

鸡体不同部位磷含量分布及其相关性分析

唐春红¹, 李学科^{1,2}, 张春晖², 王春青², 李侠², 李银²

(1. 重庆工商大学环境与生物工程学院, 重庆 400067) (2. 中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193)

摘要: 本试验选取三黄鸡为试验对象, 采用钼蓝比色法测定鸡体不同部位的总磷、游离磷酸盐和磷脂类磷含量, 并对其分布差异性及各部位间磷含量相关性进行分析, 为不同部位原料肉在加工过程中磷添加剂的使用提供参考。结果表明, 鸡体不同部位的磷含量存在显著差异($P < 0.05$)。肉中总磷含量范围为 0.97~7.08 g/kg, 胸肉平均含量最高; 肉中游离磷酸盐含量范围为 300.73~3784.51 mg/kg, 磷脂类磷含量范围为 361.23~1998.87 mg/kg。内脏总磷含量范围为 4.67~7.85 g/kg, 脾脏平均含量最高; 游离磷酸盐和磷脂类磷含量肝脏最高。全血总磷、血清无机磷和血清磷脂含量分别为 222.14 mg/dL、8.41 mg/dL 和 8.26 mg/dL。胫骨总磷含量为 114.5 g/kg, 鸡骨无机磷含量较低。鸡体各部位间都存在着一定的相关性, 且含磷水平较高, 这将限制肉制品加工过程中含磷添加剂的使用。不同部位磷含量存在显著性差异, 这决定了加工过程中含磷添加剂的使用空间不尽相同。

关键词: 总磷; 游离磷酸盐; 磷脂类; 含量分布; 相关性

文章编号: 1673-9078(2015)12-400-405

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.12.059

Distribution of Phosphorus Content in Different Body Parts in Hens and Its Correlation Analysis

TANG Chun-hong¹, LI Xue-ke^{1,2}, ZHANG Chun-hui², WANG Chun-qing², LI Xia², LI Yin²

(1. College of Environmental and Biological Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China) (2. Institute of Agro-Products Processing Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: Phosphate content in different body parts of San Huang chickens was evaluated by the molybdenum blue colorimetric method to obtain differences in distribution and to identify correlations between phosphate content and the different body parts of the hen for the use of phosphorus-containing additives in raw poultry meat. The indices included total phosphorus (TP), free phosphate (FP), and phospholipid (PL). The results showed significant differences in phosphate content among different body parts of the hen ($P < 0.05$). TP content was in the range of 0.97 to 7.08 g/kg in chicken, with highest average content in the breast region. FP content ranged from 300.73 to 3784.51 mg/kg, and PL content ranged from 361.23 to 1998.87 mg/kg. TP content in the viscera was in the range of 4.67 to 7.85 g/kg, with the highest TP content in the spleen and the highest FP and PL content of all viscera in the liver. TP values in whole blood, serum phosphate, and serum phospholipid were 222.14, 8.41, and 8.26 mg/dL, respectively. TP content of the tibia was 114.5 g/kg, and FP content was low in all hen bones. Phosphate content was higher and showed significant correlations in the different body parts of the hen. The high phosphate levels indicate limiting the overall use of phosphorus-containing additives in meat product processing, whereas significant differences in phosphate content in different body parts of the hen indicate that different amounts of P-containing additives should be used during processing.

Key words: total phosphate; free phosphate; phospholipid; content distribution; correlation

磷在动物体内具有重要的生理功能, 是许多器官的重要组成部分, 并参与各种能量代谢^[1]。近年来许多研究通过改进饲料来提高磷的有效利用率, 造成动物体

收稿日期: 2014-12-23

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2012BAD29B03)

作者简介: 唐春红 (1965-), 女, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 农副产品资源化利用研究

通讯作者: 张春晖 (1971-), 男, 研究员, 博士生导师, 研究方向: 肉类科学研究

内磷的积累, 这可能导致肉品中磷含量越来越高, 并有可能影响人体健康^[2]。所以, 了解鸡体含磷水平以及磷在各个部位的分布状况, 对于鸡体不同部位在加工过程中磷添加剂的合理使用具有重要意义。磷酸盐作为最广泛的食物添加剂, 对肉品质改良起着重要作用。但是, 当人体摄入磷酸盐达到最大允许值 (0.5%) 的食品时, 短期内可能会导致腹痛与腹泻, 长期将导致人体骨骼钙化增大^[2], 所以必须控制食品中磷酸盐含量。食品法典委员会 (CAC) 以及欧美等国

家都明确规定了肉制品中的磷酸盐限量, 而我国自2006年取消了肉中的磷酸盐指标, 自此国内有关磷酸盐过量使用危害等方面的研究报道越来越少, 而由于饲养方式等导致的动物体内磷含量较高的现象已越来越明显。据臧明伍等调研结果显示^[3], 2005年至2010年生肉中的磷酸盐已经远远超出0.1%的本底含量, 生肉中磷酸盐含量高, 变化范围大, 给肉制品加工过程中磷酸盐的限量工作造成一定的障碍。近年来很多研究热衷于提高含磷饲料的生物学效价, 这将减小磷排泄对环境的污染, 却无疑会提高动物体的含磷水平。动物体内磷含量过高或过低不仅会影响其肉制品品质, 还会导致机体钙磷比失衡, 继而引发各种并发症^[4]。Pablo^[5]也曾报道了高磷会导致心血管疾病并影响骨质发育, 甚至会出现慢性肾病。因此高磷摄入对动物体成长以及人体健康都会带来不利影响。目前, 我国对肉制品加工过程中磷酸盐研究主要集中于品质改良方面, 而肉品原料中内源磷的种类与分布方面的研究却未见报道。本试验选取三黄鸡作为试验对象, 考察当下饲养环境, 鸡体的内源磷酸盐水平及在各不同部位中的分布状况, 以期为不同部位原料肉在加工过程中磷添加剂的合理使用提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 试验材料

供试对象三黄鸡均来自北京市某养鸡场, 采用同种饲料进行散养, 按活鸡体重随机取样, 测定样本量为5只, 活重均约为2.0 kg, 饲养日龄均为70~90 d。采用动脉放血宰杀, 取血样待测, 浸烫退毛后取出内脏置于冰冷的生理盐水(4℃)中漂洗, 除去血液, 滤纸拭干。然后进行分割, 分割部位有鸡头、鸡脖、鸡皮、皮下脂肪、胸肉、里脊、鸡腿、大腿、鸡爪、鸡尾、翅尖、翅中及翅根, 样品储存于-80℃待测。并分离鸡骨, 包括胫骨、股骨和胸骨, 剥净软组织后粉碎, 储存于-80℃待测。

1.1.2 主要试剂

试验所用试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

分光光度计 T6, 新世纪北京普析通用仪器有限公司; 玻璃砂芯过滤装置 M-50, 上海上博玻璃仪器有限公司; 抽滤装置 SHZ-IIIID, 上海知信实验仪器技术有限公司; 组织匀浆机 7012G, 美国 WARING 公司; KQ-500B 型超声波清洗器, 昆山市超声仪器有限

公司; 电热板 ML, 北京中兴伟业仪器有限公司; 离心机 LXJ-IIIB, 上海安亭科学仪器厂。

1.3 试验方法

1.3.1 总磷

参照 GB/T 5009.87-2003, 采用分光光度法微改后测定总磷含量。消化处理参照 GB/T 9695.4-2009 湿式消化法, 其中, 鸡骨消化参照 GB/T 9695.4-2009 干灰化法。

1.3.2 游离磷酸盐

1.3.2.1 游离磷酸盐测定

参照 Martin Dušek^[1]和张迎阳等^[6]的方法略改后进行。称取均匀试样 1~2 g 置于 50 mL 具塞试管中, 加入约 40 mL 蒸馏水在超声波中水浴(50℃)摇匀 30 min, 冷却后定容, 然后至离心机 3000 r/min 离心 10 min 后过滤, 滤液再经 0.45 μm 滤膜抽滤。吸取最终滤液 25 mL 于三角瓶中进行消化, 各加混酸 10 mL (HNO₃:H₂O₂=4:1), 消化方法同 1.3.1。待消化完全后将溶液冷却, 加水赶酸, 转移至 25 mL 容量瓶中定容。测定时准确吸取待测液 2~5 mL 进行测定, 其它过程同 1.3.1。试样中游离磷酸盐计算式为:

$$X = \frac{3.07 \times 50 \times m_1}{mV}$$

式中: X 为试样中游离磷酸盐(以 PO₄³⁻计)含量, 单位为 mg/kg; m₁ 为标准曲线中查得试样磷的质量, 单位为 μg; m 为称取的试样质量, 单位为 g; V 为测定用试样消化液体积, 单位为 mL; 3.07, P 换算成 PO₄³⁻的系数。

1.3.2.2 血清无机磷测定

参考 E. Baginski^[7]以及医学磷钼蓝检测法略加修改。取血清 0.2 mL 于三角瓶中, 加入 10% 三氯醋酸 (TCA) 9.8 mL, 混合后静置 5 min 过滤待测。磷标准管、样品管以空白管中均加 1.0 mL 钼酸铵溶液和 0.5 mL 氯化亚锡溶液后, 于室温中静置 10 min, 在 660 nm 波长进行比色, 记录吸光度分别为 A_标、A_样。血清无机磷计算式为:

$$X = \frac{A_{样} \times 0.04 \times 4 \times 100}{A_{标} \times 0.08}$$

式中: X 为每 100 mL 血清中无机磷的含量, 单位为 mg/dL; 0.04, 磷标准液浓度为 0.04 mg/mL; 4, 样品管所取血滤液量, 单位为 mL; 0.08, 相当于血清量, 单位为 mL。

1.3.3 磷脂类磷

1.3.3.1 磷脂类磷的测定

肉中磷脂类磷采用经典 CM 法^[8]提取磷脂后转为无机磷测定。取肉样 1~2 g, 加 10 mL 甲醇用组织捣碎机(12000 r/min)匀浆 1 min, 然后加入 20 mL 氯仿,

再匀浆 2 min, 提取液经 G1 砂蕊漏斗过滤, 组织残留物用 30 mL CM(2:1)混合剂匀浆 3 min, 再过滤, 并用 20 mL 氯仿和 10 mL 甲醇依次冲洗过滤的组织残留物, 合并每次过滤后的溶液。将滤液用蒸发皿蒸干、炭化待烟冒尽后, 至马弗炉 550±20 °C 灰化 2~3 h 至试样为灰白色, 灰化好的试样用 1.25 mL 1:1 盐酸溶液溶解后, 移入 25 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容后待测。另取不加试样的 CM 同法制备空白消化液。测定采用钼蓝比色法, 同 1.3.1。

1.3.3.2 血清磷脂的测定

参照《中华医学检验全书》^[9]。在具塞试管底加入血清 0.1 mL, 加入无水乙醇与乙醚 (3:1) 的混合液 2.4 mL。加塞密封, 将试管横卧固定在振荡器上摇 10 min, 室温放置 10 min 后, 再充分振摇混合, 然后 3000 rpm 离心 5 min。

吸取抽提液 1 mL 至消化管中, 在沸水浴上将溶剂挥发至干, 然后加入消化液 0.2 mL (浓硫酸和高氯酸)。另取标准管及空白管, 分别加入消化液 0.2 mL, 在标准管中再加入磷标准液 0.1 mL。之后消化测定管、标准管及空白管, 测定管先变棕黑色、迅速变清后, 即可从电炉上取下。冷却后各管内分别加入显色剂 2 mL (含钼酸铵、无水乙酸钠及抗坏血酸), 放在 60~70 °C 水浴中 10 min, 待冷后在 700 nm 波长下, 以空白调零, 读取各管吸光度读数。测定管的磷脂含量

按下式计算:

$$\text{血清磷脂类磷浓度 (mg/dL)} = \frac{A_{\text{样}} \times C \times 0.1 \times 100}{A_{\text{标}} \times 0.04} = \frac{A_{\text{样}}}{A_{\text{标}}} \times 250 \times C$$

式中: C, 磷标准液浓度, 单位为 mg/mL; 0.04, 相当于吸取的血清量, 单位为 mL; 0.1, 标准管磷标准液吸取量, 单位为 mL。

1.4 统计分析

采用 Excel 和 SPSS 19.0 软件进行统计分析, 显著差异性检验采用 Duncan 法, 相关性分析采用 Pearson 分析。试验结果未特殊说明的均为 3 次以上重复, 结果表示为“平均值±标准差”(Mean±SD), 并使用多重检验进行分析。

2 结果与讨论

2.1 鸡体不同部位磷含量分布

2.1.1 肉中磷含量分布

肉本身所含的磷酸盐即总磷主要以蛋白磷和游离磷酸盐形式存在, 且以游离磷酸盐居多^[1]。有机磷中磷脂作为重要的生命基础物质, 是组成生物膜的主要成分。试验分别对鸡胸肉等 13 个部位的总磷、游离磷酸盐和磷脂类磷进行测定分析, 测定结果列于表 1。

表 1 鸡体各部位的磷含量

Table 1 Phosphate content in the different parts of the hen

部位	总磷/(g/kg)	游离磷酸盐/(mg/kg)	磷脂类磷/(mg/kg)	游离磷酸盐占总磷比/%
胸肉	7.08±0.41 ^s	3270.71±458.29 ^e	1998.86±23.82 ^j	46.33±7.49 ^{cde}
里脊	7.06±0.30 ^e	3784.51±389.83 ^f	1747.87±121.8 ^{li}	53.82±7.71 ^{ef}
鸡腿	5.82±0.15 ^f	3310.84±270.72 ^e	1258.19±73.66 ^e	56.98±5.31 ^f
大腿	5.89±0.38 ^f	3303.10±313.30 ^e	1681.43±21.57 ^{hi}	56.01±3.28 ^{ef}
鸡脖	4.71±0.13 ^e	1830.78±408.43 ^c	1375.05±215.86 ^{ef}	38.81±8.08 ^{bc}
鸡爪	1.80±0.13 ^b	531.04±18.13 ^a	1435.55±42.90 ^{le}	29.72±3.15 ^{ab}
鸡皮	1.89±0.13 ^b	421.33±13.28 ^a	651.94±55.87 ^b	22.36±1.47 ^a
脂肪	0.97±0.02 ^a	300.73±31.55 ^a	361.23±31.36 ^a	30.89±2.61 ^{ab}
鸡头	2.60±0.11 ^c	1586.48±64.72 ^c	716.21±77.75 ^b	61.04±3.86 ^f
鸡尾	2.83±0.42 ^c	1033.68±18.29 ^b	1095.73±45.92 ^d	37.09±5.58 ^{bc}
翅尖	2.19±0.18 ^b	1141.99±322.89 ^b	873.10±29.63 ^c	52.15±4.56 ^{def}
翅中	3.68±0.45 ^d	1898.38±60.63 ^c	1565.15±78.30 ^{gh}	52.17±6.19 ^{def}
翅根	5.69±0.05 ^f	2403.41±66.95 ^d	1486.69±82.24 ^{le}	42.27±1.15 ^{cd}

注: (1) 同一列不同字母表示显著性差异; (2) 总磷、游离磷酸盐和磷脂类磷均以 PO₄³⁻计, 下同。

从表 1 可看出, 同一鸡体, 不同部位磷含量分布不同。肉中总磷含量范围为 0.97~7.08 g/kg, 其中胸肉和里脊总磷含量最高, 其次为鸡腿。皮下脂肪总磷含量最低, 为 0.97 g/kg。鸡翅总磷含量范围为 2.19~5.69

g/kg, 其中翅尖、翅中和翅根差异显著(P<0.05)。鸡腿和胸肉中总磷含量已高达 5.82~7.08 g/kg, 原因可能是在家禽饲养过程中, 使用含磷量较高饲料所致。因为当日粮磷摄入量达到一定浓度时, 肌肉中磷酸盐水平

会随饲料中磷含量的增加而升高^[10]。从人体摄磷限量考虑,对肉制品加工是一种束缚,所以目前一味地通过优化饲料及改进饲养方法来增加磷有效利用率的作法仍值得深思。不同部位含磷水平差异显著($P<0.05$),所以不同部位磷添加剂的用量应当有所不同,而目前在肉品加工时不考虑部位差异,这势必会造成含磷较高部位加工后磷水平过高,以致影响肉质,甚至危害人体健康。所以在肉制品加工过程中应该区别部位进行加工。

肉中总磷主要以游离磷酸盐的形式存在,易溶于水,且宰杀后鸡肉中的生物大分子在代谢过程中还会水解产生无机磷酸盐,这将影响鸡肉中游离磷酸盐的含量^[1]。鸡肉游离磷酸盐含量范围为 300.73~3784.51 mg/kg,不同部位间存在显著差异($P<0.05$)。其中,里脊含量最高,鸡腿和鸡胸次之,皮下脂肪含量最低。鸡翅游离磷酸盐含量范围为 1141.99~2403.41 mg/kg,其中翅尖、翅中和翅根差异显著($P<0.05$)。从表 1 中游离磷酸盐占总磷比例可发现,游离磷酸盐占总磷比例范围为 22.36%~61.04%,说明肉中总磷主要以水溶性磷酸盐形式存在。

磷脂在维持正常的生理机能中起着非常重要的作用,其多存在于机体的内脏,肌肉中含量较少。然而, Mottram 等^[11]研究证实磷脂是肉品风味的前体物

质,肌内脂肪主要由总磷脂组成,因富含不饱和脂肪酸,极易被氧化,其氧化产物直接影响风味成分的组成。表 1 中可以看出,鸡肉磷脂类磷含量范围为 361.23~1998.87 mg/kg,不同部位间含量差异显著($P<0.05$),其中皮下脂肪含量最低,胸肉含量最高,且胸肉和里脊间差异显著($P<0.05$)。鸡大腿较小腿磷脂类磷含量高,两者差异显著($P<0.05$)。鸡翅磷脂类磷含量范围为 873.10~1486.69 mg/kg,其中翅尖、翅中和翅根差异显著($P<0.05$),这也决定了不同部位本身风味的差异,也是影响肉制品加工的重要因素。

2.1.2 内脏磷含量分布

试验取鸡体心脏、肝脏、脾脏和鸡胗进行磷含量测定,结果见表 2。与肉中含磷结果一致,内脏含磷水平也较高,脾脏总磷含量甚至高达 7.85 g/kg,鸡胗总磷含量最低,且显著低于肝脏和脾脏($P<0.05$)。而游离磷酸盐占总磷比例范围为 17.20%~25.74%,其中肝脏的游离磷酸盐含量最高,为 1780.75 mg/kg,与心脏、脾脏和鸡胗均存在显著差异($P<0.05$)。这说明内脏中磷的存在状态较鸡肉有所不同,水溶性磷含量较鸡肉中低。磷脂类等有机磷含量相对较高,含量范围为 67.66~335.45 mg/kg,不同部位间磷脂类磷含量差异显著($P<0.05$),其中脾脏磷脂类磷含量最低,肝脏磷脂类磷含量最高。

表 2 内脏磷含量

Table 2 Phosphate content in the viscera

部位	总磷/(g/kg)	游离磷酸盐/(mg/kg)	磷脂类磷/(mg/kg)	游离磷酸盐占总磷比/%
肝脏	6.99±0.67 ^b	1780.75±57.21 ^c	335.45±24.58 ^d	25.74±4.32 ^b
心脏	5.26±0.36 ^a	1043.22±54.45 ^a	247.55±7.40 ^c	19.85±0.85 ^a
脾脏	7.85±0.37 ^c	1349.78±42.71 ^b	67.23±6.24 ^a	17.20±0.37 ^a
鸡胗	4.67±0.35 ^a	938.89±83.97 ^a	114.75±11.70 ^b	20.10±1.25 ^a

2.1.3 骨血磷含量

表 3 骨血中磷的含量

Table 3 Phosphorus content in bones and the blood

部位	总磷	无机磷	磷脂类磷
血	222.14±3.90	8.41±0.24	8.26±0.86
胫骨	114.50±2.47 ^a	1.10±0.08 ^b	
股骨	73.38±3.10 ^b	1.51±0.05 ^a	
胸骨	58.86±3.12 ^c	1.13±0.11 ^b	

注:表中磷含量均以 PO_4^{3-} 计,血液磷含量单位为 mg/dL,骨磷含量单位为 g/kg。

由表 3 可知,全血总磷平均含量为 222.14 mg/dL,而无机磷主要以 $H_2PO_4^-$ 和 HPO_4^{2-} 形式存在,对体液的酸碱平衡起重要调节作用,平均含量为 8.41 mg/dL。血清磷脂平均含量为 8.26 mg/dL。肝脏等组织会合成磷脂并释放至血液中,因此肝脏组织磷脂含量以及代谢

功能将影响血清磷脂含量^[12]。骨骼与血液中磷的相互交换也对血中磷的浓度有重要影响,且对维持血浆钙、磷浓度的平衡起重要作用。所以,血磷含量也受骨磷含量的影响。Hussein 等^[13]研究表明,增加可利用磷(Pav)会使血浆中的无机磷明显增加($P<0.05$)。从表 3 可以看出,不同部位间鸡骨磷含量差异显著($P<0.05$)。其中,胫骨总磷含量最高,为 114.5 g/kg。因为骨磷主要以结晶的形式存在,骨中无机磷含量较低。在动物生命活动中,体内离子是进行交换的,体液中的磷不断进入骨中并沉积,同时骨骼中的磷也不断地进入体液。动物在磷缺乏时,其调节功能是促使骨磷进入血液,即使骨的磷含量不正常,也要维持血浆中磷的含量恒定^[12],最终可能影响会积累到骨骼上,进而影响骨骼发育。

2.2 鸡体不同部位磷含量相关性分析

表4 鸡体不同部位总磷含量间相关性分析

Table 4 Correlation coefficients of total phosphate content in different parts of the hen

	鸡腿	大腿	鸡脖	鸡爪	鸡皮	脂肪	鸡头	鸡尾	翅尖	翅中	翅根
胸肉	-0.359	0.591	0.047	0.399	-0.389	-0.006	0.178	-0.997**	0.631	0.221	0.409
里脊	-0.370	0.319	0.500	-0.201	-0.325	-0.472	0.411	-0.783	0.914	0.128	0.629
鸡腿	1.000	-0.876	-0.688	0.157	0.993**	0.666	-0.931	0.288	0.013	-0.965*	0.484
大腿		1.000	0.276	0.333	-0.924	-0.242	0.642	-0.547	-0.088	0.891	-0.472
鸡脖			1.000	-0.808	-0.595	-0.999**	0.902	0.029	0.352	0.536	-0.043
鸡爪				1.000	0.039	0.830	-0.507	-0.449	-0.294	-0.024	-0.145
鸡皮					1.000	0.570	-0.880	0.322	0.075	-0.979*	0.531
脂肪						1.000	-0.890	-0.069	-0.336	-0.518	0.048
鸡头							1.000	-0.097	0.111	0.847	-0.357
鸡尾								1.000	-0.625	-0.155	-0.439
翅尖									1.000	-0.270	0.880
翅中										1.000	-0.690
翅根											1.000

注: *表示在 0.05 水平上显著相关; **表示在 0.01 水平上显著相关。表中未列出者, 相关性均不显著。

从表4中可以看出, 鸡腿和鸡皮、鸡脖和皮下脂肪、胸肉和鸡尾的总磷含量高度相关 ($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.993、-0.999 和 -0.997; 鸡腿和翅中、鸡皮和翅中的总磷含量间呈显著负相关 ($P < 0.05$), 相关系数分别为 -0.965 和 -0.979, 其他部位间也存在一定的相关性。

从相关性分析结果可以看出, 鸡体各部位间磷含量均相互有影响, 各个部位总磷、游离磷酸盐和磷脂类磷含量都存在一定的相互依存和相互制约关系, 一些部位间相关性显著。从代谢角度看, 磷以主动运输、易化扩散等形式被肠壁细胞吸收^[14]之后在体内代谢并经各组织间输送、转移, 而且生命活动必须依赖核苷、蛋白质、磷酸肌酸、磷脂等生物大分子, 而这些物质的合成和代谢需要所有组织的协同, 所以总磷、游离磷酸盐以及磷脂在各个部位间的存在均相互关联。动物胃肠道与血液中磷在骨骼中的沉积与释放以及肾、肠道中磷的吸收与排泄过程均处于动态平衡, 为达到这种平衡, 磷在各组织间也是动态存在的, 因而使得各个含磷组织能够关联起来。

2.3 鸡体总磷含量分布图

鸡体总磷含量范围为 0.97~7.08 g/kg, 依据不同部位肉中的总磷含量, 将其分为 6 级, 对不同部位磷含量分布进行做图, 结果如图 1 所示。

3 结论

3.1 鸡体各个部位含磷水平平均较高, 尤其以鸡腿、鸡胸和鸡翅含磷最高, 含量均高达 5.0 g/kg 以上, 而这些部位的原料肉却是日常生产加工、生活食用等用量最大的部位, 这将严重影响对原料肉的加工, 并限制了含磷添加剂的使用。

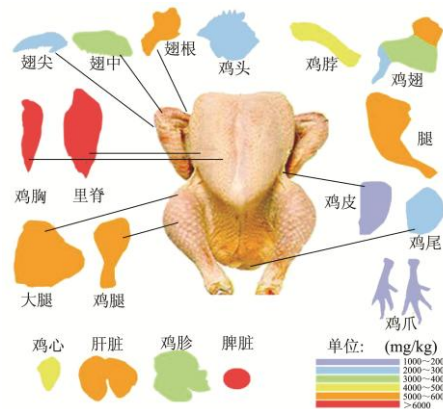


图1 总磷含量分布图

Fig.1 Distribution of total phosphate content in different body parts of the hen

3.2 不同部位间总磷含量差异显著 ($P < 0.05$), 所以不同部位原料肉的加工中磷添加剂的使用量应当不同。由于鸡腿等部位本底含磷较高, 即便是符合《食品添加剂使用标准》的添加要求, 也会造成磷酸盐残留量过高现象的发生。所以, 生产上应该改变目前的加工方式, 区分部位进行原料肉的加工, 力求在确保肉品质量安全前提下改善肉质。

3.3 从测定结果来看, 鸡体含磷水平较高, 而饲料高

磷含量或是饲养环境磷的累积将导致这种现象的发生。因此,今后的研究应该注重鸡的生存环境以及日粮对鸡体含磷量的影响,并有必要对磷添加剂的使用进行限量,而且不同部位原料肉含磷差异显著,加工过程中添加剂用量不同,还应做好磷总量控制工作。

参考文献

- [1] Martin Dušek, František Kvasnička, Lenka Lukášková, et al. Isotachophoretic determination of added phosphate in meat products [J]. *Meat Science*, 2003, 65, 765-769
- [2] 南庆贤.肉类工业手册[M].北京:中国轻工业出版社,2003
NAN Qing-xian. The handbook of meat industry [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2003
- [3] 臧明伍,孙焕,史智佳,等.原料肉中磷酸盐本底含量状况调查与分析[J].食品工业科技,2012,33(9):369-371
ZANG Ming-wu, SUN Huan, SHI Zhi-jia, et al. Investigation of background concentration of phosphate in raw meat [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2012, 33(9): 369-371
- [4] M Muguruma, K Tsuruoka, K Katayama, et al. Soybean and milk proteins modified by transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate [J]. *Meat Science*, 2003, 63: 191-197
- [5] Pablo Román-García, Natalia Carrillo-López, José Luis Fernández-Martín, et al. High phosphorus diet induces vascular calcification, a related decrease in bone mass and changes in the aortic gene expression [J]. *Bone*, 2010, 46: 121-128
- [6] 张迎阳.肉与肉制品中磷酸盐残留的调查与控制研究[D].南京:南京农业大学,2006
ZHANG Y Y. Phosphate residues of investigation and control in meat and meat product [D]. NanJing: Nanjing Agricultural University, 2006
- [7] E Baginski, B zak. Micro-determination of serum phosphate and phospholipids [J]. *Clinica Chimica Acta*, 1960, 5: 834-838
- [8] 张均田.现代药理实验方法(下册)[M].北京:北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1998
ZHANG Jun-tian. Method of modern pharmacology experiment [M]. Beijing: Beijing Medical University and China Xie-he Medical University Joint Publishing House, 1998
- [9] 李影林.中华医学检验全书(第1版)[M].北京:人民卫生出版社,1996
LI Ying-lin. The Chinese medical inspection (1st edition) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1996
- [10] H Louvandini, D M S S Vitti, A L Abdalla, et al. Phosphorus kinetics in growing hair sheep [J]. *Small Ruminant Research*, 2008, 76: 183-189
- [11] Mottram DS. Volatile Compounds in Foods and Beverage [M]. New York: Marcel Dekker, 1991
- [12] 周顺伍.动物生物化学[M].北京:中国农业出版社,1999
ZHOU Shun-wu. Animal Biochemistry [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1999: 141-142, 294-295
- [13] Ahmeds Hussein, Austinh Cantor, Thomash Johnson, et al. Relationship of dietary aluminum, phosphorus, and calcium to phosphorus and calcium metabolism and growth performance of broiler chicks [J]. *Poult Science*, 1990, 69(6): 966-971
- [14] S R Hill, K F Knowlton, E Kebreab, et al. A Model of Phosphorus Digestion and Metabolism in the Lactating Dairy Cow [J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91: 2021-2032