

家禽的代谢失调

METABOLIC DISORDERS OF POULTRY

John D. Summers

加拿大圭尔富大学荣誉教授

虽然家禽的许多与健康有关的问题是由微生物引起的传染性疫病，但也有较大数量的问题是由代谢紊乱所致，因而称为代谢病或代谢失调。一系列这种问题是由日粮营养素水平所造成或受其影响，而另外一些则是由影响营养需要量的环境因素造成的；第三类健康问题是有毒产品引起的，它们通过鸡直接采食，如药物，或通过污染日粮组分间接地对鸡产生危害，其中最主要的是在种类、浓度和对养鸡生产副作用方面差异极大的霉菌毒素。

本文不可能对在鸡群中遇到的代谢失调作一详细的讨论，只试图对世界许多地区仍发生的较为重要的一些代谢失调加以阐述。

猝死综合症(Sudden Death Syndrome)

猝死综合症(SDS)发生在生长迅速的肉仔鸡群中，尤其是公鸡。发生率不高，通常为1%~3%，死亡多发生在3~4周龄。通常，死鸡体况良好，看起来似是健康，消化道中有饲料存在。病鸡迅速死亡，一般跳起，发出嘎嘎的叫声，仰卧而死。没有任何与本病直接相关的明显病理变化。虽然进行了许多研究试图找出引发该病的原因，但迄今对病因还没有一致的见解。

有报道指出，饲喂易于利用的碳水化合物含量高的日粮时，鸡更容易发生猝死综合症，但也有报道表明，给鸡服用乳酸(乳酸盐)也可引发猝死综合症(Summers等，1987)。降低快速生长鸡初期生长速度可减轻猝死综合症，为此目的，可用缩短光照、限饲或饲喂低浓度日粮，20日龄时体重减少10%~20%的鸡，到42~49日龄时，将能完全得以补偿。

种用肉仔鸡也发生类似肉仔鸡的猝死综合症。Hopkinson等(1983)报道了发生在澳大利亚的一起猝死综合症。刚开始产蛋的肉用种鸡的死亡率达

20%~30%。日粮中添加钾可降低死亡率。与对照鸡正常的酸碱平衡相比，试验鸡的日粮呈碱性。上述病情在世界上并不常发生，这可能和澳大利亚鸡日粮中肉骨粉用量有关。

腹水症(Ascites)

常把腹水症看作是高海拔病，因为它主要发生在海拔高于 1000m 以上的地区。但近 10 年来，该病在世界上任何高度的地方均有发生，通常，因腹水症死亡的鸡体格小、衰弱、心包囊中不同程度地充有液体、右心室增大、心脏充血，在许多场合，腹腔中有腹水。关于腹水症病因的理论虽然有许多，但病因好象是限制肺部氧气摄入的普通因素，当血液在全身流动时，血中的氧用于执行正常的代谢功能，脱氧的静脉血流回心脏右侧，右心室将血液送到肺部。血液吸收氧气之后，从左心室流至外周系统供应正常代谢所需的氧。当肺部含氧血液中氧不足时，血管壁的平滑肌收缩，因而血管直径缩小，血流阻力增加，产生高血压。同时，由于红血球和血红蛋白的增多，血液变得粘稠，因而血液流动变得滞缓。为使粘稠的血液流经直径缩小了的血管，右心室要更加努力工作；时间越长，病情越重，最后心脏开始衰竭，导致静脉和内脏血液栓塞，血液由这些器官渗出至体腔中。

猝死综合症和腹水症之间有无相关？

Squires 和 Summers(1993)指出，猝死综合症和腹水症的病因论似紧密相关联，因此，它们可能是同一种病，只是程度不同而已，猝死综合症是急性阶段，因而发生在幼龄期，而腹水症是慢性阶段，日龄大些的鸡常发生。虽然看似无问题，但到达肺部氧的水平低，通常是引发腹水症的病因。日粮的酸碱平衡可能也是病因之一。

Summers 和 Bedford(1994)报道，日粮中硫的含量高时，可降低采食量，因此导致生长停滞。计算他们所用日粮中 $\text{Na} + \text{K} - (\text{Cl} + \text{S})$ 的毫克当量(meq)得出，对照日粮和含硫量最高日粮的毫克当量分别为 +13.4 到 -3.7。在基础日粮中添加等量的碳酸钠与碳酸钾混合物，日粮中的毫克当量增加至 0，10 和 20，进一步展示了日粮酸碱平衡可显著影响鸡的生产性能(表 1)。饲料与增重之比随日粮毫克当量的增加而改善，增加日粮钙水平也有相似的效果。钙是正离子，在计算日粮酸碱平衡时也应考虑。

表 1 日粮电解质毫克当量和硫与钙的相互作用

硫水平,%	毫克当量补充		
	0	10	20
	增重(克)		
0.48	231	253	260
0.72	132	176	228
	饲料进食量(克)		
0.48	509	541	551
0.72	368	445	494
钙水平,%	饲料: 增重		
0.4	3.09	2.58	2.18
0.8	2.48	2.37	2.13
1.2	2.23	2.18	2.19

Summers 和 Bedford,1994。

Summers(1994a)在关于腹水症和相关代谢病的报道中再次指出, 日粮酸碱平衡可能是引发腹水症所要考虑的重要因素。他认为, 近年来由于赖氨酸价格下降, 在肉仔鸡日粮中豆粕用量减少, 蛋氨酸和 L-赖氨酸·HCl 用量增加, 因此日粮毫克当量向右移动, 造成负的酸碱平衡。在其后的报道(1994b)中, Summers 列出的数据表明, 当增加日粮蛋氨酸和赖氨酸水平时, 对体重的影响虽小, 但死亡率却显著增加(表 2)。在上述试验中, 肉仔公鸡饲喂常规商品日粮, 日粮中添加了 0.2%DL-蛋氨酸或 0.45%的 L-赖氨酸或者两种氨基酸并用。从表 3 可以看出, 在常规商品日粮中额外添加蛋氨酸和赖氨酸, 尤其是两者同时添加(或 S+Cl), 因猝死综合症和腹水症造成的死亡率有明显差异, 同时也可看到, 猝死综合症的发生日龄早于腹水症。

Owen 等(1994)研究了添加氯化铵使日粮酸性化或添加碳酸钠使日粮碱性化对腹水症发生的影响。碱性的日粮显著地降低了腹水症死亡率。Wideman 等(1995)也指出, 饲喂改变电解质在肾中再吸收的特殊利尿剂对腹水症发生

的正面影响。当前，关于日粮毫克当量的影响还没有定论，因为资料表明，作为影响腹水症发生的因素有待进一步研究。

**表 2 6 周龄肉用仔公鸡生产性能—饲喂玉米，
豆粕日粮并补充赖氨酸和蛋氨酸**

日粮处理	平均重 克	饲料进食量 克/只	饲料报酬	死亡率 %
1.玉米,豆粕	2552	4520	1.77	10.0
2.同 1+0.2% DL 蛋氨酸	2569	4517	1.76	15.5
3.同 1+0.3% L 赖氨酸	2507	4367	1.74	16.7
4.同 1+0.2% 蛋氨酸+ 0.3%赖氨酸	2507	4387	1.75	21.1

脂肪肝出血综合症 (Fatty Liver Hemorrhagic, Syndrome)

脂肪肝出血综合症(FLHS)的症状是肝脏中脂肪过多并有不同程度的出血。脂肪肝出血综合症似乎只发生在饲喂高能量日粮的笼养蛋鸡群，并且在夏季最为常见，肝脏增大而且非常的脆。虽然有许多报道指出，饲喂各种副产品饲料或用低能量谷物替代玉米能预防脂肪肝出血综合症的发生，但对脂肪肝出血综合症病因和如何预防它的发生似乎尚未达成共识。预防或控制脂肪肝出血综合症的最佳途径是通过限制饲喂或用低能量日粮来限制能量的摄入，高蛋白质日粮也能减轻脂肪肝出血综合症。

由于能量的过量摄入似乎是引发脂肪肝出血综合症的主要因素，因此当鸡群中发生脂肪肝出血综合症时，应调节采食量和体重，并采取某种饲料限制措施以便限制能量的摄入。自从报道日粮中添加鱼粉可减轻脂肪肝以来，Maurice 等(1979)指出，鱼粉中的硒可能与其良好作用有关，因此，建议在发病鸡群的日粮中添加 0.3ppm 的硒。为动用肝中脂肪，与抗脂肪肝因子(胆碱、

表 3 6 周齡前肉仔公鸡诊断為猝死症或腹水症的死亡率

处理	周齡						总计
	1	2	3	4	5	6	
对照組		猝死		猝死		猝死 猝死 腹水 腹水	6
加 0.2%DL 蛋氨酸			猝死 猝死	猝死+腹水	猝死 腹水 腹水 腹水 腹水	猝死	10
加 0.45% L-賴氨酸 HCL			猝死	猝死 猝死+腹水	猝死 猝死+腹水	猝死 猝死 腹水 腹水 腹水 腹水	12
加 0.2%蛋氨酸 和 0.45%L-賴 氨酸 HCL		猝死 猝死 猝死	猝死 猝死 猝死	猝死 猝死+腹水	猝死 猝死 猝死 猝死+腹水 猝死+腹水 腹水	猝死 腹水 腹水 腹水	18
总计	-	4	6	3	5	6	24
猝死	-	-	-	3	3	-	6
猝死+腹水	-	-	-	-	6	11	17

Summers, 1996。

蛋氨酸)一起在日粮中添加 VB₁₂、V E 和抗氧化剂也是常用的实践措施。用添加脂肪替代日粮中部分谷物的能量好象有某些有益作用。这种显然互相矛盾的情况可做如下解释：鸡采食脂肪时，在肝中可减少新脂肪的合成，因而降低了肝脏的代谢。Jensen 等(1976)在用不同的农场水源所做的研究中发现，与硬水相比，饮用软水的鸡很少得脂肪肝出血综合症。他指出，这可能是锰对预防脂肪肝出血综合症有某种作用；锰可影响哺乳动物的脂肪代谢。

脂肪肝和肾脏综合症 **(Fatty Liver and Kidney Syndrome)**

曾有报道指出，肉仔鸡群中脂肪肝和肾脏综合症(FLKS)的死亡率高达 20%。脂肪肝和肾脏综合症发病迅速，看似健康的鸡表现无力，不爱活动，死前常伸颈侧卧，肾和肝增大而苍白，通常含有过多的脂肪。因肝脏的葡糖异生作用(gluconeogenesis)失败，糖元贮备耗尽，最终死于低血糖症；肝脏葡糖异生作用的失败则是由依赖生物素的丙酮酸羧化酶(Biotin-dependent enzyme pyruvate carboxylase)水平不当引起的。因此，日粮中缺乏生物素可导致脂肪肝和肾脏综合症。因小麦中有效生物素的含量低，饲喂小麦为主日粮的鸡对脂肪肝和肾脏综合症特别敏感。

脂肪肝和肾脏综合症常和某些形式的应激有关，如温度的变化、噪音等。虽然已知生物素是脂肪肝和肾脏综合症发生的主要原因，但很少见到生物素缺乏的典型症状，如皮炎，因此，生物素是脂肪肝和肾脏综合症的病因已多年不被重视。种鸡营养也可导致肉仔鸡的脂肪肝和肾脏综合症。如果种母鸡的饲料中缺乏生物素，则雏鸡是在低生物素水平中孵化出来的。日粮中蛋白质含量也是引发脂肪肝和肾脏综合症的因素。Whitehead 和 Blair(1974)的报道指出，当给鸡饲喂蛋白质含量为 18%的日粮时，因脂肪肝和肾脏综合症死亡率达 28%，而饲喂含 22%蛋白质日粮时死亡率只有 10%。

在正常条件下，肠道微生物能合成相当数量的生物素。但在谷物日粮中添加各种饲料添加剂对生物素合成的影响如何尚不清楚，但怀疑会影响维生素的合成程度。由于食入的生物素能与肠中抗生物素蛋白(avidin)络合，因此，任何食用鸡蛋的种鸡，它的可利用生物素水平是低的。一系列环境和日粮应激能影响肉仔鸡生物素状况，通常建议在肉仔鸡和种鸡日粮中要添加生物素 0.2 毫克/公斤日粮。

水的不平衡 (Water Imbalance)

多种环境因素可造成鸡的过量饮水，但在大多数情况下，鸡自身能调节水的饮入和排出以保持生理平衡。在机械化集约养鸡场的湿粪，尤其是产蛋母鸡的粪便是造成水不平衡的主要原因。环境温度、日粮组成、饲料质地和饮水器的设计都影响鸡的水消耗量。在鸡舍中安装水表以严格监控水的消耗量已较为普及，其重要性不仅是因为疫苗和其他药物经饮水投给，而且因为水消耗量的下降通常是鸡群发生某些健康问题的预兆。

水分约占体重的 70%，其中 70%在细胞内，30%在细胞外，细胞外水分的 75%左右存在于胃肠道中，而其余 25%在血浆中。水的总消耗量随日龄而增加，但单位体重水的消耗量却随日龄下降。饮水量与饲料采食量密切相关，因此，凡影响采食量的因素也将影响饮水量。环境温度对饮水量有显著影响，饲养在 30℃鸡舍中的产蛋鸡的饮水量比饲养在 15℃鸡舍中的高 1 倍。

体内水分是各种代谢产物分解作用的副产物。1g 脂肪氧化可产生 1.18g 的水；氧化 1g 碳水化合物和蛋白质分别产生 0.6g 和 0.5g 的水。身体中的水分随排泄物排出，其中包括粪中的和尿中的水。产蛋鸡由粪排出的水约为经尿排出的 4 倍。

蒸发是禽类 4 种体温调节途径之一。鸡没有汗腺，主要通过湿润的呼吸道进行水分蒸发。在 10℃鸡舍中饲养的肉仔鸡蒸发损失的热量占总损失热量的 12%，但在 35℃时，热量的损失占 50%(Kerstens,1964)。

饮水量下降或排水量的增加可产生脱水现象。每日限制饮水 3 个 1/2 周期，雏鸡的饮水量与自由饮水的鸡相同。因偶然事故而遭停水的蛋鸡，产蛋量显著下降，在 2 天内几乎不产蛋；大多数蛋鸡在 28 天内恢复正常生产，蛋壳质量有所改善。水温升高时，鸡的饮水量减少。Deyhim 和 Teeter(1991)报道，饮水中添加食盐可提高肉仔鸡的生产性能。

日粮营养素和日粮组分均影响鸡的饮水量。食盐含量高时，饮水量增加。其他影响饮水量的电解质是钾和镁。糖蜜和豆粕中钾的含量高，如果湿粪成为问题时，这些组分应予调整。饲料原料(大麦和黑麦)可使垫料变湿，因它们的 β -葡聚糖含量高，而产生粘稠状粪便使水分不易从中释放出。高蛋白质日粮导致饮水量增加，因此使垫料变湿，这是因为家禽蛋白质分解作用最终产物—尿酸的排泄增加了水的需要量。

电解质平衡(Electrolyte Balance)

许多年前就已知道，日粮组成能影响酸碱平衡，尽管已有许多研究报道表明保持最佳体内平衡的重要性，但只有少数报道涉及日粮对鸡酸碱平衡的影响。

体内最大酸源是碳酸，但是固定酸、硫酸和磷酸也提供相当大部分的酸源。当日粮正离子(即 $\text{Na}+\text{K}$)大量摄入和天气炎热时的气喘能导致鸡的 pH 值升高，通常成问题的是酸血症，而不是碱血症。已知钠和氯化物在鸡日粮中分别为引起碱性化和酸性化的离子。如一系列报道表明的那样，由于有一有效的缓冲系统，日粮 pH 对肠道 pH 的影响不大。

Mongin 和 Sauer(1977)报道，日粮中单价离子 $\text{Na}+\text{K}-\text{Cl}$ 的平衡是考虑的重点，并建议对于肉鸡的最佳性能约 250 毫克当量是理想的平衡。其他的报道指出，除上述三种矿物质外，正离子钙和镁以及负离子硫酸根和磷酸根也应包括在确定日粮潜在酸碱平衡之中(Patience 和 Wolynetz,1990)。

Patience 和 Wolynetz(1990)用猪做的研究表明，虽然随日粮酸性化程度的增加，饲料采食量会下降，因而增重也会降低，但饲料与增重之比仍保持相对稳定。可以看出，酸碱平衡虽然降低食欲，但日粮质量并不下降，因此，日粮的利用率将保持相同。Han 和 Baker(1993)用肉仔鸡做的研究表明，在基础日粮中添加 0.5%蛋氨酸时的体增重相似，但却改善了饲料与增重之比(表 4)，当添加 1%蛋氨酸时，增重下降，但饲料/增重值却没有发生变化。增加赖氨酸盐酸盐的添加量同样减少增重，但对饲料与增重比的影响却不大。从上面的研究结果，可以得出下面的结论：增加负离子(S 和 Cl)对动物的采食量的下降有显著影响，但对饲料的利用影响不大。

Halley 等(1987)对改变肉仔鸡雏鸡矿物质平衡的影响进行了深入的研究。他们发现负离子水平的提高，基本上可导致胫骨软骨发育不良症和腿扭曲发生率(表 5)。Orth 等(1992)报道，在玉米-豆粕日粮中添加高水平的半胱氨酸可降低增重并显著增加胫骨软骨发育不良症。通过添加半胱氨酸而额外添加的硫可明显地改变鸡的酸碱平衡。

表 4 蛋氨酸和赖氨酸过量对小鸡饲料利用率的影响

处理	增重(克)	饲料进食量(克)	饲料/增重
基础日粮*	273	410	1.50
基础+0.5%蛋氨酸	281	407	1.45
基础+1.0%蛋氨酸	259	373	1.44
基础+2.0%蛋氨酸	187	313	1.67
基础+0.5%L 赖氨酸 HCL	274	405	1.48
基础+1.0%L 赖氨酸 HCL	257	386	1.50
基础+2.0%L 赖氨酸 HCL	248	378	1.52
基础+4.0%L 赖氨酸 HCL	240	376	1.57

*23%蛋白质与 3200 千卡代谢能/公斤;
数据选引自 Han 与 Baker(1993)并重新计算。

表 5 正负离子平衡对小鸡生产性能的影响

处理	体重	腿 病	
		胫骨软骨发育不良症	弓形腿
正:负离子	克	%	%
2.20	489	6	10
1.63	568	30	51
1.31	556	28	34

数据选自 Halley 等,1987。

硫 (Sulphur)

在鸡的日粮中像硫这样普通而又重要的矿物质却很少给予注意。Summers 等(1992)指出, 在豆粕日粮中添加硫使其含量达到加拿大菜籽粕(Canola)日粮中的水平, 饲喂这两种蛋白质日粮雏鸡的增重相似(表 6); 他们还展示了, 提高日粮钙水平对减缓加硫日粮对抑制生产性能的影响。添加某些改良菜粕(Canola)的日粮会降低生产性能的部分原因很可能是它的含硫量(1.14%)高于豆粕的含硫量(0.44%)的缘故。人们很少监测日粮的酸碱平衡, 但有很多报导表明它是影响生产性能的重要因素, 因此, 我们应考虑计算日粮的酸碱平衡。

表 6 7 至 21 日龄肉用仔公鸡饲喂改良菜粕和豆粕日粮时硫与钙的相互作用

蛋白质来源	硫			
	添加, %	日粮水平, %	日粮钙水平, %	平均增重, 克
改良菜粕 (Canola)	-	0.46	0.37	424 ^f
	0.26	0.72	0.37	371 ^f
豆粕	-	0.46	1.32	560 ^{bc}
	-	0.14	0.37	524 ^c
	0.13	0.27	0.37	519 ^{cd}
	0.26	0.40	0.37	479 ^{de}
	0.39	0.53	0.37	373 ^g
	-	0.14	1.32	635 ^a
	0.13	0.27	1.32	598 ^{ab}
	0.26	0.40	1.32	559 ^{bc}
	0.39	0.53	451 ^{ef}	
			**	
标准差				27.5

Summers 等,1992。

下面列出的是计算含 0.17%Na、0.80%K 和 0.22%Cl 日粮的酸碱平衡的例子：

(a) Na: 分子量=23.0, 所以克当量(Eq)=23 克/公斤或

毫克当量(mEq)=23 毫克/公斤

日粮中含 0.17%Na=1700 毫克/公斤 = $\frac{1700\text{mEq}}{23} = 73.9\text{mEq}$ 。

(b) K: 分子量=39.1, 所以克当量=39.1 克/公斤或毫克当量=39.1 毫克/公斤

日粮中含 0.80%K=8000 毫克/公斤 = $\frac{8000\text{mEq}}{39.1} = 204.6\text{mEq}$

(c) Cl:分子量=35.5, 所以克当量=35.5 克/公斤或 mEq=35.5 毫克/公斤

日粮中含 0.22%Cl=2200 毫克/公斤 = $\frac{2200\text{mEq}}{35.5} = 62.0\text{mEq}$

因为日粮的酸碱平衡为 Na+K-Cl,

所以 $73.9 + 204.6 - 62 = 216.5\text{mEq}$

骨骼异常 (Skeletal Disorders)

各种骨骼异常均可影响快速生长的肉用仔鸡，也影响产蛋母鸡。这些问题的发现已有相当长的时间，所以没有多少新东西介绍，在此仅对较重要的骨骼异常做简单的描述。

胫骨软骨发育不良 (TD)

胫骨软骨发育不良发生在快速生长的肉仔鸡群中，其症状是胫骨跗骨近端软骨异常。小鸡虽也能发生，但通常多发生在 3~4 周龄，病鸡懒于活动，如果强迫其行走，则步态摇摆。胫骨软骨发育不良的确切原因虽不清楚，但在许多生产场合，日粮电解质平衡和氯化物含量高似乎起着一定作用。相对于有效磷，含钙低的日粮好像可引起胫骨软骨发育不良。

笼养蛋鸡疲劳症 (Cage Layer Fatigue)

这种疲劳症通常发生在笼养的高产蛋鸡中。常在接近产蛋高峰期出现，腿瘸、不愿站立。虽然缺乏运动是该症发生的部分原因，但蛋壳形成所需钙的供应不恰当是引起疲劳症的主要原因，因而产蛋母鸡动用自身骨骼中的钙

以满足壳钙形成的需要。饲喂缺乏或钙、磷或维生素 D 含量低的日粮的鸡均易于发生笼养蛋鸡疲劳症。

软骨症或佝偻病 (Rickets)

软骨症最常见于快速生长的幼龄鸡，主要症状为骨骼钙化不当。在细胞水平的钙缺乏是主要问题。如果给鸡饲喂钙、维生素 D 含量低的或钙磷不平衡的日粮可引起软骨症。鸡在 10—14 日龄将表现出跛腿，腿骨似橡皮状并在肋骨头上呈念珠状突起。

软骨发育异常 (溜腱症) (Chondrodystrophy (perosis))

该病是长骨生长板的全面失调，最终导致直线生长受阻。该病促进腓肠肌腱从踝骨滑出，多数病鸡懒于行走，并因此难于采食和饮水。虽然也有死亡发生，但多数病鸡被淘汰掉。锰缺乏是引起此病的主要营养因素，由于大多数实用日粮中都添加锰，所以此病的发生往往由于日粮中钙和/或磷含量低，或在某些情况下，日粮酸碱平衡不当或胆碱含量低引起的。

霉菌毒素 (Mycotoxins)

霉菌毒素是一组诸多真菌的代谢产物，它们通过抑制生长和产蛋率、降低免疫反应而有损于鸡的生产性能，如果在日粮中有足够浓度的毒素还能引起不同程度的死亡。大多数霉菌毒素通过对饲料原料的不同途径的污染进入鸡的日粮中。由于在世界不同地区霉菌毒素的类型各异，污染程度也不尽相同，在此不想对它们的发生和控制方法给予详细叙述。总体上讲，除饲喂各种类型的吸附剂吸附代谢产物使之不被鸡吸收外，尚不知防制霉菌毒素问题的措施。应对饲料原料的霉菌毒素加以监控，特别是在有霉菌毒素存在的地区。减少霉菌毒素毒害作用的最常用的方法是用饲料原料稀释污染的饲料成分，使霉菌毒素在饲料中的最终浓度处于鸡的耐受范围之内。

下面列出的是对鸡有害的较为常见的霉菌毒素：

- (a)单端孢霉烯(T2、DAS、DON)
- (b)赭曲毒素
- (c)黄曲霉素

(d)串珠镰孢霉

(e)麦角生物碱

(f)念珠菌素

(g)玉米赤霉酮(一种由粉红镰刀菌产生的霉菌毒素)

还有许多其他因素能引起鸡的代谢失调，它们包括维生素和矿物质的缺乏和过量以及日粮蛋白质和能量的过剩。因此，在考虑引起鸡的代谢失调因素时，不应只局限于本文列举的范畴。

(王瑞祥 翻译)

参考文献

Deyhim, F., and R.G. Teeter, 1991. Sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects on acid-base balance and plasma corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-stressed environments. *Poultry Sci.* 70:2551-2553.

Halley, J.T., T.S. Nelson, L.K. Kirby, and Z.B. Johnson, 1987. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities and blood acid excess in broiler chicks. *Poultry Sci.* 66:1681-1692.

Han, Y., and D.H. Baker, 1993. Effects of excess methionine and lysine for broilers fed a corn-soybean meal diet. *Poultry Sci.* 72:1070-1074.

Hopkinson, W.I., W. Williams, G.L. Griffiths, D. Jessop and S.M. Peters, 1984. Dietary induction of sudden death syndrome in broiler breeders. *Avian Diseases* 28:352-357.

Jensen, L.S., J.M. Cassey, S.D.I. Savage, and W.M. Britton, 1976. An association of hardness of water with incidence of fatty liver syndrome in laying hens. *Poultry Sci.* 55:719-724.

Kersten, R., 1964. Investigation of the production of heat and water vapor and the influence of environment on the growth rate of broiler chicks. *Funki Information*, Ltd. Aarhus, Denmark.

Maurice, D.V., L.S. Jensen, and H. Tojo, 1979. Comparison of fishmeal and soybean meal in the prevention of fatty liver hemorrhagic syndrome in caged layers. *Poultry Sci.* 58:864-870.

Mongin, P., and B. Sauveur, 1977. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities in *Growth and Poultry Meat Production*, pp. 235-247. Ed. Boorman and Wilson. Br. Poul. Sci. Ltd. Edinburgh.

Orth, M.W., Y. Bai, I.H. Zeytun, and M.E. Cook, 1962. Excess levels of cysteine and homocysteine induced tibial dyschondroplasia in broiler chicks. *J. of Nutr.* 122:482-487.

Owen, R.L., R.F. Wideman, R.M. Leach, B.S. Cowen, P.A. Dunn, and B.C. Ford, 1994. Effect of age of exposure and dietary acidification or alkalization on broiler pulmonary hypertension syndrome. *J. Applied Poul. Res.* 3:244-252.

Patience, J.F. and M.S. Wolynetz, 1990. Influence of dietary undetermined anion on acid-base status and performance in pigs. *J. of Nutrition* 120:579-587.

Squires, E.J., and J.D. Summers, 1993. A consideration of comparative metabolic aspects of the etiology of sudden death syndrome and ascites in broilers. *British Vet. J.* 149-pp.1-10.

Summers, J.D., M. Bedford., and D. Spratt, 1987. Sudden death syndrome: is it a metabolic disease? *Feedstuffs*: January 26, page 20.

Summers, J.D., S. Spratt, and M. Bedford, 1992. Sulphur and calcium supplementation of soybean and canola meal diets. *Canadian J. of An. Sci.* 72:127-133.

Summers, J.D., 1994(a). Ascites and related metabolic diseases. *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, pp 83-94.

Summers, J.D., 1994(b). Ascites——A metabolic condition? *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's tenth annual symposium. Nottingham University Press. pp 199-210.

Summers, J.D. and M. Bedford, 1994. Canola meal and diet acid-base balance for broilers. *Canadian J. of An. Sci.* 74:335-339.

Whitehead, C.C., and R. Blair. The involvement of biotin in FLKS in broiler chickens. *World's Poult. Sci.* 30:231

Wideman Jr., R.F., M. Small. Y.K. Kerby, W.C.Bottje, R.W. Moore, and R.C.Vardeman, 1995. Furosemide reduces the incidence of pulmonary hypertension syndrome(Ascites)in broilers exposed to cool environmental temperatures. *Poultry Sci.* 74:314-322.