

上海富朗特动物保健有限公司专栏——维生素营养(四)

肉种鸡的维生素 D₃ 需要量

俞明月 译自《Poultry Science》Vol.85(2006):674-692

常石校

摘要:本研究以 25~66 周龄的 Ross 肉种鸡为试验对象,在无紫外光照射的环境中,检测不同维生素 D₃ 摄入量对于母鸡每日产蛋量、孵化率、子代雏鸡初生重、入孵种蛋胚胎发育各阶段死亡率(早期:入孵 1~10 d;中期:入孵 11~15 d;后期:入孵 16~21 d)、蛋重、蛋比重、1 日龄雏鸡躯体灰分含量等的影响。母鸡从 25~66 周龄分别饲喂 5 个浓度水平的维生素 D₃ (每千克饲料的含量分别为:125 IU、250 IU、500 IU、1 000 IU 和 2 000 IU)。另加一组母鸡在 36 周前饲喂不添加维生素 D₃ 的饲料,36 周后开始饲喂添加维生素 D₃ 4 000 IU/kg 的饲料。预测母鸡每日产蛋量最大值相对应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期和高峰后分别为 1 424 IU/kg 和 2 804 IU/kg。预测孵化率最大值相对应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期和高峰后分别为 1 390 IU/kg 和 2 708 IU/kg。早期胚胎死亡率最小相对应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期值 1 288 IU/kg,然而高峰后未见显著的影响。胚胎中期死亡率最小相对应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期和高峰后分别为 1 130 IU/kg 和 2 568 IU/kg,以及胚胎后期死亡率最小相应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期和高峰后分别为 1 393 IU/kg 和 2 756 IU/kg。蛋重最大相应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期 1 182 IU/kg,比重最大相应的维生素 D₃ 水平,产蛋高峰期 1 337 IU/kg,高峰后大于 2 000 IU/kg。1 日龄雏鸡躯体灰分含量最大相应的维生素 D₃ 水平 >2 000 IU/kg。27~36 周龄的母鸡(每千克饲料提供维生素 D₃ 水平分别为 0、125、250、500、1 000 和 2 000 IU)从原始设计试验得到的数据分析显示,肉种鸡母鸡饲料需要维生素 D₃ 约 1 400 IU/kg。37~66 周龄母鸡的试验,包括提供维生素 D₃ 水平 0 至 4 000 IU/kg 的不同饲料,高峰后修正设计得到的数据分析显示,饲料需要维生素 D₃ 约 2 800 IU/kg。

关键词:肉种鸡;需要量;维生素 D₃

1 引言

维生素 D₃ 或其活性代谢产物(1,25-二羟胆钙化醇)参与肠道 Ca 和 P 的吸收、骨骼矿质化(骨骼形成)和脱矿质化(骨动员)以及肾脏对 Ca 和 P 的吸收。

因为尚未有研究报道肉种鸡母鸡的维生素 D₃ 需求量,美国国家研究委员会(NRC,1994)为读者提供了蛋用种鸡的维生素 D 需求量参考值。依据 NRC(1994)建议,白壳蛋蛋用种鸡的维生素 D₃ 需求量在每羽母鸡每天 100 g 采食量为每千克饲料 300 IU,这一数值转换成日需求量为每羽母鸡每天 30 IU 维生素 D₃。褐壳蛋母鸡在每羽母鸡每天 110 g 饲料的采食量时,维生素 D₃ 需求量估计为 33 IU/羽·d。各种书籍和商业指导手册推荐的肉种鸡日粮维生素 D₃ 用量从 500 IU/kg 到 3 500 IU/kg 不等。

研究表明,鸟类可从维生素预混料、内源性产物(紫外光照射下)以及动物副产品中获取维生素 D₃。Couch 等(1947)对新罕布什尔(New Hampshire)母鸡研究后发现,增加日粮的维生素 D₃ 含量(从 19、38 提高到 76 IU/kg)可增加产蛋量、提高孵化率、改善蛋的品质,并可降低胚胎死亡率。Abdulrahim 等(1979)对 26~34 周龄莱航鸡母鸡的研究表明,向维生素 D₃ 缺乏的日粮中添加维生素 D₃ (含量从 0、360 到 720 IU/kg)后,母鸡的产蛋量和孵化率都随之提高。

与其他所有维生素不同,维生素 D₃ 可以在暴露于紫外光下的皮肤中内源性地合成。多项研究显示,紫外光可以有效减少鸡的胫骨软骨发育不良和佝偻病。然而,在 20 世纪后半叶发展而来的饲养方法要求种鸡母鸡饲养环境中几乎无可检测到的紫外光。因此,绝大部分存在于鸡蛋中的维生素 D₃ 只能从饲料摄入。

还有文献记载,出雏时雏鸡体内维生素 D₃ 含量会影响肉鸡对日粮维生素 D₃ 的需求量。Mattila 等(1999)指出,家禽饲料的维

生素 D₃ 含量与蛋黄的维生素 D₃ 及 25-OH-D₃ 含量呈正相关。Murphy 等(1936)和 Bethke 等(1936b)报道,给母鸡提供的维生素 D₃ 和暴露在阳光下会影响子代的骨骼钙化以及胚胎的矿物质组成。Edwards(1995)报道了母鸡日粮维生素 D₃ 含量对用维生素 D₃ 含量为 50、100、150 和 200 IU/kg 的玉米-豆粕型日粮饲喂的子代雏鸡体重和骨骼灰分的影响。这些结果显示,当母鸡日粮只含 500 IU/kg 的维生素 D₃ 时,仔鸡采食含 200 IU/kg 维生素 D₃ 的日粮后不能取得最大生长速度或最高的骨骼灰分含量。然而,当母鸡日粮含 2 000 IU/kg 的维生素 D₃ 时,仔鸡即使采食维生素 D₃ 水平极低的日粮后仍可达到高水平的生长速度和骨骼灰分含量。

本试验目的在于确定肉种鸡母鸡取得最大生产性能所需的维生素 D₃ 需求量。利用本试验母鸡所产子代雏鸡,分析母鸡饲料维生素 D₃ 含量与其子代的生产性能、胫骨软骨发育不良的发生率和基本健康情况的相关性。

2 材料和方法

取 510 羽肉种鸡母鸡(Ross 508)和 62 羽公鸡(Ross 344),利用含 1 100 IU/kg 维生素 D₃ 的玉米-豆粕型日粮饲喂至 24 周龄。23 周龄称重后,淘汰 10%较重的和 10%较轻的母鸡,留下 360 羽母鸡和 36 羽公鸡,并随机分入 18 个平养鸡栏(2.4 m × 3.6 m)中,组成 18 个试验组,每组 20 羽母鸡、2 羽公鸡。

试验期间无紫外光照射,按 Ross 鸡种饲养手册要求进行光照、提供室温和进行免疫接种。

日粮维生素 D₃ 浓度设 6 个浓度水平,从 25~66 周龄分别为每千克饲料含 0、125、250、500、1 000 和 2 000 IU,其中 0 IU/kg 日粮组自 36 周龄起改为 4 000 IU/kg。

由 3 个鸡栏(每栏 20 羽母鸡和 2 羽公鸡)组成一个处理组。

公母比例按 Ross 公司的种鸡管理手册要求配备。

维生素预混物中不含维生素 D₃ 及其它维生素 D 源, 玉米-小麦次粉-豆粕型基础日粮不含动物副产品, 以保证日粮中无任何维生素 D₃ 代谢产物(表 1)。

表1 试验日粮组成

组分	含量
玉米	43.05
小麦次粉	30.00
大豆粉(粗蛋白48.5%)	16.79
石灰石	6.76
磷酸钙	1.38
豆油	1.00
盐(NaCl)	0.40
维生素预混料 ¹	0.25
矿物质预混料 ²	0.08
DL-蛋氨酸	0.24
维生素预混料(莫能霉素60%) ³	0.05
总计	100.00
计算值 ⁴	
粗蛋白(%)	16.87
代谢能(kcal/kg)	2.489
Ca(%)	3.10
总磷(%)	0.74
非植酸磷(%)	0.40

注: 1 维生素预混料提供如下成分(每千克日粮中): 维生素A(反式视黄醇乙酸酯)5500 IU, 维生素E(全消旋生育酚乙酸酯)11 IU, 核黄素(B₂)4.4 mg, 泛酸钙 12 mg, 盐酸吡哆醇(B₆)4.0 mg, 尼克酸 44 mg, 叶酸 3 mg, 生物素 0.3 mg, 磷酸胆碱(B₅)2.2 mg, 维生素B₁₂(钴胺素)0.01 mg, 硫酸氢钠甲萘醌复合体 1.1 mg, 氯化胆碱 220 mg, 乙氧喹 125 mg。
2 矿物质预混料提供如下成分(每千克日粮中): 锰(MnSO₄·H₂O)60 mg, 铁(FeSO₄·7H₂O)30 mg, 锌(ZnO)50 mg, 铜(CuSO₄·5H₂O)5 mg, 碘(二碘化乙二胺)1.5 mg, 硒 0.3 mg。
3 莫能霉素钠盐 66.15 mg/kg(Elanco动物保健公司 IN)
4 美国国家研究委员会(NRC 1994)

母鸡和公鸡用各自的喂料器饲喂, 每月一次每只公鸡另外口服 18 380 IU 的维生素 D₃。

每天集蛋 1 次, 并在 17℃ 下保存。每周按试验组和鸡栏进行孵化。前后共孵出 40 批雏鸡。每隔两个星期检查一次某一指定日期收集的所有种蛋的蛋重(EW)和蛋比重(SG)。在 3 个不同产蛋时期(42、58 和 65 周龄), 从每鸡栏中随机各选择 2 羽 1 日龄雏鸡, 扑杀, 置于各自独立的坩埚, 烘干, 并在高温烘炉(600℃)过夜灰化, 以检测身体灰分。

孵化率以受精蛋为基数进行计算。将未出雏的蛋打开, 以确定胚胎中期死亡率(11~15 d; MEM)、胚胎后期死亡率(16~21 d; LEM)和破壳期死亡率。

3 结果

在 36 周龄时, 日粮维生素 D₃ 浓度为 0、125、250、500、1 000 和 2 000 IU/kg 的各个试验组死亡母鸡数分别为 9、2、2、1 和 0。日粮维生素 D₃ 水平从 0 IU/kg 到 4 000 IU/kg 的改变降低了产蛋母鸡的死亡率, 提高了饲料消耗量, 并在 2 周内提高了生产性能。

3.1 母鸡日产蛋量

整个试验期间, 当日粮维生素 D₃ 含量达到最高或最低时, 试验母鸡的每日产蛋百分率(Hen Day Egg Production, HDEP)分别达到最高和最低(图 1)。除了不添加维生素 D₃ 的日粮组母鸡在较低日龄就达到最大的 HDEP 外, 其它所有日粮组母鸡大约在 31 周龄时达到最高的 HDEP。在 31 周龄时, HDEP 对不同的日粮维生素 D₃ 浓度呈线性反应($P < 0.0001$)。在 31 周龄以前未见到日粮维

生素 D₃ 对 HDEP 的影响。此结果表明, 饲喂低水平维生素 D₃ 的母鸡经过 6 周时间后, 其体内维生素 D₃ 储备出现不足, 降至开始影响产蛋率的缺乏水平。在 36 周龄时将日粮维生素 D₃ 添加水平从 0 IU/kg 提高到 4 000 IU/kg, 在 2 周内母鸡的 HDEP 就达到了最高水平。在 56 周龄后, 与维生素 D₃ 浓度最高的日粮组相比, 维生素 D₃ 浓度最低的日粮组母鸡 HDEP 下降更快(图 1)。

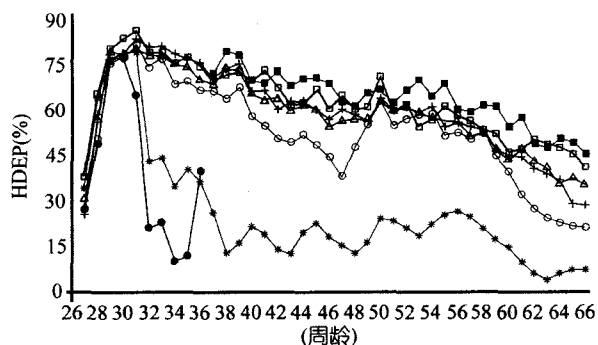


图1 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种母鸡每日产蛋量(HDEP)的影响

在产蛋高峰期, 可观察到维生素 D₃ 和周龄在 HDEP 上存在显著的相互作用。这表明, 随着试验的进行, 要达到最高的 HDEP, 日粮中含不同浓度的维生素 D₃ 是必要的(图 2)。在日粮维生素 D₃ 含量为 1 424 IU/kg 和年龄为 32 周龄时, 母鸡可达到预测的最大 HDEP 值, 此值对应于图 2 中椭圆图的中央。因此, 经多因子回归分析, 要达到预测的最大 HDEP 值(91%), 产蛋高峰期所需的维生素 D₃ 浓度至 32 周龄时为 1 424 IU/kg。在产蛋高峰后, 维生素 D₃ 和母鸡周龄在 HDEP 上未能观察到显著的相互作用。在这种情况下, 使用了单因子回归(二阶)来寻找预测的最高 HDEP 反应所需的日粮维生素 D₃ 浓度。能使产蛋母鸡取得最大 HDEP 值的日粮维生素 D₃ 浓度是 2 804 IU/kg(图 3A)。尽管维生素 D₃ 对周龄的回归系数不显著, 但通过多因子回归分析表明, 当母鸡年龄为 38 周龄、日粮维生素 D₃ 浓度为 2 811 IU/kg 时 HDEP 可达到最高预测值。产蛋高峰后的 HDEP 最高预测值所需的维生素 D₃ 浓度在两个模型中几乎完全相同。

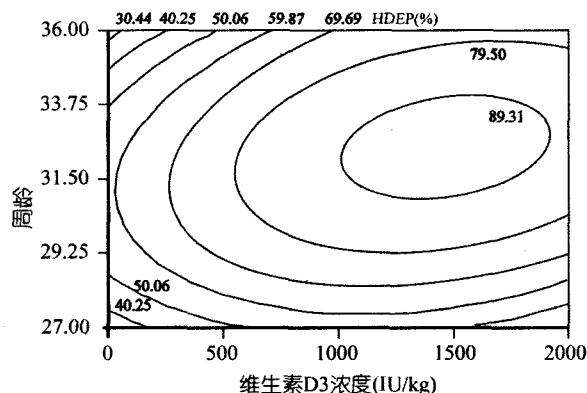


图2 产蛋高峰期肉种母鸡每日产蛋量(HDEP)受日粮维生素D₃浓度的影响(等值线图表)

另外, 结果显示, 在 HDEP 最大反应上, 产蛋高峰期的所需维生素 D₃ 浓度低于产蛋高峰后的所需值。用 4 个不同产蛋周的 HDEP 制成图例, 以此方法解释这些结果(图 3B)。34 和 36 周龄母

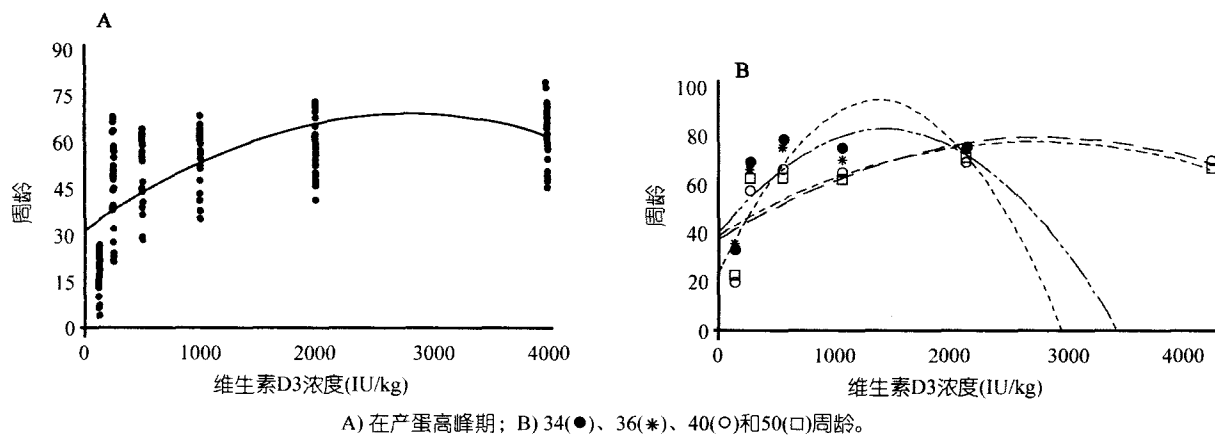


图3 日粮维生素D₃浓度对肉种鸡母鸡每日产蛋量(HDEP)的影响

鸡要达到预测的 HDEP 最高值, 其所需的日粮维生素 D₃ 浓度要低于 40 和 50 周龄时的值。图 3A 也显示了维生素 D₃ 和周龄之间存在着相互作用, 因为线条不是平行的。

3.2 孵化率

孵化率与 HDEP 的模式大致相同。再一次, 在日粮维生素 D₃ 的供应量为最高和最低时, 分别观察到试验母鸡分别获得了最高和最低孵化率(图 4)。29 周龄时, 孵化率对日粮维生素 D₃ 浓度呈线性反应 ($P < 0.0004$)。此结果表明, 孵化率受不同 D₃ 浓度的影响要早于 HDEP。36 周龄时, 日粮维生素 D₃ 浓度从 0 IU/kg 提高到 4000 IU/kg 后的 2 周之内, 该日粮组母鸡所产种蛋的孵化率达到最高值。在试验的后期, 2 个日粮维生素 D₃ 浓度最低的日粮处理组 (125 和 250 IU/kg) 种蛋孵化率下降速度比其他日粮处理组快(图 4)。

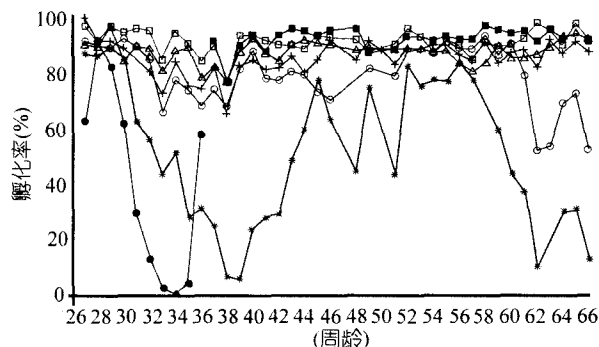


图4 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种鸡母鸡所产蛋孵化率的影响

在产蛋高峰期和高峰后, 都可观察到日粮维生素 D₃ 浓度与母鸡周龄间存在显著的相互作用(图 5)。等值线图显示预测的拐点在一个鞍点上, 而不是真正的最大值。鞍点并没有适合模型的唯一最大值或最小值, 因为最大值位于一个区域内而不是在一个确定的点(固定点)上。当最大值或最小值出现在一个鞍点上时, 就需要作进一步的研究以寻找一个独一无二的最大值。为了寻找预测最大值反应的维生素 D₃ 浓度, 使用了单因子回归分析(二阶), 结果最大孵化率的日粮维生素 D₃ 浓度为 1 390 IU/kg。图 6 说明了产蛋高峰后日粮维生素 D₃ 和周龄的相互作用及达到最大孵化率时维生素 D₃ 和周龄的组合方式。52 周龄时达到最大孵化率的日粮维生素 D₃ 浓度为 2 708 IU/kg。

最低日粮维生素 D₃ 浓度处理组内各处理间的差异高于最高

维生素 D₃ 浓度处理组内各重复间的差异。表 3 中较高的 SEM(孵化率)表示不同处理组间变异上的差别。

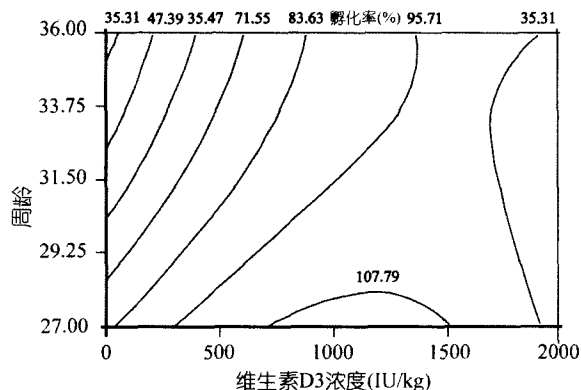


图5 日粮维生素D₃浓度对产蛋高峰期肉种鸡母鸡所产蛋孵化率的影响(等值线图表)

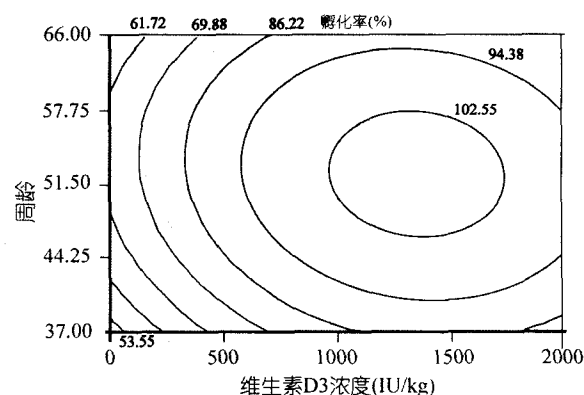


图6 日粮维生素D₃浓度对产蛋高峰后期肉种鸡母鸡所产蛋孵化率的影响(等值线图表)

3.3 胚胎早期死亡(EEM)

在产蛋高峰期, 可见到日粮维生素 D₃ 与周龄在 EEM 上存在显著的相互作用; 然而, 产蛋高峰后, 未见到日粮维生素 D₃ 的影响。32~36 周龄, 饲喂最低日粮维生素 D₃ 浓度的母鸡可见到最高的 EEM。最小 EEM 位于一个鞍点上, 因此经采用二阶单因子回归分析发现, 最低 EEM 的日粮维生素 D₃ 浓度为 1 288 IU/kg(图 7)。

3.4 胚胎中期死亡(MEM)

在产蛋高峰期和高峰后, 可观察到日粮维生素 D₃ 与周龄

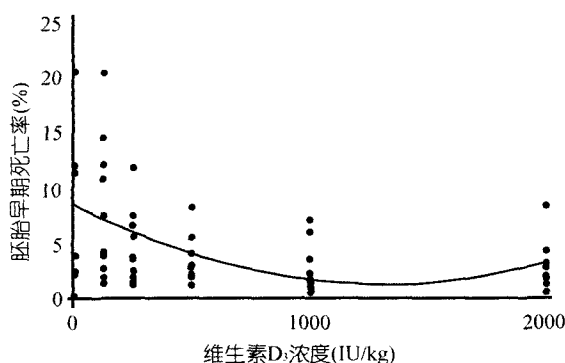


图7 日粮维生素D₃浓度对肉种鸡母鸡所产蛋胚胎早期死亡率(EDM)的影响

在MEM上存在显著的相互作用(图8);维生素D₃浓度为0 IU/kg和125 IU/kg的处理组母鸡测得的MEM最高值,尤其在31~41周龄期间情况更严重(图8)。在产蛋高峰期和高峰期后,预测最小MEM值的日粮维生素D₃浓度分别为29周龄时1130 IU/kg和52周龄时2568 IU/kg。除了进行多重因子回归分析外,还进行了单因子回归分析。产蛋高峰期和高峰期后最低MEM对应的维生素D₃浓度分别为1393和2759 IU/kg。

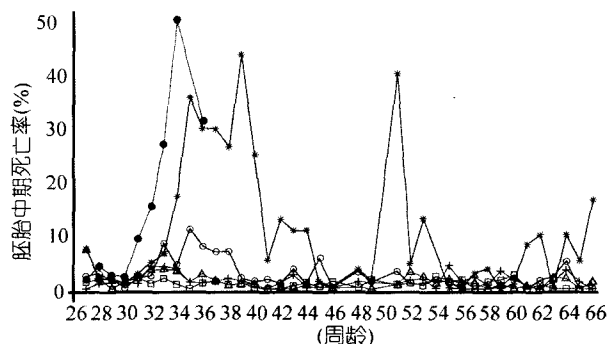


图8 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种鸡母鸡入孵蛋胚胎中期死亡率的影响

3.5 胚胎后期死亡(LEM)

同样,含最低和最高维生素D₃浓度的日粮处理组母鸡分别产生了最高和最低的LEM,除了51~58周龄期间日粮维生素D₃浓度几乎不影响LEM(图9)。在产蛋高峰期,可观察到日粮维生素D₃和母鸡周龄在LEM上存在相互作用。然而,最低LEM值位于一个鞍点。通过单因子回归分析发现,最低LEM值对应的维生素D₃浓度为1393 IU/kg。在产蛋高峰期后,维生素D₃和周龄间的相互作用不显著($P=0.5115$)。然而,通过多因子回归和单因子回归(二阶)分析发现,所需的维生素D₃浓度分别为2756和2759 IU/kg。饲喂含最低维生素D₃浓度的日粮的母鸡,同一处理组各重复间的差异高于饲喂最高维生素D₃浓度的日粮组母鸡(图6中的SEM说明了此现象)。

3.6 后代的体重

在产蛋高峰期和高峰期后,未观察到日粮维生素D₃浓度与母鸡周龄在子代初生重上的显著相互作用(表2)。在这两个产蛋期,提高日粮维生素D₃浓度并未能对子代体重产生线性或二次效应。周龄是唯一的显著作用因子,随着母鸡周龄的增加,后代的体重随之增加。

3.7 蛋重(EW)

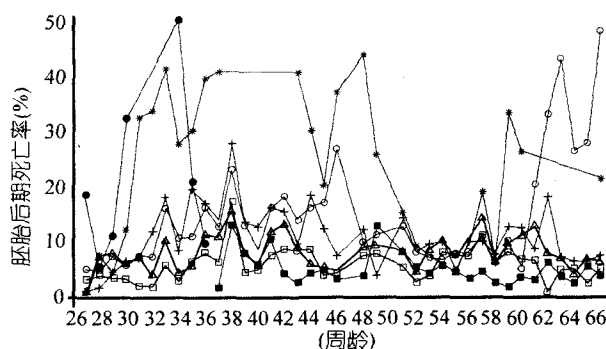


图9 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种鸡母鸡入孵蛋胚胎后期死亡率的影响

在产蛋高峰期,D₃和周龄在蛋重上存在显著的相互作用。然而,预测的拐点在一个鞍点上。通过单因子回归(二阶),最大EW预测的维生素D₃浓度为1182 IU/kg(图10)。在产蛋高峰后,维生素D₃和周龄在蛋重上未存在显著的相互作用,不同维生素D₃浓度对蛋重也没有线性或二次效应。

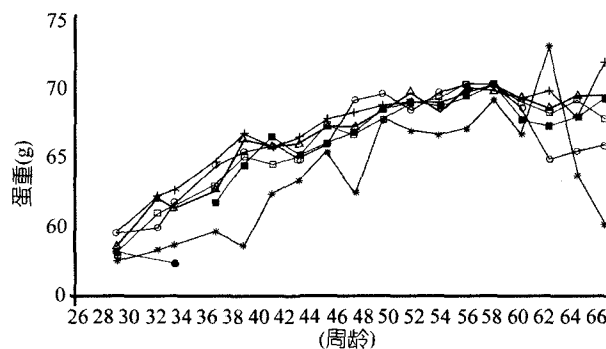


图10 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种鸡母鸡所产蛋的蛋重的影响

3.8 蛋比重(SG)

一般而言,饲喂最低维生素D₃浓度的母鸡所产蛋的比重较饲喂最高维生素D₃浓度的母鸡所产蛋低(图11)。在产蛋高峰期,维生素D₃和母鸡周龄在蛋比重上存在显著的相互作用;然而,预测的最大值拐点在一个鞍点上。通过单因子回归(二阶),在产蛋高峰期,最大SG值对应的日粮维生素D₃浓度为1337 IU/kg。在高峰期后,维生素D₃和母鸡周龄的回归系数不显著;然而,高峰期后维生素D₃的主因作用非常显著。SG与不同维生素D₃浓度间呈线性关系。一阶单因子回归分析得到的线性影响显示,2000和4000 IU/kg之间的某个值是最大SG所必需的。

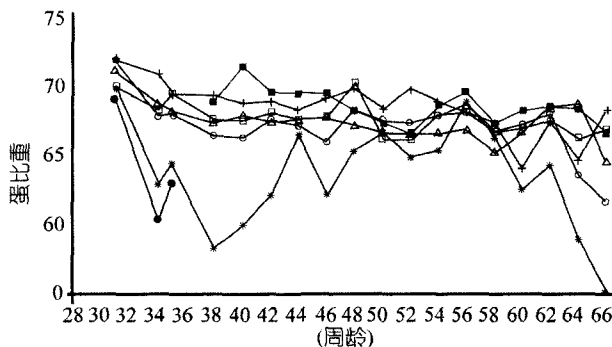


图11 日粮维生素D₃浓度对27~66周龄肉种鸡母鸡所产蛋比重的影响

表 2 27~66 周龄肉种鸡母鸡在不同日粮维生素 D₃ 浓度下子代初生体重平均值和回归系数

周龄	维生素 D ₃ (IU/kg)						
	0 IU/kg	125 IU/kg	250 IU/kg	500 IU/kg	1 000 IU/kg	2 000 IU/kg	4 000 IU/kg
27~31 周龄	37.53±0.57(14)	36.08±0.40(15)	36.88±0.42(15)	37.15±0.52(15)	38.00±0.51(14)	37.21±0.44(15)	
32~36 周龄	40.65±0.68(8)	40.07±0.69(15)	40.21±0.43(15)	40.36±0.30(15)	40.93±1.07(15)	42.15±1.31(15)	
37~41 周龄		41.11±0.64(12)	41.64±0.27(15)	42.14±0.25(15)	41.56±0.33(15)	41.74±0.30(15)	41.94±0.33(15)
42~46 周龄		43.56±0.83(12)	44.16±0.53(15)	43.62±0.18(15)	43.56±0.31(15)	43.55±0.25(15)	43.94±0.15(15)
47~51 周龄		44.78±1.64(6)	43.69±0.65(7)	43.23±0.70(15)	43.25±0.68(8)	43.37±0.50(8)	43.79±0.70(8)
52~56 周龄		43.80±0.40(14)	44.27±0.35(15)	44.07±0.21(7)	44.33±0.34(15)	44.46±0.50(15)	44.49±0.26(15)
57~61 周龄		44.88±0.47(12)	44.13±0.71(15)	44.48±0.37(15)	44.74±0.17(15)	44.95±0.41(15)	44.03±0.33(15)
62~66 周龄		41.78±1.15(6)	44.31±0.44(15)	44.63±0.43(15)	44.25±0.38(15)	43.38±0.44(15)	43.48±0.24(15)
平均值	38.66±0.54(22)	41.63±0.39(92)	42.32±0.30(112)	42.40±0.27(112)	42.58±0.28(112)	42.55±0.31(115)	43.60±0.15(83)
		0~2 000 ² IU/kg(27~36 周 ³)		125~4 000 ² IU/kg(37~66 周 ³)		125~2 000 ² IU/kg(27~66 ³)	
		回归系数(P)	SE	回归系数(P)	SE	回归系数(P)	SE
截距		-28.282299 (0.2868)	24.593067	17.450786 (0.0001)	2.915502	11.878718 (0.0001)	1.534108
VD		-0.000459 (0.9035)	0.003028	0.000400 (0.8938)	0.000386	0.001843 (0.3475)	0.000724
VD×VD		-0.00000003 (0.9628)	0.0000005	-0.0000000 (0.9098)	0.00000005	-0.0000003 (0.6259)	0.0000002
周龄		3.457026 (0.0288)	1.567018	0.954557 (0.0001)	0.115056	1.164386 (0.0001)	0.067409
周龄×周龄		-0.044088 (0.0775)	0.024821	-0.008431 (0.0001)	0.001116	-0.010422 (0.0001)	0.000719
VD×周龄		0.000035 (0.6956)	0.000091	-0.000006 (0.2861)	0.000006	-0.000019 (0.0578)	0.000010
R ²		0.45		0.24		0.62	
最大值时周龄		48		56		54	
最大值时 VD		2 191		1 038		1 168	
预测最大值		51		44		44	
Root MS error		2.3759		1.6005		1.9644	
阶段	P > F ⁶	单因子回归方程式 ⁷		维生素 D ₃ (IU/kg)		(R ²)	
27~36 周	0.0624 (L)	Y= 38.87		—		—	
37~66 周	0.2780 (Q)	Y=43.61		—		—	

注: ¹ 观察平均值和观察 SEM。各个观察值数据附带提供。² 此分析不包括饲喂 4 000 IU/kg 维生素 D₃ 的母鸡。³ 母鸡周龄。⁴ 此分析不包括 27~36 周收集的数据。⁵ 此分析不包括饲喂 0 和 4 000 IU/kg 维生素 D₃ 的母鸡。⁶ L = 线性效应; Q = 二次效应。⁷ x = 维生素 D₃ 含量, Y = 胚胎后期死亡率

3.9 子代躯体灰分含量

在子代躯体灰分含量上存在着日粮维生素 D₃ 浓度和蛋鸡周龄间的显著交互效应。然而,预测拐点在一个鞍点上(表 3),但不是真正的最大值。饲喂最低维生素 D₃ 浓度的母鸡所产雏鸡的躯体灰分含量低于饲喂最高维生素 D₃ 浓度的母鸡所产雏鸡。雏鸡的躯体灰分含量随着母鸡周龄的增加而呈线性增加(P<0.0016)。母鸡在 42 周龄时,所产雏鸡躯体灰分含量是 779 mg; 58 周龄时,为 781 mg;65 周龄时,达至 820 mg。当周龄越大,所产蛋也越大,但是产蛋量则下降。更大的蛋可以含有更多的营养成分而使孵出的小鸡更强壮。饲喂最低维生素 D₃ 浓度的母鸡所产子代的骨骼灰分含量,在同一个处理组各重复之间的差异高于饲喂最高维生素 D₃ 浓度的母鸡所产子代(表 3 中的 SEM 较高)。子代获得最高躯体灰分含量的母鸡日粮维生素 D₃ 浓度在 2 000 ~

4 000 IU/kg 之间。

试验期间未观察到日粮维生素 D₃ 浓度对受精率和喙壳蛋的数量上的影响(数据未给出)。

表 4 汇总了在产蛋高峰期和高峰期后两个不同阶段和不同性状的每千克日粮的维生素 D₃ 估测需要量。

4 结论

在实验任何时候,维生素 D₃ 对于受精率、破壳蛋数量或子代体重都没有可见影响。这些结果暗示所有维生素 D₃ 浓度都满足受精率、破壳蛋和后代的体重的需要量。

日粮维生素 D₃ 浓度与母鸡周龄对产蛋高峰期和高峰期后的孵化率、胚胎中期死亡率(MEM)和子代躯体灰分含量都存在着显著的相互作用;而对每日产蛋量(HDEP)、胚胎早期(EEM)和后期

表 3 27~66 周龄肉种鸡母鸡在不同日粮维生素 D₃ 浓度下每日产蛋量平均值和回归系数

日粮维生素 D ₃ 含量						
周龄	125 IU/kg	250 IU/kg	500 IU/kg	1000 IU/kg	2000 IU/kg	4000 IU/kg
42 周	649 ± 8 (2)	710 ± 41 (3)	794 ± 17 (3)	804 ± 22 (3)	839 ± 32 (3)	824 ± 7 (3)
58 周	686 ± 56 (2)	793 ± 12 (3)	774 ± 6 (3)	776 ± 21 (3)	795 ± 14 (3)	829 ± 4 (3)
65 周	809 ± 25 (2)	840 ± 14 (3)	825 ± 23 (3)	785 ± 20 (3)	811 ± 15 (3)	846 ± 14 (3)
平均值	727 ± 32 (6)	781 ± 23 (9)	799 ± 12 (9)	788 ± 12 (9)	815 ± 12 (9)	833 ± 6 (9)
	回归系数	SE	P			
截距	1240.227712	348.609251	0.0009			
VD	0.101955	0.034279	0.0016			
VD × VD	0.000007	0.000004	0.0570			
周龄	22.369230	13.506568	0.1045			
周龄 × 周龄	0.238445	0.127127	0.0671			
VD × 周龄	0.000970	0.000499	0.0584			
R ²	0.38					
最大值时周龄	SP ²					
最大值时 VD	SP					
预测最大值	SP					
Root MS error	47.1377					
阶段	P > F ³	单因子回归方程式 ⁴		D3 (IU/kg)		(R ²)
42 至 65 周	0.0001	Y = 768.7535079 + 0.0181072x		2000		0.19
42 周	0.0002(L)	Y = 737.6427279 + 0.0297053x		2000		0.31
58 周	0.0014(L)	Y = 753.0807789 + 0.0200905x		2000		0.33
65 周	0.6345(L)	Y = 820		—		—

注: ¹ 观察平均值和观察 SEM。各个观察值数据附带提供。² SP=鞍点(无最佳值)³ L= 线性效应。⁴ x = D₃ 含量; Y = 后代的身体灰分

(LEM)死亡率、蛋重(EW)和蛋比重(SG),只在产蛋高峰期存在着显著的交互作用。这些相互作用表明,随着试验的进行,为了达到各性状的最大值或最小值,在日粮中提供不同含量的维生素 D₃ 是必需的。

总的来说,饲喂含高浓度维生素 D₃ 日粮的母鸡比饲喂低浓度维生素 D₃ 日粮的母鸡有着较高的产蛋量、孵化率、蛋重(EW)、蛋比重(SG)和子代躯体灰分含量以及较低的胚胎死亡率。这表明了日粮维生素 D₃ 在改善肉种鸡母鸡生产性能上具有重要的作用。

某些性状比另一些较早地受到日粮维生素 D₃ 的影响。这表明,从母鸡被饲喂低浓度维生素 D₃ 试验日粮开始动用体内储存的维生素 D₃ 到消耗完,需要 5~6 周时间。

在 51~60 周龄左右,日粮维生素 D₃ 浓度对种蛋孵化率、胚胎中期(MEM)和后期(LEM)死亡率以及蛋比重(SG)的影响都在减弱。

总体上,在所研究的大多数性能指标上,饲喂最低浓度维生素 D₃ 的母鸡在同一试验处理组内各重复实验之间的变异性都比饲喂最高浓度维生素 D₃ 的试验组母鸡大。结果显示,接受最低浓度维生素 D₃ 处理的母鸡所表现出的反应不是一致的。

不同的测量指标在最高和最低反应值时对维生素 D₃ 有不同的需求量,并且产蛋高峰期的需求量较高峰后低(表 4)。

当肉种鸡母鸡能接受阳光照射或饲料中包含动物副产品时,需求量会比本实验所得的数据低。

具有比本研究中更高或更低的产蛋量的肉种鸡母鸡,对于维生素 D₃ 的需求量也会相应地稍高或稍低一些。因此,要产更多的

表 4 在不同性状对维生素 D₃ 需求量的估值

性状	母鸡周龄	
	26~36 周维生素 D ₃ 浓度 (0~2000 IU/kg)	37~66 周维生素 D ₃ 浓度 (125~4000 IU/kg)
母鸡日产蛋量	1424 ¹	2804 ²
孵化率	1390 ²	2708 ¹
早期胚胎死亡率	1288 ²	足够 ³
中期胚胎死亡率	1130 ¹	2568 ¹
晚期胚胎死亡率	1393 ²	2759 ²
蛋重	1182 ²	2269 ²
比重	1337 ²	2000 ⁴
后代身体灰分	无样品 ⁵	2000 ⁴

注: ¹ 多重因子回归技术。² 第二顺序回归。³ 所有浓度都足够。⁴ 第一顺序回归。⁵ 未在此周龄下取样。?

蛋,就要更高的 D₃ 输出,相应地,就是更高的 D₃ 需求量。

从实验的原始设计(在 27 至 36 周龄提供 0, 125, 250, 500, 1000 和 2000 IU/kg 的处理)得到的数据分析,肉种鸡母鸡对 D₃ 的需求量接近 1400 IU/kg。从修正实验的数据分析,即 37 至 66 周龄下,包含 D₃ 从 0 IU/kg 改成 4000 IU/kg 的处理组,得到 D₃ 的需求量可能约为 2800 IU/kg。

原题名: The Vitamin D₃ Requirement of Broiler Breeders(英文)

原作者: A. Atencio, H. M. Edwards Jr., G. M. Pesti, G. O. Ware