

## 家禽的钙磷需要量综述

Calcium, phosphorus needs of poultry reviewed

作者: William A. Dudley-Cash

译自: Feedstuffs, Oct. 9, 2010

译者: 苟钟勇

对环境问题的关注及新的调控措施,加上饲料磷的价格达到了有史以来的最高峰,使人们对家禽钙磷的精确需要量产生了兴趣。

将饲料中钙磷的添加水平降到最低,而又不影响商品动物最佳的生产性能,不但能大大地降低饲料成本,还能减少排放到环境中的矿物质含量。

美国马里兰大学动物和禽类科学系的R. Angel在澳大利亚的家禽学术研讨会上对家禽的钙磷需要量做了综述。

### 专业术语定义

Angel认为专业术语的定义对理解磷需要量十分重要。总磷是指任何形式的磷,包括所有的有机和无机形式的磷。

有效磷(aP)是指动物能够从日粮中吸收的磷(饲料中的磷—回肠末端未消化吸收的磷)。测定的有效磷通常指的是可消化的磷。

然而,有效磷和相对有效磷已经被混淆使用,相对有效磷是指设定一个标准含磷产品的利用率为100%,其它含磷产品与此标准作比较的值。这个界定只在比较某些具体的含磷产品时才有用,并不能提供动物能够消化和吸收的绝对磷含量。正因为存在此混淆,所以当使用有效磷这一术语时,就应该对其定义。

保留磷是指存在于身体体内的磷(饲料磷—排泄磷)。

无机磷是指没有与有机分子结合的磷。所有与有机分子结合的磷都为有机磷。

植酸—肌醇六磷酸(IP6)是一种磷酸化的环己糖醇,为有机磷。植物中植酸—植酸盐以阴离子形式存在。

在成熟的植物种子中,植酸磷通常与钙、镁、钾形成盐复合物,有时候还与蛋白质和淀粉结合,这些复合或螯合的分子就是植酸钙镁。植酸磷、植酸盐磷和植酸钙镁磷统称为植酸磷(PP),且为有机磷的组成成分。

饲料中的非植酸磷(nPP)是指未结合在植酸盐分子中的磷(非植酸磷=总磷—植酸磷)。

### 有效性

磷的生物学利用率受许多因素影响:如其它营养物质的存在及浓度,动物的生理健康状态和生产管理水平,日粮成分选择及日粮中营养物质的有效性。

钙磷的溶解度和利用率受不同来源的有机和无机钙磷的影响。植酸酶的使用也会改变磷的利用率。

为了配制能够让动物生长性能最优且成本最低的商业饲料,对营养成分中可消化钙磷值的研究是必须的,尽管很复杂。

Angel指出大多数营养成分表和营养需要量都是基于有效磷(aP)或非植酸磷(nPP)提出的。有效磷和非植酸磷在定义上有区别:有效磷包括可吸收的无机磷和有机磷(包含能够被吸收的植酸磷),而非植酸磷排除了任何能被吸收的植酸磷,包含了任何不能被吸收的无机磷。

美国国家科学研究委员会(NRC)1984版的家禽营养物质需要量中用有效磷作为可消化磷值及磷需要量,而1994版中用的是非植酸磷作为可消化磷。两个版本中得出的磷需要量值所参考的研究文献几乎完全重合,磷的成分值和推荐需要量也非常相似。由此推断,NRC中也没有区分有效磷和非植酸磷。

令人感到惊讶的是:据Angel观察,在实际应用中,美国使用的常规饲料成分中有效磷和非植酸磷的都落在一个很相近的范围内。

有效磷值的确定要基于饲养试验的研究,因此很耗时且成本高。非植酸磷值能通过总磷(化学方法测定)减去植酸磷(在实验室通过化学方法测定)间接地获得。因此,非植酸磷值的获得更快,花费更少。但是非植酸磷忽略了可消化的植酸磷,包括了不能被消化的无机磷。

我们应该用有效磷值,非植酸磷值,还是(有可能的话)一个由科学家们提出的别的术语来表述?任何一个被选定的系统都应该提供磷需要量的平均值,同时还应包括最小值、最大值和标准误。

权衡了各种选择,Angel在她的文章中选择了用非植酸磷来呈现数据。

## 研究综述

Angel发现在综述营养需要量的文献时,往往很难,或几乎不可能理解有些已经发表的结果,在比较两个报告中的营养需要量时也遇到类似的情况。

Angel报道:“在任何形式的营养需要量的研究中,发表的文献中包含了某些对结果有很大影响的信息:如动物品种、品系、日龄;试验起始和结束体重;重复数和每个重复中鸡的只数;早期营养(尤其对有关钙、磷和维生素D的研究影响较大);蛋来源的种鸡群日龄;耗料量(特别是针对死亡率已经矫正过的);钙磷的配制和分析;维生素D、蛋白质、能量、脂肪、所有维生素和矿物质的配制;日粮营养成分;温度和光照制度;有可能的话还有光照强度;饲养栏的大小、饲养密度;实际死亡率和是否针对死亡率作出矫正后的数据;饲料配制及混合技术(例如:如果是基础日粮配制的话,基础日粮的水平如何?有什么物质被代替以及采用什么样的混合技术);任何饲料添加剂的使用(抗球虫药、抗生素、生长促进剂、益生菌、益生菌及其产品名、活性成分、包含物浓度等相关信息);使用的疫苗接种程序;环境因素(试验时期;试验现场的最高和最低温度;饲养试验是笼养还是平地散养,使用垫料的类型和是否为以前已用过的垫料)。”

## 营养需要量发布

Angel制作了一个综述表,收录了1992年以来发表的关于家禽钙磷需要量的研究。这个表分成4个生长时期,包括了参考文献、测定标准、品种、性别、日

龄、增重、钙磷需要值、磷来源和日粮主要成分等信息。

我已经将 Angel 的总结汇总成表 1，从表 1 可以看出大多数研究集中在公鸡和公母混合的雏鸡阶段（从孵出到 21 日龄）。没有针对母鸡在育雏期、生长期或者休药期的研究报道。

**表1 肉鸡钙磷需要量: 文献研究报道的平均值**

	-钙-		-非植酸磷-	
	% ± SD	mg/增重(g) ± SD	% ± SD	mg/增重(g) ± SD
<b>育雏期 (孵出至21日龄)</b>				
公鸡				
性能	0.89 ± 0.16	16.73 ± 4.50	0.35 ± 0.07	6.83 ± 2.80
骨骼矿化	0.89 ± 0.16	14.04 ± 4.73	0.39 ± 0.07	6.10 ± 1.82
母鸡				
-没找到相关数据-				
公母混合鸡				
性能	0.93 ± 0.20	15.43 ± 3.14	0.36 ± 0.11	5.84 ± 1.62
骨骼矿化	1.03 ± 0.20	16.81 ± 3.59	0.40 ± 0.04	6.52 ± 0.43
<b>生长期 (21-42日龄)</b>				
公鸡				
性能	0.83 ± 0.09	6.73 ± 2.32	0.30 ± 0.13	2.23 ± 0.78
骨骼矿化	0.82 ± 0.11	7.31 ± 2.88	0.31 ± 0.10	2.56 ± 1.43
母鸡				
-未找到相关数据-				
公母混合鸡				
-未找到相关数据-				
<b>育肥期</b>				
公鸡				
性能	0.60 ± 0.17	10.87 ± 4.04	0.11 ± 0.01	1.96 ± 0.40
骨骼矿化	0.72 ± 0.12	10.67 ± 4.82	0.16 ± 0.08	1.96 ± 0.40
母鸡				
性能	0.30	7.21	0.12	2.90
骨骼矿化	0.39	7.21	0.12	2.90
公母混合鸡				
性能	0.30	7.21	0.12*	2.90
骨骼矿化	0.39*	7.21	0.12*	2.90
<b>休药期 (49-63日龄)</b>				
公鸡				
性能	0.77 ± 0.04	13.58 ± 4.51	0.14 ± 0.08	6.08 ± 0.94
骨骼矿化	0.77 ± 0.04	13.71 ± 4.37	0.23 ± 0.07	17.93 ± 1.91
母鸡				
-未找到相关数据-				
公母混合鸡				
-未找到相关数据-				

\*个人交流。

Angel认为：“这个总结的数据资料需要仔细查看。只有育雏期和生长期公鸡的研究数据足够多，可以取其平均数”。对于母鸡来说，因为数据太少了，不能反映真实的需要量。

这个总结性的研究表明，日粮中磷的需要量（相对于日粮的百分率表示的），在育肥期和休药期显著下降。

## 研究结果

表2总结了 Angel 等人 2000 年到 2007 年的研究结果。此研究旨在确定最大骨骼矿化所需钙和非植酸磷的量。以玉米和豆粕为基础日粮，添加维生素 D<sub>3</sub>，平均添加量为 2500 IU（国际单位），喂食肉鸡。钙磷需要量是基于骨灰分中含量不发生显著变化，且是与 NRC（1994）或工业中规定的平均浓度相比较而言的。

**表2 用罗斯308肉公鸡获得最大骨骼矿化的非植酸磷需要量概要  
(Angel等, 2000年7月)**

体重 范围, g	饲料消耗 平均值, g	-钙-			-非植酸磷-		
		%	g	mg/增重(g)	%	g	mg/增重(g)
40-170	160	1.10	1.76	13.54	0.50	0.80	6.15
171-700	751	0.90	6.76	12.78	0.40	3.00	5.68
701-1,500	1,300	0.75	9.75	12.20	0.32	4.16	5.21
1,501-2,100	1,200	0.55	6.60	11.02	0.21	2.52	4.21
2,101-2,800	1,528	0.50	7.64	10.93	0.15	2.30	3.29
2,801-3,600	1,918	0.40	8.63	10.80	0.12	2.30	2.88

此研究表明无论是用占日粮的百分率还是以每增重 1 g 体重的 mg 数来表示，肉鸡对钙和非植酸磷的需要量都显著下降。体重在 171-700 g 范围之外的鸡对钙和非植酸磷的需要量在此研究中显著低于商品饲料通常添加的量。

骨骼是磷的动态储存库。如果日粮中磷的添加量低于需要量的话，肉鸡在育成后期后期生长中将会以牺牲骨骼完整度为代价来达到正常的生长速度。

什么样的骨骼完整度对防止骨骼损害造成加工损失是必需的呢？表3显示了 Angel 等人的研究结果，该研究的目的是为了确定不同的钙和非植酸磷水平对骨骼矿化和加工损失的影响。所有鸡从孵出到 8 日龄期间都同样地饲喂含 1.2% 钙和 0.55% 非植酸磷的育雏前期饲料；在 8-18 日龄期间都同样地饲喂含 0.9% 钙和 0.45% 非植酸磷的育雏期饲料。

在生长期、育肥期和休药期，各分为对照、中-高、中-低、低-中和低-低五个处理组，表 3 显示了各处理组的钙和植酸磷水平。

日粮处理水平对最终体重（44 天）、饲料消耗、料重比或死亡率没有影响。

不同处理组的骨灰分不同。对照组的骨灰分最高（49.8%），中-高、中-低和低-中组（分别为 48.3%，48.1% 和 47.5%）与对照组相似，低-低处理组（46.9%）

的骨灰分最低。

**表3 钙磷水平对肉鸡加工损失的影响**

阶段/处理	钙, %	非植酸磷, %
育雏前期, 孵出至8日龄	1.20	0.55
育雏期, 8-18日龄	0.90	0.45
生长期, 18-30日龄		
对照组	0.90	0.35
中-高组	0.80	0.32
中-低组	0.80	0.32
低-中组	0.60	0.25
低-低组	0.40	0.12
育肥期, 30-36日龄		
对照组	0.90	0.35
中-高组	0.60	0.25
中-低组	0.50	0.17
低-中组	0.40	0.12
低-低组	0.40	0.12
休药期, 36-44日龄		
对照组	0.80	0.30
中-高组	0.40	0.12
中-低组	0.40	0.12
低-中组	0.40	0.12
低-低组	0.40	0.12

对损伤进行矫正后的胴体率仅在低-低处理组显著低于其它组。总体上, 低-低处理组的低等级胴体率 (12.5%) 最高, 而对照组仅为 3.5%, 所有其它处理组的低等级胴体率介于前两者之间, 与对照组或低-低组相比都没有显著差异。

根据 Angel 的研究: 腿骨灰分和低等级胴体之间存在强相关性 (低等级胴体率 =  $91.53 - 1.7685 \times$  腿骨灰分百分数;  $r^2 = 0.701$ ), 低等级胴体与非植酸磷之间也存在强相关性 (低等级胴体率 =  $17.2435 - 0.847 \times$  非植酸磷;  $r^2 = 0.552$ ), 甚至以栏为试验单位时结果也是如此。

Angel 表示基于非植酸磷消耗或骨矿化来预测加工损失的研究将有助于饲料行业更好地决定添加什么水平的磷到饲料日粮中。

#### 产蛋鸡

根据 Angel 的报道, 有关蛋鸡钙磷需要量的研究文献比肉鸡少得多。

在所有鸡品种中, 蛋鸡行业通常添加比磷需要量多得多的磷, 这主要是担心蛋壳矿化不完全和骨骼畸形导致产蛋少、发病率高, 进而影响动物福利、鸡蛋产量和死亡率。

每只产蛋鸡每天饲喂 350-450 mg 非植酸磷的情况很常见，而最近的研究表明这个添加量几乎是其需要量的两倍。

Angel 综述了很多最近发表的有关蛋鸡钙磷需要量的文献，发现这些文献所报道的钙磷需要量值变化很大：有效磷值从 0.10% 到 0.32%，每只产蛋鸡每天消耗的磷从 0.14 g 到 0.40 g。

## 结语

Angel 提到了 1 篇特别的文献，其中详细描述了当前对肉鸡和蛋鸡磷需要量的认知水平，有关磷需要量的测定问题，磷成分值和磷需要量的表述术语。

澳大利亚家禽科学学术会的会议议程以及这篇由三个表格和 63 篇参考文献组成的 17 页的文章在下面这个网址里都可以找到：[www.sydney.edu.au/vetscience/apss](http://www.sydney.edu.au/vetscience/apss)

磷是家禽饲料最贵的营养成分之一。Angel 指出，即使再过许多年，我们仍然得不到极其严格的对照研究结果来指导商品饲料的配制应用。其中主要的障碍就是：将传统的磷可消化率的测定方法应用于所有商品化饲料成分的测定，需要巨大的花费和努力。

Angel 正在制定一个评估方案，用以评估标准化回肠可消化率技术作为替代方法的可行性（个人观点交流）。

目前的信息表明某些肉鸡饲料（育肥期和休药期）和蛋鸡饲料中磷的需要量可以显著减少。

大多数商业配方师想看到更多证据，才愿意冒这个险。但是，这是降低成本的好机会，他们至少应该尝试降低可消化磷的含量（不过这可能需要慢慢来）。