

## 饲料锌和钙水平对产蛋鸡生产性能、血液生化指标和组织中锌含量的影响

单安山 王安 许振英

(东北农学院)

### 摘 要

试验在玉米-豆饼型基础饲料中(含锌29.2ppm)添加不同水平锌和钙研究了饲料锌和钙水平对蛋用型鸡产蛋期生产性能、血液生化指标和组织中锌含量的影响。结果表明: 1. 仅喂未加锌的基础饲料的试验鸡开产晚( $P < 0.05$ ), 产蛋率低( $P < 0.05$ )、蛋重小( $P < 0.05$ )、产蛋量少( $P < 0.01$ )、饲料利用效率差( $P < 0.01$ )、破壳率高( $P < 0.01$ )。饲料加锌1000ppm与加锌40ppm对照相比, 生产性能无显著差异。饲料高钙对产蛋鸡生产性能无不良影响。2. 血清碱性磷酸酶活性随饲料加锌水平的提高而显著提高( $P < 0.01$ ), 但不受饲料钙水平显著影响( $P > 0.05$ )。饲料加锌1000ppm使血清总蛋白含量( $P < 0.01$ )、血清白蛋白和球蛋白含量( $P < 0.05$ )显著降低。饲料高钙使血清总蛋白含量( $P < 0.01$ )和白蛋白含量( $P < 0.05$ )显著降低, 而球蛋白含量不受影响( $P > 0.05$ )。3. 随饲料加锌水平的提高, 肝脏( $P < 0.01$ )、胰脏( $P < 0.01$ )和胫骨( $P < 0.01$ )中锌含量大幅度升高; 血液( $P < 0.01$ )、肾脏( $P < 0.01$ )和肺脏( $P < 0.05$ )中锌含量升高幅度较小; 而输卵管( $P > 0.05$ )、心脏( $P > 0.05$ )和肌肉( $P > 0.05$ )中锌含量无显著变化。饲料高钙使肝脏( $P < 0.05$ )和肌肉( $P < 0.01$ )中锌含量显著降低, 对其它器官无显著影响( $P > 0.05$ )。

**关键词** 锌, 钙, 产蛋鸡

### 引 言

鸡对锌的营养需要虽然低于其它动物<sup>[1]</sup>, 但长期采用全植物性玉米-豆饼型饲料有无添加外源锌的必要并未得到试验的严格证明。前人大量的研究表明, 植物性饲料不利于动物对锌的利用, 所以采用植物性饲料时动物对锌的需要量要高一些, 特别当饲料的钙含量高于正常水平时, 因钙也是影响锌利用的一个重要因素<sup>[2,3]</sup>。这方面本室曾报道过蛋用型鸡育雏期<sup>[4]</sup>和后备期<sup>[5]</sup>的结果, 本文报告了产蛋期的结果。

### 材 料 与 方 法

**一、试验动物** 接承生长后备期(20周龄)<sup>[5]</sup>屠宰后剩余试验鸡每组随机取6只(每处理24只)转入产蛋鸡笼内, 继续接受产蛋期饲料处理。试验期从140日龄到500日龄。

**二、试验饲料** 基础饲料配方见表1。

● 本研究为国家自然科学基金资助项目。

●● 本文于1989年8月14日收稿。

三、试验设计 试验采用(2×3)×4设计,在基础饲粮中添加不同水平钙和/或锌(ZnO)成6种试验饲粮(见表2)。每处理有4组重复,每组6只鸡。

表1 基础饲粮组成与营养成分

| 饲粮组成 % | 玉米             | 豆饼          | 麦麸       | 食盐       | 蛋氨酸        | 磷酸氢钙 | 石灰石 | 砂石① | 多维②   | 混微③ | 合计  |
|--------|----------------|-------------|----------|----------|------------|------|-----|-----|-------|-----|-----|
|        | 65             | 20          | 2.15     | 0.37     | 0.065      | 1.3  | 7   | 4   | 0.015 | 0.1 | 100 |
| 营养成分   | 代谢能<br>(兆卡/千克) | 粗蛋白质<br>(%) | 钙<br>(%) | 磷<br>(%) | 锌<br>(ppm) |      |     |     |       |     |     |
|        | 2.75           | 14.5        | 3.12     | 0.55     | 29.2       |      |     |     |       |     |     |

① 高钙组以等量石灰石取代砂石。② 多种维生素成分(每克含): V<sub>A</sub>54000IU, V<sub>D</sub><sub>3</sub>10800IU, V<sub>E</sub>15IU, V<sub>K</sub><sub>3</sub>5毫克, V<sub>B</sub><sub>1</sub>2毫克, V<sub>P</sub><sub>2</sub>15毫克, V<sub>B</sub><sub>3</sub>25毫克, V<sub>PP</sub>30毫克, V<sub>B</sub><sub>12</sub>0.003毫克, 叶酸0.5毫克, 胆碱100毫克。③ 混合微量元素成分(克/千克): MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 172, KI 0.47, CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.487, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 16.2, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 400, Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>0.21, 淀粉加到1000。

表2 试验设计

| 处 理        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 饲粮钙含量(%)   | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 4.70 | 4.70 | 4.70 |
| 饲粮加锌量(ppm) | 0    | 40   | 1000 | 0    | 40   | 1000 |

四、饲养方式 采用笼养,自由采食与饮水。光照从21周龄开始每周增加日光照1小时,到每日光照达16小时为止。每日记录产蛋量、蛋重、产蛋率,每周记录采食量和饲粮产蛋效率。

五、样品制备 在满57周龄(400日龄)时,每组随机取两只鸡(每处理8只鸡)屠宰,取血液、肝脏和其它内脏器官。血液样品分为两部分(用不同试管接取),一部分用于测定锌的含量,另一部分制取血清,用于测定碱性磷酸酶活性和蛋白含量。肝脏等内脏器官制成风干样,胫骨制成灰分样,用于测定锌的含量。

六 样品测定方法 血清碱性磷酸酶活性的测定采用改良鲍氏法<sup>[6]</sup>,血清总蛋白、白蛋白和球蛋白含量的测定采用双缩脲法和盐析法<sup>[7]</sup>,所用仪器是岛津UV-120-02型紫外分光光度计。样品中锌含量的测定采用原子吸收分光光度法<sup>[8]</sup>,所用仪器是岛津AA-650型原子吸收分光光度计。

七、数据统计方法 试验数据采用二因方差分析进行显著性测定,如处理效应显著(P<0.05),采用Duncan氏法进行多重比较。统计过程在PC-1500型袖珍计算机上运行。

## 结 果

### 一、生产性能

从21周龄到500日龄生产性能总的结果列入表3。从中看出,饲粮加锌使产蛋率(P<0.05)、蛋重(P<0.05)、鸡日产蛋量(P<0.01)和饲料利用效率(P<0.01)显著提高,未加锌时鸡开产晚(P<0.05)、而破壳率(P<0.01)升高。这些表现随试验期延长愈趋明显。饲粮加锌1000ppm与加锌40ppm对照相比,生产性能无显著差异。

表3 饲料钙和钙含量对产蛋鸡(140~500日龄)生产性能的影响

| 钙(%)<br>锌(ppm)  | 3.12                     |                            |                          | 4.70                       |                             |                            |
|-----------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                 | 0                        | 40                         | 1000                     | 0                          | 40                          | 1000                       |
| 开产日龄(天)*        | 166.0±3.40 <sup>a</sup>  | 151.0±5.82 <sup>b</sup>    | 154.5±1.04 <sup>b</sup>  | 157.0±2.16 <sup>a,b</sup>  | 152.3±3.33 <sup>b</sup>     | 155.8±0.75 <sup>b</sup>    |
| 产蛋率((%)         | 64.1±1.82 <sup>b</sup>   | 71.0±1.54 <sup>a,b</sup>   | 70.4±2.03 <sup>a,b</sup> | 65.0±2.86 <sup>a,b</sup>   | 69.9±1.86 <sup>a,b</sup>    | 71.2±2.92 <sup>a</sup>     |
| 蛋重(克)           | 54.1±0.80 <sup>b</sup>   | 54.8±0.37 <sup>a,b</sup>   | 56.2±0.67 <sup>a</sup>   | 53.8±0.58 <sup>b</sup>     | 54.6±0.32 <sup>a,b</sup>    | 54.6±0.68 <sup>a,b</sup>   |
| 鸡日产蛋量(克)        | 34.62±0.83 <sup>c</sup>  | 38.93±0.79 <sup>a</sup>    | 39.56±1.28 <sup>a</sup>  | 35.01±1.71 <sup>b,c</sup>  | 38.12±0.87 <sup>a,b,c</sup> | 38.96±1.58 <sup>a,b</sup>  |
| 蛋壳率(%)          | 4.68±0.70 <sup>a,b</sup> | 2.52±0.59 <sup>b,c</sup>   | 1.99±0.38 <sup>c</sup>   | 6.16±1.19 <sup>a</sup>     | 3.58±0.89 <sup>a,b,c</sup>  | 1.80±0.68 <sup>c</sup>     |
| 鸡日采食量(克)        | 101.49±1.52              | 99.63±0.70                 | 100±2.85                 | 97.55±0.99                 | 98.38±1.21                  | 101.0±1.38                 |
| 饲料利用效率(产蛋量/采食量) | 0.342±0.009 <sup>c</sup> | 0.391±0.007 <sup>a,b</sup> | 0.395±0.004 <sup>a</sup> | 0.358±0.015 <sup>b,c</sup> | 0.388±0.013 <sup>a,b</sup>  | 0.386±0.014 <sup>a,b</sup> |

注: 1. \*产蛋率达到50%的日龄 2. 表内数字为平均数±标准误, 同行数字字母相同者为差异不显著(P>0.05)。

表4 铜、锌和钙含量对产蛋鸡器官重量或长度的影响 (克或厘米/100克体重)

| 钙 (%)<br>锌 (ppm) | 3.12                         |                              |                              | 4.70                       |                              |                            |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
|                  | 0                            | 40                           | 1000                         | 0                          | 40                           | 1000                       |
| 肝 脏              | 2.44 ± 0.083                 | 2.35 ± 0.078                 | 2.32 ± 0.103                 | 2.47 ± 0.199               | 2.43 ± 0.070                 | 2.44 ± 0.132               |
| 胃 脏              | 0.676 ± 0.032 <sup>a</sup>   | 0.563 ± 0.025 <sup>b</sup>   | 0.600 ± 0.026 <sup>a b</sup> | 0.555 ± 0.032 <sup>b</sup> | 0.595 ± 0.027 <sup>a b</sup> | 0.541 ± 0.028 <sup>b</sup> |
| 肺 脏              | 0.529 ± 0.048 <sup>a</sup>   | 0.441 ± 0.021 <sup>b</sup>   | 0.441 ± 0.017 <sup>b</sup>   | 0.394 ± 0.011 <sup>b</sup> | 0.365 ± 0.018 <sup>b</sup>   | 0.422 ± 0.023 <sup>b</sup> |
| 胰 脏              | 0.211 ± 0.012 <sup>a</sup>   | 0.202 ± 0.027 <sup>a b</sup> | 0.185 ± 0.011 <sup>a b</sup> | 0.161 ± 0.007 <sup>b</sup> | 0.178 ± 0.004 <sup>a b</sup> | 0.165 ± 0.013 <sup>b</sup> |
| 心 脏              | 0.443 ± 0.023                | 0.390 ± 0.016                | 0.424 ± 0.016                | 0.370 ± 0.007              | 0.368 ± 0.016                | 0.420 ± 0.020              |
| 脾 脏              | 0.080 ± 0.009                | 0.069 ± 0.006                | 0.085 ± 0.009                | 0.088 ± 0.007              | 0.083 ± 0.012 <sup>b</sup>   | 0.084 ± 0.008              |
| 卵 巢              | 3.07 ± 0.19 <sup>a</sup>     | 2.92 ± 0.31 <sup>a</sup>     | 2.82 ± 0.12 <sup>a</sup>     | 2.43 ± 0.24 <sup>a b</sup> | 2.07 ± 0.20                  | 2.55 ± 0.31 <sup>a b</sup> |
| 胫骨 (重)           | 0.603 ± 0.022                | 0.588 ± 0.025                | 0.572 ± 0.018                | 0.557 ± 0.012              | 0.595 ± 0.014                | 0.569 ± 0.014              |
| (长)              | 0.747 ± 0.023 <sup>a b</sup> | 0.754 ± 0.025 <sup>a</sup>   | 0.763 ± 0.028 <sup>a</sup>   | 0.679 ± 0.008 <sup>b</sup> | 0.739 ± 0.025 <sup>a b</sup> | 0.767 ± 0.029 <sup>a</sup> |
| 输卵管 (重)          | 2.754 ± 0.139 <sup>a b</sup> | 2.872 ± 0.146 <sup>a b</sup> | 2.995 ± 0.134 <sup>a</sup>   | 2.396 ± 0.090 <sup>b</sup> | 2.877 ± 0.108 <sup>a b</sup> | 3.038 ± 0.319 <sup>a</sup> |
| (长)              | 3.122 ± 0.093 <sup>a b</sup> | 3.346 ± 0.104 <sup>a</sup>   | 3.431 ± 0.113 <sup>a</sup>   | 2.886 ± 0.089 <sup>b</sup> | 3.392 ± 0.113 <sup>a</sup>   | 3.444 ± 0.191 <sup>a</sup> |

注: 表内数字为平均数±标准误, 同行数字字母相同为差异不显著 (P &gt; 0.05)。

表5 饲料钙和磷含量对产蛋鸡血液生化指标的影响

| 钙 (%)<br>磷 (ppm) | 3.12                     |                           |                           | 4.70                      |                          |                           |
|------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                  | 0                        | 40                        | 1000                      | 0                         | 40                       | 1000                      |
| 血清碱性磷酸酶活性 (国际单位) | 7.43 ± 0.20 <sup>b</sup> | 10.61 ± 0.22 <sup>a</sup> | 12.68 ± 0.57 <sup>a</sup> | 7.39 ± 0.70 <sup>b</sup>  | 7.90 ± 0.81 <sup>b</sup> | 12.55 ± 1.12 <sup>a</sup> |
| 血清总蛋白含量 (%)      | 4.92 ± 0.06 <sup>a</sup> | 4.94 ± 0.05 <sup>a</sup>  | 3.82 ± 0.21 <sup>bc</sup> | 4.17 ± 0.12 <sup>b</sup>  | 4.77 ± 0.13 <sup>a</sup> | 3.64 ± 0.20 <sup>c</sup>  |
| 血清白蛋白含量 (%)      | 2.47 ± 0.24 <sup>a</sup> | 2.20 ± 0.24 <sup>a</sup>  | 1.90 ± 0.15 <sup>bc</sup> | 1.86 ± 0.14 <sup>bc</sup> | 2.07 ± 0.05 <sup>a</sup> | 1.42 ± 0.18 <sup>c</sup>  |
| 血清球蛋白含量 (%)      | 2.22 ± 0.20 <sup>a</sup> | 2.24 ± 0.24 <sup>a</sup>  | 1.92 ± 0.12 <sup>b</sup>  | 2.31 ± 0.06 <sup>a</sup>  | 2.70 ± 0.12 <sup>a</sup> | 2.22 ± 0.15 <sup>a</sup>  |

注: 表内数字为平均数 ± 标准误, 同行数字字母相同者为差异不显著 ( $p > 0.05$ )。

表6 饲料钙和磷含量对产蛋鸡组织中钙含量的影响 (ppm)

| 钙 (%)<br>磷 (ppm) | 3.12                       |                            |                             | 4.70                       |                            |                             |
|------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                  | 0                          | 40                         | 1000                        | 0                          | 40                         | 1000                        |
| 血液 (钙样)          | 7.12 ± 0.29 <sup>b</sup>   | 7.23 ± 0.23 <sup>b</sup>   | 8.39 ± 0.48 <sup>a</sup>    | 7.07 ± 0.31 <sup>b</sup>   | 7.91 ± 0.25 <sup>a</sup>   | 8.79 ± 0.39 <sup>a</sup>    |
| 肝脏 (风干样)         | 87.78 ± 4.59 <sup>c</sup>  | 76.47 ± 4.02 <sup>c</sup>  | 607.15 ± 38.17 <sup>a</sup> | 73.28 ± 18.16 <sup>c</sup> | 91.11 ± 4.94 <sup>c</sup>  | 545.09 ± 24.33 <sup>b</sup> |
| 肾脏 (风干样)         | 80.23 ± 3.65 <sup>bc</sup> | 72.70 ± 2.61 <sup>c</sup>  | 82.72 ± 0.98 <sup>b</sup>   | 71.84 ± 2.19 <sup>c</sup>  | 77.05 ± 2.40 <sup>bc</sup> | 95.88 ± 3.62 <sup>a</sup>   |
| 脾脏 (风干样)         | 43.47 ± 1.29 <sup>a</sup>  | 42.49 ± 0.90 <sup>a</sup>  | 57.13 ± 4.72 <sup>a</sup>   | 42.15 ± 1.60 <sup>a</sup>  | 34.06 ± 10.06 <sup>b</sup> | 47.16 ± 1.45 <sup>a</sup>   |
| 胰脏 (风干样)         | 80.65 ± 2.39 <sup>b</sup>  | 76.27 ± 3.66 <sup>b</sup>  | 273.01 ± 13.08 <sup>a</sup> | 88.72 ± 5.92 <sup>b</sup>  | 87.16 ± 2.60 <sup>b</sup>  | 309.66 ± 29.69 <sup>a</sup> |
| 胫骨 (灰分样)         | 350.7 ± 7.79 <sup>b</sup>  | 398.2 ± 11.85 <sup>b</sup> | 597.3 ± 31.69 <sup>a</sup>  | 369.9 ± 22.15 <sup>b</sup> | 377.4 ± 17.9 <sup>b</sup>  | 547.18 ± 22.73 <sup>a</sup> |
| 输卵管 (风干样)        | 43.12 ± 5.19               | 52.94 ± 2.67               | 47.86 ± 4.57                | 54.48 ± 2.66               | 55.72 ± 6.52               | 52.32 ± 5.66                |
| 心脏 (风干样)         | 63.24 ± 2.09               | 62.49 ± 0.96               | 65.37 ± 0.64                | 63.86 ± 2.16               | 61.48 ± 1.74               | 59.88 ± 3.25                |
| 肌肉 (风干样)         | 18.36 ± 0.51 <sup>a</sup>  | 18.79 ± 0.88 <sup>a</sup>  | 18.57 ± 0.53 <sup>a</sup>   | 16.83 ± 0.18 <sup>c</sup>  | 16.94 ± 0.36 <sup>bc</sup> | 16.42 ± 0.52 <sup>c</sup>   |

注: 表内数字为平均数 ± 标准误, 同行数字字母相同者为差异不显著 ( $p > 0.05$ )。

饲料高钙对生产性能无不良影响 ( $P > 0.05$ )。

## 二、内脏器官重量(长度)

饲料未加锌时, 输卵管相对重量 ( $P < 0.05$ ) 和长度 ( $P < 0.01$ )、胫骨长度 ( $P < 0.05$ ) 显著降低。饲料高钙使卵巢重 ( $P < 0.01$ ) 和胰脏重 ( $P < 0.05$ ) 显著降低。肝脏、心脏和脾脏重不受饲料锌和钙水平影响(见表4)。

## 三、血液生化指标

随着饲料锌水平的提高, 血清碱性磷酸酶活性显著提高 ( $P < 0.01$ , 见表5), 饲料高钙对血清碱性磷酸酶活性没有显著影响 ( $P > 0.05$ )。饲料加锌1000ppm使血清总蛋白含量 ( $P < 0.01$ )、血清白蛋白含量和球蛋白含量 ( $P < 0.05$ ) 显著降低。饲料高钙使血清总蛋白含量 ( $P < 0.01$ ) 和血清白蛋白含量 ( $P < 0.05$ ) 显著降低, 而血清球蛋白含量不受饲料高钙影响 ( $P > 0.05$ )。

## 四、组织中锌含量

不同的组织器官对饲料锌含量的反应并不一致(见表6)。饲料高锌时, 肝脏 ( $P < 0.01$ )、胰脏 ( $P < 0.01$ ) 和胫骨 ( $P < 0.01$ ) 中锌含量大幅度升高, 血液 ( $P < 0.01$ )、肾脏 ( $P < 0.01$ ) 和肺脏 ( $P < 0.05$ ) 中锌含量升高幅度较小, 而输卵管 ( $P > 0.05$ )、心脏 ( $P > 0.05$ ) 和肌肉 ( $P > 0.05$ ) 中锌含量无显著变化。值得注意的是未加锌时有些组织中锌含量与加锌40ppm对照相比并未降低或稍有升高的趋势(如胰脏和肺脏)。饲料高钙使肝脏 ( $P < 0.05$ ) 和肌肉 ( $P < 0.01$ ) 中锌含量显著降低, 对其它组织无显著影响 ( $P > 0.05$ )。

# 讨 论

长期饲用全植物性玉米-豆饼型饲料(含锌约为30ppm), 虽然在生长期未出现缺锌的明显临床症状<sup>[4,5]</sup>, 但到产蛋期对产蛋性能已有明显的不良影响(见表3)。饲料未加锌在生长期的主要反应是繁殖器官发育变慢<sup>[6]</sup>, 以至导致产蛋期开产日龄延迟1~2周, 这些即是影响以后产蛋性能的前兆。产蛋高峰以后, 未加锌试验鸡出现了一些缺锌的临床症状, 这进一步肯定了基础饲料中锌含量不能满足产蛋鸡长期需要的结论。蛋鸡生产的目的是生产鸡蛋, 本试验表明, 采用全植物性玉米-豆饼型基础饲料而未加外源锌的试验鸡全期产蛋量与加锌40ppm相比较, 前者约下降了10%。按40ppm锌添加, 每只鸡全期需外加氧化锌约2克(1.7克锌), 可增加产蛋量1.4千克, 用2克氧化锌换取1.4千克鸡蛋在经济上无疑是合算的。

鉴于上述考虑, 对全植物性玉米-豆饼型基础饲料锌的需要量(包括基础饲料含量+添加量), 从产蛋鸡营养代谢与生产经济角度考虑, 建议为70ppm。显然比美国NRC标准(50ppm)<sup>[9]</sup>要高一些。

血液生化指标的变化能更敏感地反映鸡的锌营养代谢状况, 特别是血清碱性磷酸酶的活性。试验结果表明, 饲料未加锌时各生理时期血清碱性磷酸酶活性都明显降低, 这与前人的结果是一致的。

胰脏对饲料高锌含量反应敏感已有报道, 本试验发现肝脏和胫骨也很敏感, 其它器官较不敏感, 这反映了不同的组织器官在锌代谢与利用上的差异。有些器官中锌含量在

饲料未加锌时并未降低(肝脏和肾脏),或稍有升高(胰脏和肺脏),其主要原因可能因未加锌鸡产蛋量减少,使吸收的锌贮留增多,在体内发生不均匀分配的结果。

饲料高钙对蛋用型鸡锌利用的不良影响,在幼龄时期比较明显<sup>[4]</sup>,在产蛋期本试验未发现明显影响,这方面前人的研究都是用幼龄鸡、而用产蛋鸡的试验尚无报道。饲料高钙对锌利用的影响表现在不同生理时期的差异,也许与蛋用型鸡的生长特性和代谢类型有关。蛋用型鸡后期生长缓慢,到产蛋期对高钙具有特殊的适应性,因而掩盖了高钙对锌的干扰作用。

### 参 考 文 献

- [1] 单安山, 1987, 微量元素锌的生物学功能和鸡对锌的营养需要。东北农学院学报, 3: 265~274。
- [2] Heth, D.A., et al., 1966. Effects of calcium, phosphorus and zinc on zinc-65 absorption and Turnover in rat fed semipurified diets. J. Nutr., 88: 331~337.
- [3] Morrison, A.B., and H.P. Sarett, 1958. Studies of zinc deficiency in the chick. J. Nutr., 65: 267~280.
- [4] 王引等, 1989, 高钙对雏鸡锌利用的影响。东北农学院学报, 1: 55~62。
- [5] 王安等, 1989, 饲料锌和钙水平对蛋用型鸡后备期生长性能、血液生化指标和组织中锌含量的影响。东北农学院学报, 2: 246~253。
- [6] 吴其华, 1979, 血清碱性磷酸酶简易测定法。中华医学检验杂志, 2: 3~5。
- [7] 上海医学化验所主编, 1987, 临床生化检验(上册), 31~45。上海科学技术出版社。
- [8] 邓勃, 1981, 原子吸收分光光度法, 208~296。北京, 清华大学出版社。
- [9] NRC: Nutrient Requirements of Poultry (8th ed). Washington, D.C.: National Academy Press, 1984, P12.

### EFFECTS OF DIETARY ZINC AND CALCIUM LEVEL ON PERFORMANCE, BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETER AND ZINC CONTENT IN TISSUES OF THE LAYER

Shan Anshan, Wang An and Xu Zhenying  
(Northeast Agricultural College, Harbin, China)

#### Abstract

The effects of dietary zinc and calcium level on performance, blood biochemical parameters and zinc contents in tissues of the layer were studied with corn-soy basal diet marginally deficient in zinc ( $\approx 30$ -ppm). Performance of the layer was obviously bettered with dietary supplementation of zinc. High level of zinc (1000ppm) and calcium had no ill effects on performance. Serum alkaline phosphatase activity was significantly increased with the increase of dietary zinc level, but was not effected by high level of dietary calcium. Dietary zinc level had much effect on zinc contents in liver, pancreas and tibia, but had little effect in other organs. Zinc contents in liver and muscle were significantly decreased by high level of dietary calcium.

**Key words** Zinc, Calcium, Layer