响

Tab.4 Effect of different phosphorus sources and levels on the nutrient apparent digestibility of 63 - 90 day Rex rabbit

磷源 Phosphorus source	水平 / % Level	粗蛋白表观消化率 / % Crude protein apparent digestibility	灰分表观消化率 / % Ash apparent digestibility	钙表观消化率 / % Calcium apparent digestibility	总磷表观消化率 / % Total phosphorus apparent digestibility
骨粉组 BM	0.35	76.02 ± 1.15 ^{abc}	49.62 ± 1.67 ^b	53.52 ± 1.36 ^c	51.80 ± 2.89 ^c
	0.45	71.82 ± 2.85 ^{bc}	57.20 ± 1.06 ^a	59.28 ± 1.86 ^b	50.39 ± 1.79 ^c
	0.55	62.17 ± 1.37 ^d	50.46 ± 2.21 ^b	51.41 ± 2.60 ^c	51.17 ± 1.68 ^c
	0.65	70.52 ± 2.34 ^c	39.69 ± 2.79 ^d	34.75 ± 1.95 ^e	51.32 ± 1.47 ^c
磷酸氢钙组 CHM	0.35	63.65 ± 0.44 ^d	26.65 ± 2.26 ^f	41.27 ± 4.08 ^d	61.00 ± 1.87 ^a
	0.45	81.70 ± 2.17 ^a	49.30 ± 2.11 ^{bc}	54.17 ± 2.94 ^c	51.70 ± 2.02 ^c
	0.55	78.18 ± 0.47 ^a	44.08 ± 3.09 ^c	60.23 ± 2.28 ^{ab}	54.59 ± 1.82 ^b
	0.65	77.58 ± 0.55 ^{ab}	31.70 ± 3.08 ^e	62.46 ± 1.85 ^a	49.79 ± 2.13 ^c
F 值		13.29	7.55	17.47	2.15
P 值		<0.01	<0.01	<0.01	0.076 3

由表 4 可知, 63 ~ 90 日龄獭兔, 骨粉组粗蛋白的表观消化率, 以磷水平 0.35% 组最高; 钙的表观

消化率, 以磷水平 0.45% 组最高; 总磷的表观消化率, 以磷水平 0.35% 组最高。磷酸氢钙组粗蛋白的

表观消化率,以磷水平 0.45% 组最高;钙的表观消化率,以磷水平 0.65% 组最高;总磷的表观消化率,以磷水平 0.35% 组最高。不同磷水平对粗蛋白和钙的表观消化率影响差异极显著 ($P < 0.01$),对磷的表观消化率影响差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 骨粉的生物学效价

采用斜率比法,以平均日增重 (ADG) 为评定指标,将磷酸氢钙 (DCP) 作为标准 (设 DCP 的相对生物学效价为 100%),用磷实际摄入量与 ADG 进行线性回归,评定骨粉 (BM) 的相对生物学效价 (RBV) 见表 5。

表 5 两种磷源的生物学效价比较

Tab. 5 The RBV of two phosphorus sources

磷源 Phosphorus source	CHM	BM
回归方程	$y = 1.4801 + 50.4318x$	$y = 2.5137 + 49.2521x$
偏相关系数/ R^2 Patial correlation coefficient	0.9856	0.9931
相对生物学效价/% Relative biological value	100	97.66

数据显示,獭兔对骨粉的生物学利用率不及磷酸氢钙。3 月龄獭兔对骨粉的 RBV 为 97.66%。

3 结论与讨论

3.1 磷对饲养性能的影响

磷是动物骨骼的重要组成成分,参与体内物质代谢。李佳等^[13]研究了不同磷水平和钙磷比对生长肥育猪生产性能影响,发现日粮中不同磷水平和钙磷比对生长猪 (总磷为 0.4% 和 0.5%) 和肥育猪 (总磷为 0.3% 和 0.4%) 的平均日增重、平均日耗料和料重比无显著影响 ($P > 0.05$)。但也有研究得出不同结论,林映才等^[14]在研究生长育肥猪有效磷需要量的试验中发现,当饲粮有效磷为 0.33% (总磷 0.58%)、钙为 0.72% 时,生长猪可获得最佳的生产性能和骨骼发育,当饲粮有效磷为 0.19% (总磷 0.43%)、钙为 0.54% 时,育肥猪可获最佳的生产性能和较好的骨骼发育。程红娜^[15]对合浦鹅钙磷适宜水平的研究认为,在育雏期,采食量与饲粮钙水平正相关,与磷水平负相关,当钙为 0.9%,磷为 0.5% 时采食量最低;育成期,采食量与饲粮钙磷水平无相关性,当钙为 0.8%,磷为 0.4% 时采食量最低。朱连勤^[16]报道,给白来航公鸡喂以临界磷缺乏水平的饲料,生长速度和采食量显著降低。

3.2 磷对蛋白质消化的影响

蛋白质的营养价值不仅决定于氨基酸的组成,还决定于动物摄入蛋白质的消化率以及这些蛋白质

在肠道内被消化并以游离氨基酸形式吸收的比例。蛋白质在兔体内的消化和营养生理与其他单胃、反刍家畜不同,小肠中未被消化吸收的蛋白质和氨基酸可以被盲肠中的微生物利用,形成菌体蛋白,随软粪排出,被家兔重新食入、消化吸收再利用。影响家兔蛋白质消化率的饲料因素包括蛋白质的化学结构、性质 (如不溶性蛋白质较难消化) 及酶活性。研究结果表明,对于 63~90 日龄獭兔粗蛋白的表观消化率,骨粉组以磷水平 0.35% 组最高,粗蛋白的表观消化率为 76.02%,磷酸氢钙组以磷水平 0.45% 组最高,粗蛋白的表观消化率为 81.70%。

3.3 磷对钙磷消化率的影响

钙磷比及植酸是影响钙磷消化吸收的重要因素。Golovan 等^[17]指出,当饲料中的磷含量处于临界或不足时,钙在肠道内形成不溶性的磷酸三钙而不易被吸收。过量钙与植酸形成植酸钙络合物不易被动物吸收,从而影响动物对磷的利用,造成磷的缺乏。Liu 等^[18-19]报道,降低日粮钙磷比例可以提高低植酸磷组日粮中磷的利用率和小肠对磷的吸收率。

家兔有忍高钙的能力。Chapin 和 Smith^[10]研究指出,日粮中钙水平为 4.5%,钙磷比高达 12:1 时不会影响家兔生长,骨灰分含量正常,但是日粮中高磷则影响食欲。研究表明,对于 63~90 日龄獭兔钙的表观消化率,骨粉组以磷水平 0.45% 组最高,磷酸氢钙组以磷水平 0.65% 组最高。对于 63~90 日龄獭兔总磷的表观消化率,磷酸氢钙组比骨粉组高 17.76%。与冯志华^[20]对獭兔营养物质利用率的研究认为,随着植酸酶和磷水平的提高,钙的表观消化率也有所提高,基本一致。

3.4 适宜磷水平

Mathieu 和 Smith^[21]推荐生长兔的磷水平为 0.22%。Chapin 和 Smith^[10]指出,日粮中钙水平为 0.22%,磷水平为 0.37% 时,家兔生长达到最佳速度,而骨骼钙化所需钙水平为 0.34%~0.40%。研究认为:从饲养性能看以 0.35% 的日增重最高、料重比最低;从物质消化角度看,两种磷源均以 0.35%~0.45% 组较好。由此看来,3 月龄獭兔的适宜磷水平以 0.35% 为宜,与 Chapin 和 Smith^[10]的研究结果基本一致。当然,动物磷的需要量也受饲料植酸酶含量的影响,王芳等^[22]研究表明,添加植酸酶可以降低饲料中磷酸氢钙的添加量。而有关生长獭兔添加植酸酶后的适宜磷水平有待进一步研究。

骨粉与磷酸氢钙对 3 月龄獭兔的饲养性能及饲料养分消化率的影响有差异。磷酸氢钙的应用效果

优于骨粉,适宜的添加水平以 0.35% 为宜。

参考文献:

- [1] Lei X G, Stahl C H. Nutritional benefits of phytase and dietary determinants of its efficacy [J]. Special issue on swine production. Journal of Applied Animal Research, 2000, 17(1): 97-112.
- [2] Novak J M, Watts D W, Hunt P G, *et al.* Phosphorus movement through a coastal plain soil after a decade of intensive swine manure application [J]. Journal of Environmental Quality 2000, 29(4): 1310-1315.
- [3] Fan M Z, Archbold T, Willem C, *et al.* Novel methodology allows simultaneous measurement of true phosphorus digestibility and the gastrointestinal endogenous phosphorus outputs in studies with pigs [J]. J Nutr 2001, 131: 2388-2396.
- [4] 霍启光. 动物磷营养与磷源 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社 2002: 49-65.
- [5] Jongbloed A W, Lenis N P, Mroz Z. Impact of nutrition on reduction of environmental pollution by pigs: an overview of recent research [J]. Veterinary Quarterly, 1997, 19(3): 130-134.
- [6] Ogilvie J R, Barry D A, Goss M J, *et al.* Balancing environmental and economic concerns in manure management by use of an on-farm computerized decision support program [C]//Proceedings of the 8th International Symposium on Animal, Agricultural and Food Processing Wastes, 2000.
- [7] Paik I K. Management of excretion of phosphorus, nitrogen and pharmacological level minerals to reduce environmental pollution from animal production [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 2001, 14(3): 384-394.
- [8] Han I K, Lee J H, Piao X S, *et al.* Feeding and management system to reduce environmental pollution in swine production [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2001, 14(3): 432-444.
- [9] 方热军, 王康宁, 方玉媚. 生态营养学理论和生物技术在控制畜牧业环境污染中的应用 [J]. 家畜生态 2003 (3): 4-6.
- [10] Chapin R E, Smith S E. Calcium requirements of growing rabbits [J]. J Anim Sci, 1967, 26: 67-71.
- [11] Lebas F. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization [C]//Proceedings from the 8th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico. World Rabbit Science Association 2004: 686-736.
- [12] 袁 纓. 动物营养学实验教程 [M]. 北京: 中国农业大学出版社 2006.
- [13] 李 佳, 解 鹏, 吴东波, 等. 日粮不同磷水平和钙磷比对生长肥育猪生产性能的影响 [J]. 兽药与饲料添加剂 2006, 11(4): 3-4.
- [14] 林映才, 蒋宗勇. 生长肥育猪有效磷需要量的研究 [J]. 养猪 2002(4): 1-7.
- [15] 程红娜. 合浦鹅饲料能量、粗蛋白质、钙和磷适宜水平的研究 [D]. 南宁: 广西大学 2005.
- [16] 朱连勤. 不同的日粮磷水平下蛋用鸡生长、骨骼发育、产蛋性能以及植酸酶应用效果的研究 [D]. 北京: 中国农业大学 2004.
- [17] Golovan S P, Meidinger R G, Ajakaiye A, *et al.* Pigs expressing salivary phytase produce low-phosphorus manure [J]. Nature Biotechnology, 2001, 19(8): 741-745.
- [18] Liu J, Bollinger D W, Ledoux D R, *et al.* Lowering the dietary calcium to total phosphorus ratio increases phosphorus utilization in low-phosphorus corn-soybean meal diets supplemented with microbial phytase for growing-finishing pigs [J]. J Anim Sci, 1998, 76: 808-813.
- [19] Liu J, Bollinger D W, Ledoux D R, *et al.* Effects of dietary calcium: phosphorus ratios on apparent absorption of calcium and phosphorus in the small intestine, cecum, and colon of pigs [J]. J Anim Sci 2000, 78: 106-109.
- [20] 冯志华. 日粮中添加植酸酶和 VD₃ 对獭兔生产性能及营养物质利用率的影响 [D]. 保定: 河北农业大学, 2003.
- [21] Mathieu L G, Smith S E. Phosphorus requirements of growing rabbits [J]. J Anim Sci, 1961, 20: 510-513.
- [22] 王 芳, 张红岗, 李燕萍. 植酸酶在鹌鹑日粮中的应用 [J]. 山西农业科学 2003, 31(1): 58-60.