

# 产蛋鸡钙磷需求参数的研究初报

金鑫 张源久 郑元策 姜顺玉

(吉林省农科院畜牧分院,公主岭 136100)

**提 要** 对蛋鸡在产蛋期分别采用单因子 5 个梯度含钙、磷(有效磷)水平日粮的设计。通过 30 周的饲养试验和同步进行的两期代谢试验结果表明:1. 鸡体内表观钙存留量是随着日粮钙水平的提高而增加;而鸡体钙表观存留率则下降;而且高钙日粮与低钙日粮有显著的差异( $P < 0.05$ )。2. 蛋中磷的沉积率和鸡体内存留量,随着日粮磷(有效磷)的增加有提高的趋势;而磷(有效磷)在鸡体内存留率则降低;而且高磷日粮与中低水平磷日粮也有显著的差异( $P < 0.05$ )。3. 通过统计分析计算的几个相关的回归公式,本试验估测出产蛋鸡在产蛋期平均产蛋率在 80% 时,日粮钙、磷(有效磷)的参数分别为 3.5% ~ 4.0% 和 0.33% ~ 0.40%。

**关键词** 蛋鸡;钙;磷;参数;日粮

随着现代品种鸡的生产性能和养鸡集约化水平的提高,蛋壳品质差、蛋的破损率高,而影响蛋鸡生产的经济效益的现象比较普遍。根据有关资料报道:世界上 22 个主要产蛋国家的蛋破损率约为 10%,北京市的 8 个鸡场内平均蛋破损率为 4.6%,运输中为 1.1%。而影响蛋壳质量主要的原因是日粮中钙、磷(有效磷)的含量及比例,是否能够满足产蛋鸡产蛋的需求。目前国内生产的一些蛋鸡饲料普遍存在钙含量偏高,而磷特别是有效磷含量偏低的现象。

本试验研究的目的是通过高低不同钙磷水平的日粮,对高产蛋鸡的产蛋性能和蛋壳品质的影响,来估测蛋鸡日粮中较为适宜的钙、磷(有效磷)含量,为重新评价和确定现代高产蛋鸡日粮钙、磷需求参数提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验设计

采用单因子梯度随机化分组设计。每个参数试验各分 5 组,共计 10 组,每组有 24 个试验单位元笼,每个单位元笼为 1 只母鸡。

### 1.2 试验鸡的来源及分组

从本单位种鸡场购入 1 日龄罗曼褐商品代雏鸡 300 只,经 5 个月的饲养,按体重、开产与否、健康状态选出 240 只正常合格鸡进行试验。将其分成 10 组,每组 24 只,随机决定组序,经统计方差分析表明:分组时组间体重差异不显著( $P > 0.05$ )。各组体重( $\bar{X} \pm SD$ )依次为 1 662.45 ± 108.65 g, 1 643.52 ± 122.85 g, 1 656.10 ± 134.15 g, 1 661.53 ± 131.65 g, 1 654.52 ± 130.31 g, 1 647.32 ± 133.45 g, 1 654.31 ± 140.51 g, 1 645.45 ± 111.91 g, 1 663.51 ± 108.91 g, 1 651.46 ± 141.22 g。经半个月的预饲后,于 24 周龄正式进行饲养试验,试验日粮组成见

表 1。

表 1 试验梯度水平日粮组成及营养水平

项 目	组					别				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
玉米	66.00	65.90	65.30	63.60	61.96	65.80	65.60	65.50	65.40	65.20
日 麸子	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
粮 豆粕	22.00	22.80	22.20	22.50	22.80	22.00	22.10	22.10	22.10	22.20
组 鱼粉	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
成 骨粉	1.80	1.8	1.8	1.8	1.8	0.45	0.85	1.25	1.65	2.05
% 石粉	4.07	6.1	7.4	8.7	10.00	8.30	8.00	7.80	7.50	7.20
植物油	-	-	0.50	4.00	1.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-蛋氨酸	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
食盐	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
合计	99.85	99.95	100.55	100.95	101.35	100.30	100.30	100.30	100.4	100.4
营 代谢能	11.81	11.74	11.75	11.71	11.69	11.76	11.74	11.74	11.72	11.71
养 粗蛋白	16.87	16.90	16.59	16.59	16.58	16.55	16.54	16.57	16.56	16.59
水 钙	2.49	2.97	3.50	3.99	4.49	3.49	3.48	3.49	3.49	3.49
平 有效磷	0.410	0.401	0.426	0.399	0.398	0.230	0.281	0.33	0.381	0.431
(MJ/kg %) 蛋氨酸	0.347	0.349	0.345	0.345	0.344	0.345	0.344	0.344	0.345	0.345
赖氨酸	0.856	0.864	0.848	0.851	0.854	0.844	0.843	0.843	0.845	0.847

注 1. 每组日粮另外加多维微量元素预混添加剂。2. 鱼粉系秘鲁进口, 植物油为豆油或玉米油。

3. 营养成分除代谢能外均为实测值。

### 1.3 试验方法

1.3.1 饲养试验 试验期为 30 周, 在开放式试验鸡舍内进行。阶梯式笼内个体饲养, 为消除位置差异, 各组交差排列。每组饲喂各试验日粮, 日喂 3 次, 自由采食饮水, 采用人工光照。自 20 周龄开始, 每周增加 30 min 光照, 26 周龄后保持 16 h, 光照强度为 20 Lx。记录耗料量与产蛋数(包括破皮蛋)、产蛋量。取 28、34、40、45 周龄最后两天的蛋, 进行蛋重、蛋壳强度和厚度的测定。

1.3.2 代谢试验 从各组分别选择体重和产蛋性能接近组平均水平的试验鸡 4 只(笼), 于 33~34 和 44~45 周龄进行两期代谢试验, 因在饲养试验期间进行, 故不设预试期, 收集排泄物 6 d, 然后将排泄物经烘干处理后进行化验分析。

1.3.3 数据处理 删除试验过程中淘汰的试验鸡和不正常数据后, 用 PC-1500 微机对数据进行方差分析, 差异显著时做多重比较。

## 2 结果与讨论

### 2.1 产蛋性能与饲料转化率(表 2)

从本试验结果看, 不论是高中低不同钙水平的日粮, 还是高中低不同磷(有效磷)水平日粮对产蛋率、蛋重均无明显的差异( $P > 0.05$ ), 日粮中含钙不足会影响鸡的产蛋量, 这是众所周知的。从本试验结果分析, 在低水平钙(2.5%)日粮情况下, 产蛋率和饲料转化率有下降趋势。用含 2.5% 和 2.75% 以及含 2.85% 的钙日粮时都会使产蛋率和饲料转化率降低。但是用低磷(有效磷)日粮(0.23%)时, 对产蛋生产性能及饲料转化率未产生不利影响。如果日粮磷(有效磷)偏低(0.15% 有效磷)时, 则鸡的产蛋率明显下降。这与国际上有关专家报道的资料是一致的。

表2 产蛋性能与饲料转化率

组别	统计 笼数	平均产 蛋率(%)	软破损 蛋率(%)	平均 蛋重(g)	平均日耗 料量(g)	蛋料比
钙	1	79.52a	3.63a	62.02a	120.32a	2.56a
		± 3.92	± 2.12	± 4.71	± 3.21	± 0.24
日	2	79.71a	3.65a	62.47a	120.45a	2.43b
		± 3.51	± 1.94	± 2.73	± 2.82	± 0.18
粮	3	80.32a	2.79b	63.63a	119.74a	2.33b
		± 3.81	± 1.87	± 3.26	± 3.34	± 0.31
组	4	80.61a	2.86b	63.53a	119.53a	2.33b
		± 4.54	± 0.91	± 4.02	± 2.57	± 0.21
磷	5	79.67a	3.02b	63.24a	119.14a	2.36b
		± 7.51	± 2.54	± 3.35	± 3.17	± 0.32
日	6	79.61a	3.63a	62.12a	119.14a	2.39a
		± 4.12	± 2.12	± 3.51	± 3.61	± 0.23
粮	7	79.73a	3.41a	62.56a	119.23a	2.41a
		± 3.92	± 1.93	± 4.12	± 3.45	± 0.23
组	8	80.42a	2.89b	63.10a	119.42a	2.34a
		± 5.63	± 2.45	± 3.41	± 2.91	± 0.46
磷	9	81.02b	2.81b	63.65a	119.84a	2.33a
		± 6.24	± 2.79	± 4.76	± 3.82	± 0.37
日	10	80.36a	3.01b	63.41a	120.31a	2.38a
		± 4.34	± 1.98	± 2.98	± 3.32	± 0.48

注 1. 表中数据为  $\bar{X} \pm SD$ ; 2. 同一栏平均数肩注有相同字母者表示差异不显著( $P > 0.05$ ), 相邻字母表示差异显著( $P < 0.05$ ), 相隔一字母则表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

## 2.2 蛋壳品质

对每个试验进行4批次蛋壳品质测定, 结果见表3。

表3 试验全期蛋壳品质指标结果

组别	测蛋数	蛋重(g)	蛋壳强度(kg/cm <sup>2</sup> )	蛋壳厚度(mm)
钙	1	62.31a	3.83a	0.381a
		± 5.31	± 0.61	± 0.026
日	2	61.94a	3.91a	0.386a
		± 5.38	± 0.63	± 0.022
粮	3	63.13a	4.05bc	0.395ab
		± 6.98	± 0.73	± 0.021
组	4	63.45a	4.06bc	0.407b
		± 4.78	± 0.75	± 0.022
磷	5	62.98a	3.94ac	0.398ab
		± 6.69	± 0.92	± 0.021
日	6	62.46a	3.88a	0.382a
		± 3.68	± 0.72	± 0.021
粮	7	62.32a	3.91ab	0.389ab
		± 6.27	± 0.65	± 0.022
组	8	62.87a	3.98ab	0.391ab
		± 5.68	± 0.74	± 0.021
磷	9	63.41a	4.06b	0.404b
		± 6.32	± 0.76	± 0.024
日	10	63.52a	3.97ab	0.392ab
		± 5.87	± 0.73	± 0.022

注 1. 表中数据为  $\bar{X} \pm SD$ ; 2. 同一栏平均数肩注有相同字母者表示差异不显著( $P > 0.05$ ), 相邻字母表示差异显著( $P < 0.05$ ), 相隔一字母则表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

由表3可见, 对蛋重、蛋壳强度和厚度分别进行的方差分析表明: 本试验5个不同梯度

钙、磷(有效磷)水平日粮范围内均无显著差异( $P > 0.05$ )。但是随着日粮钙、磷(有效磷)水平的提高,其蛋重、蛋壳强度及厚度有增加的趋势。本试验结果证实了日粮中钙水平由2.5%增加到4%时,蛋壳厚度与强度相应的提高;但超过4%,达到4.5%时再未有提高的表现。反之,产蛋鸡日粮钙不足可降低蛋壳强度与厚度。同样日粮中磷(有效磷)水平由0.23%增加到0.38%时,蛋壳强度和厚度也逐步提高(但各组间无显著性差异  $P > 0.05$ ),但当日粮中有效磷水平达到0.43%时,则再未有提高。

## 2.3 代谢试验结果

2.3.1 钙的代谢 不同水平梯度日粮代谢数据见表4。

表4 代谢试验钙的食入、排出和存留

组别	日耗料量 (g)	日食钙量 (g)	粪尿排钙率 (%)	钙表观存留量 (g/d)	钙表观存留率 (%)		
一  期	1	119.36a ± 6.76	3.20a ± 0.21	46.12a ± 3.61	1.69a ± 0.21	49.89a ± 7.12	
	2	118.67a ± 10.21	3.66a ± 0.42	44.35a ± 4.52	1.75a ± 0.43	50.12a ± 6.92	
	3	118.67a ± 7.81	4.25b ± 0.31	50.92 ± 6.52	1.83c ± 0.33	49.95a ± 7.31	
	4	117.98a ± 6.62	4.51b ± 0.52	48.42 ± 7.81	1.87c ± 0.65	49.95a ± 7.31	
	5	118.12a ± 9.81c	5.41c ± 0.34	51.23 ± 8.83	2.02c ± 0.51	45.21a ± 9.12	
	二  期	1	121.15a ± 7.81	3.25a ± 0.31	48.77a ± 6.62	1.85a ± 0.31	50.21a ± 7.81
		2	120.65a ± 6.71	3.75a ± 0.17	49.02a ± 7.01	1.88a ± 4.45	49.89a ± 8.21
		3	119.45a ± 8.01	4.32b ± 0.41	51.89 ± 8.12	1.91b ± 0.45	49.95a ± 7.72
		4	119.31a ± 10.23	4.87b ± 0.46	46.35 ± 9.83	2.03b ± 0.41	47.96b ± 8.31
		5	118.95a ± 11.23c	5.52c ± 0.32	51.81 ± 8.52	2.06b ± 0.52	46.31b ± 6.54

注 1.表中数据为  $\bar{X} \pm SD$ ; 2.同一栏平均数肩注相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),相邻字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相隔一字母则表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

从表4可以看出,两期代谢试验中日食钙量随着日粮钙水平的提高而增加,而且高低钙水平之间有极显著的差异( $P < 0.01$ );因此,体内表观钙存留量也随着增加,且高钙日粮组与低钙日粮组有显著差异( $P < 0.05$ ),其中在一期试验中,高钙组与低钙1组有极显著的差异( $P < 0.01$ )。相反,体内钙表观存留率则随着日粮钙水平的提高而呈下降趋势;并且高低钙日粮组之间也有显著性差异( $P < 0.05$ )。试验结果证明了随着饲料水平的提高,钙绝对存留量增加,而其存留率下降;在第二期试验中,虽然鸡的耗料量和日食钙量比第一期增加了,但仍符合上述试验的结果。

2.3.2 磷的代谢 5个梯度日粮磷(有效磷)水平的两期代谢试验结果见表5。

表 5 代谢试验磷的食入、排出和存留

组 别	日耗料量 (g)	日食磷量 (g)	粪尿排磷率 (%)	日蛋中磷量 (g)	蛋中磷沉积率 (%)	体内存留量 (g/d)	体内存留率 (%)	
一 期	1	117.34a ± 6.81	0.73a ± 0.03	65.46a ± 9.31	0.09a ± 0.003	10.52a ± 0.95	0.19a ± 0.08	31.21a ± 8.12
	2	117.67a ± 10.89	0.78a ± 0.10	66.21a ± 4.56	0.09a ± 0.005	11.12a ± 1.12	0.21a ± 0.05	30.32a ± 3.91
	3	118.14a ± 9.82	0.88c ± 0.08	66.37a ± 3.91	0.09a ± 0.007	11.81a ± 1.21	0.22a ± 0.06	30.94a ± 4.52
	4	118.65a ± 6.51	0.89c ± 0.09	71.35b ± 3.94	0.10a ± 0.008	12.02a ± 0.89	0.21a ± 0.087	29.81a ± 5.54
	5	119.32a ± 9.21	0.91c ± 0.06	83.31b ± 4.92	0.09a ± 0.011	10.64a ± 1.13	0.19a ± 0.02	23.42b ± 6.14
二 期	1	117.94a ± 10.12	0.79a ± 0.11	62.65a ± 5.22	0.10a ± 0.005	11.42a ± 1.16	0.20a ± 0.03	31.32a ± 8.12
	2	118.21a ± 8.12	0.81a ± 0.05	63.65a ± 6.21	0.09a ± 0.007	11.87a ± 2.21	0.19a ± 0.08	31.12a ± 5.13
	3	118.92a ± 4.52	0.89b ± 0.04	65.45a ± 7.32	0.10a ± 0.011	12.14a ± 2.23	0.21a ± 0.07	30.89a ± 6.24
	4	119.35a ± 6.67	0.91b ± 0.07	69.31b ± 8.51	0.10a ± 0.009	12.24 ± 1.16	0.21a ± 0.03	30.12a ± 4.51
	5	120.47a ± 6.82	0.93c ± 0.09	70.24b ± 9.12	0.10a ± 0.012	11.31a ± 1.14	0.20a ± 0.05	24.51b ± 3.87

注 1.表中数据为  $\bar{x} \pm SD$ ; 2.同一栏平均数肩注相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ),相邻字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),相隔一字母则表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

由表 5 可见,随着日粮磷水平的提高,日食磷量均存在组间差异。第一期 3、4、5 组极显著高于 1 组( $P < 0.01$ );第二期 5 组极显著高于 1 组( $P < 0.01$ )。粪尿排磷率则随着日粮磷(有效磷)水平的提高而提高;且高磷 5 组与低磷 1 组存在极显著的差异( $P < 0.01$ ),而日蛋中磷量组间则无显著差异( $P > 0.05$ )。蛋中磷沉积率和体内存留量,随着日粮磷(有效磷)水平的提高,有提高的趋势。从两期的代谢试验结果看,各组间无显著差异( $P > 0.05$ )。而磷在体内存留率则随着日粮磷(有效磷)水平的提高而降低。其中高磷日粮 5 组与其它水平磷日粮组有显著差异( $P < 0.05$ )。由此说明,日粮中磷(有效磷)的水平并不影响磷在体内存留量的百分率与绝对值。日粮中含磷量越高,磷在机体内存留百分率就越低;但是,日粮中磷(有效磷)的水平并不影响在体内的绝对存留量。

2.3.3 钙、磷(有效磷)参数的估计 在本试验钙、磷(有效磷)日粮梯度范围内,对产蛋鸡通过 30 周的饲养试验和中间分别进行的两期代谢试验结果,经统计分析计算出下面几组与日粮钙、磷(水平)相关的回归公式:

- 1)日粮钙水平与蛋壳强度的关系: $Y = 0.06x + 3.73$  ( $r = 0.57$   $P < 0.05$ )
- 2)日粮钙水平与蛋壳厚度的关系: $Y = 0.011x + 0.354$  ( $r = 0.83$   $P < 0.01$ )
- 3)日粮钙量与钙表观存留量的关系: $Y = 1.39 + 0.12x$  ( $r = 0.98$   $P < 0.01$ )
- 4)日粮磷(有效磷)水平与蛋壳强度的关系: $Y = 0.66x + 3.74$  ( $r = 0.74$   $P < 0.05$ )
- 5)日粮磷(有效磷)水平与蛋壳厚度的关系: $Y = 0.054x + 0.375$  ( $r = 0.62$   $P < 0.05$ )
- 6)日粮磷(有效磷)量与磷在体内存留率的关系: $Y = 52.65 - 27.33x$  ( $r = -0.63$ )

依据上述各项相关公式结合梯度日粮饲养试验结果,可分析估测出产蛋鸡在产蛋期平均产蛋率在 80% 时,日粮钙、磷(有效磷)参数分别是 3.5% ~ 4.0% 和 0.33% ~ 0.40%。

### 3 结 论

在本试验钙、磷(有效磷)日粮梯度范围内,随着日粮钙、磷(有效磷)水平的逐步提高,产蛋性能和蛋的品质有提高的趋势;特别是蛋的破损率有显著的降低。

体内表观钙存留量随着日粮钙水平的提高而增加;而体内钙表观存留率则下降;而且高钙日粮与低钙日粮有显著的差异( $P < 0.05$ )。

蛋中磷的沉积率和体内存留量,随着日粮磷(有效磷)的增加,有提高的趋势,而磷在体内存留率则降低;而且高磷日粮与中低水平磷(有效磷)日粮有显著的差异( $P < 0.05$ )。

通过产蛋期设计不同钙、磷(有效磷)水平日粮饲养试验的观察,结合钙、磷(有效磷)代谢试验结果,本试验估测出产蛋鸡平均产蛋率在80%以上时,钙、磷(有效磷)需求参数分别是3.5%~4.0%和0.33%~0.40%。

### 参 考 文 献

- 1 郝正里等.中国家禽,1989,6-32
- 2 Milton, SOTT等著,周毓平译.鸡的营养.北京农业大学出版,1989,48-54
- 3 周毓平译.鸡营养研究国外资料选译(一).北京地区畜牧与饲料科技情报网,1985,58
- 4 K. K Shararz. Poultry Science, 1986, (1): 114-120
- 5 Hoder. Dpetal Poultrysci, 1978, 57(6): 1629-1634
- 6 Harte L. H. British Poultrysci, 1989, 31(3): 473-494
- 7 Mathurc R N. Nutrition Abstracts and Reviews, 1983, 53(3): 1708
- 8 Sulli Van Twetal. Poultrysci, 1962, 41(5): 1596-1602
- 9 刘文超,杨山等.东北农学院学报,1988,10月增刊
- 10 许振英主编.家畜饲养学.农业出版社,1979,266-268

(责任编辑:任 禾)