

甜菜碱及其在肉鸡养殖业上的 研究与应用进展

单冬丽

甘肃省畜牧兽医研究所,甘肃平凉 744000

甜菜碱又称三甲基甘氨酸,是一种广泛存在于动植物体内的天然化合物,尤其以甜菜制糖后的废糖蜜中含量最高,广泛应用于食品、化学试剂和化工领域。近年来随着人们对甜菜碱研究的不断深入,发现甜菜碱可为机体提供活性甲基,参与蛋白质与脂类代谢,调节渗透压,缓解应激反应,促进采食等生理作用。自从20世纪70年代芬兰率先推出天然甜菜碱作为水生动物诱食剂以后,欧美许多国家通过大量试验研究,广泛利用甜菜碱作为猪、鸡、鱼等的饲料添加剂,每年需求量达1万多吨。我国从上世纪90年代开始进行甜菜碱饲料添加剂方面的研究工作,取得了一定进展。甜菜碱在肉鸡养殖业上的研究与应用,日益引起了养鸡业者的关注和重视,研究报道很多,介绍如下:

1 甜菜碱的理化性质和安全性

甜菜碱系一种季胺型生物碱,外观呈流动性,为无色或微棕色结晶的化合物,味甘甜,容易潮解,极易溶于水,易溶于乙醇、甲醇,微溶于乙醚;熔点为293,能耐200以下高温,具有很强的抗氧化性能。甜菜碱分子式为 $C_5H_{11}NO_2$,分子量为117.5,分子结构有两个特点:一是电荷在分子内分布呈中性,二是具有3个活性甲基。汪以真等(2002)通过大鼠、小鼠急性经口毒性试验、大鼠蓄积毒性试验、致突变试验,探讨了盐酸甜菜碱作为畜禽饲料添加剂的安全性,结果表明盐酸甜菜碱属实际无毒类物质,无明显蓄积作用,无致突变性,是一种安全的饲料添加剂。张萍等(2006)采用改良Karber法测得硫代甜菜碱(DMSP)对小白鼠的口服急性毒性为 $LD_{50}3739.4\text{mg/kg}$,属低毒;用剂量递增连续20d染毒法测得DMSP对小白鼠的累积系数 $K > 5.3$,属基本无蓄积;耐受性试验结果表明,连续用药,小白鼠能对硫代甜菜碱产生耐受现象;小鼠亚急性毒性试验的结果表明,DMSP在使用剂量范围内对小鼠的行为、体重、饮食状况、生理和生化指标均无不良影响。提示硫代甜菜碱毒性极低,在临床使用剂量下,作为饲料添加剂长期使用不会引起毒性反应。

2 甜菜碱的生产工艺

2.1 天然物质提取法

糖用甜菜的根中含有大量甜菜碱,其中新鲜甜菜根中甜菜碱含量为0.3%~0.7%,制糖过程中产生的废糖蜜中甜菜碱含量达3%~8%,是提取甜菜碱的主要原料。提取

工艺主要有离子交换提取法和离子排斥提取法。离子交换提取法在20世纪60~70年代得到了大力发展,是将稀释的废糖蜜流经强阳离子交换树脂,甜菜碱、氨基酸、金属离子留在柱内,然后用稀氨水洗脱甜菜碱,洗脱液再注入强阴离子交换树脂,流出液经脱色、蒸发、结晶,分离制得甜菜碱,回收率约70%。芬兰成立了当时世界上唯一生产销售甜菜碱的Calter公司。80年代芬兰科学家应用色谱法创造了离子排斥提取法,将稀释的废糖蜜流经填充有聚苯乙烯-二乙烯苯树脂的色谱柱分离,柱温80左右,料液流速接近色谱系统临界温度,用水洗脱色谱分离柱时,盐、糖及甜菜碱依次洗脱得以分离,收集甜菜碱流份,经蒸发、结晶、分离等可得纯度约98%的无水或一水甜菜碱,收率70%~80%。离子排斥提取法具有生产成本低,无环境污染,无需酸碱设备等优点。

2.2 化学合成法

近年来随着养殖业对甜菜碱需求量的增加,依靠从甜菜废糖蜜中提取甜菜碱已经不能满足需要,人们又研究成功了化学合成甜菜碱的方法。以三甲胺和氯乙酸为原料,在水溶液中反应合成,然后采用重结晶等方法分离提纯制得产品。化学合成甜菜碱已经投入大规模工业化生产,从而极大地提高了产量,降低了生产成本,有纯品、粗品和盐酸盐三种形式。天然甜菜碱和化学合成甜菜碱性质相同,但含量和风味有一定差异。

3 甜菜碱的营养功能

3.1 作为甲基供体,部分取代蛋氨酸和胆碱

肉鸡体内蛋白质和脂类代谢反应,需要甲基的参与,而肉鸡本身不能合成甲基,必须从饲料中摄取。目前饲料中普遍采用的甲基供体是胆碱和蛋氨酸。胆碱必须先要在肉鸡体内氧化成甜菜碱再提供甲基,该氧化反应需要 VB_{12} 和核黄素的参与,易受镍、钴和铁盐等条件抑制,转化率并不高。而甜菜碱提供甲基不受这些因素的影响,且比氯化胆碱可直接地提供甲基,从而可以节约作为甲基供体部分的胆碱,促进其作为磷脂物质合成的底物。蛋氨酸是肉鸡必需氨基酸,它只有一个非稳态甲基,而甜菜碱有3个非稳态甲基,是更有效的甲基供体。占秀安等(2004)研究证实,添加甜菜碱使肉鸡肝脏甜菜碱-高半胱氨酸S-甲基转移酶

(BHMT) 活性比不添加蛋氨酸组和添加蛋氨酸组均显著升高 ($p < 0.01$), 与不添加蛋氨酸组相比, 添加甜菜碱还使肝脏甲基反应产物的生成量明显增多 ($p < 0.01$) 和胸肌中两者的存储量显著增加 ($p < 0.01$), 但与添加蛋氨酸组比无明显差异; 提示甜菜碱在肝脏 BHMT 调控下, 替代蛋氨酸为机体甲基化产物的合成提供甲基, 从而产生节约蛋氨酸的效应。甜菜碱的相对甲基含量是质量分数为 50% 氯化胆碱的 2.3 倍, 蛋氨酸的 3.4 倍。理论上甜菜碱可分别代替 43.5% 胆碱和 27% 蛋氨酸, 实际生产中 1kg 甜菜碱可代替 DL- 蛋氨酸 2kg。邓跃林等 (1998) 发现用 0.05% 甜菜碱可替代肉鸡日粮中总蛋氨酸的 20% ~ 25%, 其效益为蛋氨酸的 2 ~ 3 倍, 而对胴体品质没有明显影响。丛玉艳等 (1999) 用甜菜碱取代胆碱的供甲基部分, 0 ~ 3 周龄时适宜的甜菜碱水平不影响肉仔鸡的生产性能; 而 4 ~ 6 周龄时甜菜碱取代后生长表现不理想, 但从全期看, 甜菜碱的取代作用还是可行的。鲁建伟等 (2002) 试验认为肉仔鸡日粮中添加 1.5mg/kg 或 2.25mg/kg 叶酸, 同时添加 300mg/kg、600mg/kg 或 900mg/kg 任一水平的甜菜碱即可达到节约蛋氨酸和全部胆碱的目的。

3.2 促进脂肪代谢, 抑制脂肪沉积

胆碱是机体内合成磷脂的重要原料, 胆碱缺乏时会使磷脂的合成减少, 脂类转运速度下降, 影响脂肪酸氧化, 造成脂肪代谢障碍, 肝中脂肪沉积, 形成脂肪肝。甜菜碱可以将甲基传给氨基乙醇生成胆碱, 缓解胆碱不足引起的代谢障碍, 改善细胞线粒体中脂肪酸的氧化过程, 通过甲基代谢促进肉碱、磷脂、RNA、DNA 等重要物质的合成, 促进肝脏中脂类的迁移和脂肪酸的 β -氧化, 显著减少肝脏脂肪、体内脂肪的沉积, 重新分布胴体脂肪以及降低脂肪肝的发生, 提高瘦肉率和胴体品质。Saunderson (1990) 试验证明, 饲喂甜菜碱的肉鸡体内脂肪含量低于饲喂胆碱的, 而体内蛋白质含量, 饲喂甜菜碱的高于饲喂胆碱的。许梓荣等 (1997) 认为甜菜碱对于减少肉鸡脂肪积累, 增加肌肉蛋白质的效果明显优于蛋氨酸。许梓荣等 (1998) 研究发现, 肉雏鸡饲料中添加不同剂量甜菜碱, 均使肝脏甲基化反应产物 (游离肉碱和肌酸) 的生成量明显增多 ($p < 0.02$), 血清游离脂肪酸浓度、胸肌细胞内总酸不溶肉碱含量和总酸不溶肉碱 / 游离肉碱比率明显升高 ($p < 0.05$), 提示甜菜碱能通过肝脏合成多量的肉碱, 增强脂肪酸的运载, 促进肌细胞线粒体内脂肪酸的 β -氧化过程, 为细胞代谢提供充足的能源, 从而产生减少腹脂沉积的作用。丛玉艳等 (2000) 在饲料中添加 0.03% 甜菜碱取代部分胆碱, 使肉仔鸡腹脂率和肝脂率下降, 胴体品质得到改善, 并防止脂肪肝的发生。钱辉跃等 (2005) 和王晓明等 (2005) 用自行配制的复合维生素、复合微量元素和复合生物活性添加剂 (甜菜碱和大蒜素) 饲喂肉鸡, 胸肌中不饱和脂肪酸含量升高, 饱和脂肪酸含量降低, 胸肌肉胆固醇水平降低。

3.3 协同部分抗球虫药, 提高抗球虫药疗效

鸡球虫病是危害养鸡业的主要寄生虫病, 使用药物仍然是目前防治球虫病的主要手段。但球虫耐药性的广泛产

生, 许多抗球虫药效果越来越差, 抗药性越来越强, 使得至少有 30 种抗球虫药遭到失败。因而人们一直在努力研究增加抗球虫药的疗效。盐霉素、马杜拉霉素等聚醚类抗生素是目前养鸡场使用的主要抗球虫药, 已在饲料中广泛添加使用。这些药物通过破坏球虫细胞膜的通透功能而达到杀灭球虫的目的, 但对鸡肠道细胞吸收功能有负面影响。近年来研究发现甜菜碱与某些抗球虫药配伍有增效作用, 可提高鸡肠道细胞对抗生素球虫药的耐受性, 减轻球虫所致的组织损伤, 减少或防止腹泻, 维持正常的采食量和生长速度, 提高增重和抗球虫效果。Matthews 等 (1994、1995) 试验表明, 甜菜碱能使慢性感染球虫的肉鸡较急性感染者提高平均日增重和终末体重; 在感染堆形艾美尔球虫卵囊的情况下, 饲喂甜菜碱和莫能菌素比只喂莫能菌素的肉用仔鸡具有更高的饲料利用率。丁熙成等 (1998) 试验发现电解质平衡紊乱是导致雏鸡感染球虫病死亡的主要原因之一, 甜菜碱抗球虫作用明显, 通过补充钾离子缓解雏鸡因感染艾美尔球虫造成的电解质紊乱, 又对巨型艾美尔球虫裂殖体繁殖有明显的抑制作用, 达到标本兼治的目的。彭新宇等 (2000) 研究发现甜菜碱可提高聚醚类抗生素对感染球虫卵囊的肉鸡增重和抗球虫指数, 特别是与马杜拉霉素配合有明显增重作用, 相对增重率和抗球虫指数分别提高 19% 和 24.7% ($p < 0.05$), 而对病变记分和卵囊数量无明显影响。聂奎等 (2001) 试验结果表明, 球佳的抗 *E. tenella* 的作用强, 盲肠病变值仅为 6.75, 抗球虫指数 (ACI) 高达 180.75, 而鸡球素、球痢灵的作用较差, 其盲肠病变值分别为 24.0、25.5, ACI 为 126.57、126.71; 但甜菜碱与鸡球素、球痢灵配伍后, 配伍各组的盲肠病变值降低, 平均体增重和抗球虫指数升高, 显示甜菜碱在一定程度上能提高鸡球素和球痢灵的抗 *E. tenella* 的疗效作用。

3.4 缓解应激反应

随着全球气候温室效应的不断加剧及高度集约化畜牧生产的发展, 环境应激对肉鸡的危害日益严重。在多种应激因子中, 高温对肉鸡的不良影响尤为突出。Swick (1989) 进行的热应激试验显示蛋氨酸羟基类似物在料重比方面优于蛋氨酸、维生素 C、延胡索酸等。甜菜碱可以调节肾细胞的水分渗出, 提高钠、钾泵的功能, 调节体内渗透压。但是在应激状态下, 胆碱却不能大量合成甜菜碱以适应需要, 不足部分需外源添加, 以适应应激状态下组织和机体由于渗透压变化而造成的甜菜碱大量需求。黄志毅等 (2004) 在肉仔鸡日粮中添加 0.1% (1 组) 和 0.3% (2 组) 甜菜碱, 结果在 17 ~ 57 日龄, 1 组公鸡和母鸡平均增重分别提高了 278.9g/ 只和 218.7g/ 只, 差异极显著 ($p < 0.01$); 饲料转化率分别提高了 0.5 和 0.19, 差异显著 ($p < 0.05$); 2 组公鸡和母鸡平均增重分别提高了 0.2g/ 只和 17.6g/ 只, 差异不显著 ($p > 0.05$); 饲料转化率分别减少了 0.22 和 0.26, 差异显著 ($p < 0.05$); 采食量和屠宰率各组差异不显著, 证明适量甜菜碱可以缓解热应激对肉鸡的不良影响, 提高生产性能。安立龙等 (2005) 经组织学观测表明, 在夏季高温环境中, 肉鸡肾、心脏、肺、肝、脾、胸腺等器官出现不同程度病理变

化,在基础日粮中添加0.1%甜菜碱的肉鸡上述器官未见有明显变化,说明甜菜碱具有一定的抗热应激作用。鲁海军等(2005,2006)研究了甜菜碱在急性热应激下对肉鸡血清离子浓度的影响,发现添加甜菜碱可缓解血中因热喘息和保钠排钾引起的钠离子的降低,有利于提高血氯和钙离子水平,对维持血中的电解质平衡有一定作用;可不同程度地降低血糖、甘油三酯、尿酸和尿氮水平,降低血中二氧化氮的排出。鲁海军等(2006)通过蛋氨酸羟基类似物(MHA)及甜菜碱在急性热应激下对肉鸡生产性能的影响试验结果表明,在急性热应激下,添加甜菜碱可显著提高肉鸡的采食量、日增重和饲料转化率($p < 0.05$);未添加甜菜碱时,添加MHA各组的生产性能优于蛋氨酸组,差异不显著($p > 0.05$);添加甜菜碱时,添加MHA各组的生产性能与蛋氨酸组无明显差异($p > 0.05$)。

此外甜菜碱味道甘甜,能够改善饲料适口性,增加肉鸡食欲,提高饲料利用率。甜菜碱近中性且耐高温,具有很强的抗氧化性能,在配合饲料及预混料中对维生素有保护作用。研究发现,在常温下预混料中添加氯化胆碱,VA和VB6的效价在4周以后从100%分别下降到27%和15%,VB1和VK3的效价3周后下降到69%和8.2%;而添加甜菜碱,VA和VB6的效价4周后下降到79%和41%,VB1和VK3的效价3周后为91%和100%,可见甜菜碱对VK3和VB1的稳定性有很好地保护作用,对VA和VB6也有一定保护作用,在高温条件下作用更为突出。

4 甜菜碱在肉鸡养殖业中的研究与应用

甜菜碱在肉鸡上的研究应用报道较多,人们通过研究普遍认为饲料中添加甜菜碱,可以提高肉鸡生产性能,改善鸡肉品质,防病保健和提高经济效益。H. Vogt等(1993)在肉用仔鸡饲料中添加200mg/kg甜菜碱,增重提高4%,饲料转化率提高2%。Shette(1994)报道,饲用甜菜碱的幼禽体内脂肪分布比较分散,肉质疏松,味道可口。高巍等(1996、1997)在1日龄肉鸡饲料中添加500mg/kg甜菜碱,5周龄时增重提高16.5%($p < 0.01$),饲料消耗降低1.2%;在肉用种鸡日粮中分别添加100mg/kg和200mg/kg甜菜碱,产蛋率分别提高8.17和1.57个百分点,耗料下降2.4%和6.1%,入孵蛋孵化率提高5.9和0.5个百分点。王苏宁等(1997)在肉鸡日粮中添加0.025%甜菜碱部分代替蛋氨酸,日增重提高了4.70%,料肉比下降了7.1%。汪以真等(1998)在肉鸡饲料中添加不同水平甜菜碱均明显改善肉鸡的胴体组成和肉质,与不添加蛋氨酸组比较,胸肌率显著升高($p < 0.01$),腹脂率明显降低($p < 0.01$),肌脂肪、肌酸和肌酸酐含量明显升高($p < 0.05$),与添加蛋氨酸基本一致,但肌脂含量明显升高($p < 0.04$)。周维仁等(1999)在日粮中添加0.1%甜菜碱饲喂肉仔鸡,增重提高9.75%,饲料报酬提高6.5%。占秀安(2001)在肉鸡基础日粮中添加不同剂量甜菜碱均明显地促进了免疫应答和减轻疫苗接种的体温反应,并随添加剂量的增加呈增强趋势,其中2000mg/kg剂量组效果最为显著,免疫后3、6d的新城疫的总抗体和6d的IgM抗体滴度较不添加蛋氨酸对照组分别

升高54.17%($p < 0.01$)、28.76%($p < 0.01$)和44.94%($p < 0.01$),与添加蛋氨酸组基本一致;免疫后5、9、13h的体温,比不添加蛋氨酸对照组分别低0.55($p < 0.01$)、0.36($p < 0.01$)和0.21($p < 0.05$),比添加蛋氨酸对照组分别低0.41($p < 0.01$)、0.34($p < 0.01$)和0.17($p < 0.05$)。陈宝江等(2001)用甜菜碱替代基础日粮中40%的蛋氨酸饲喂肉仔鸡,日增重、成活率差异不显著,试验组综合效益提高12.37%。王世泰(2004)分别在基础日粮中添加 5.0×10^{-4} 、 1.0×10^{-4} 和 1.5×10^{-3} 三种浓度的甜菜碱饲喂肉鸡5周,平均增重分别提高16%、6.8%和0.4%,成活率各组相近。倪耀娣等(2005)在缺乏蛋氨酸的饲料中,添加不同剂量的甜菜碱可明显增加日增重、日采食量、降低料重比;在以玉米-豆粕为主的基础饲料中,添加高剂量(2000mg/kg以上)甜菜碱明显地提高了肉用雏鸡的采食量;添加甜菜碱(600mg/kg以上)明显地提高了雏鸡的生长速度和饲料利用率;添加低剂量甜菜碱(600~1300mg/kg)的饲养效果与添加蛋氨酸(2000mg/kg)相近;在饲料中添加1300mg/kg以上剂量甜菜碱显著提高了新城疫弱毒苗免疫接种后3d、6d的ND-TAb和6d的ND-IgM水平,并接近添加蛋氨酸的效果。说明在缺乏蛋氨酸的饲料中,添加甜菜碱能促进肉鸡的免疫应答。李俊平等(2005)研究结果表明,甜菜碱与酵母铬对肉仔鸡的屠宰率、腹脂率、全净膛率均有互作效应($p < 0.01$),半净膛率无互作效应;屠宰率、全净膛率均显著高于对照组($p < 0.01$),腹脂率均显著低于对照组($p < 0.01$);甜菜碱和酵母铬对肝脏、胸肌、腿肌甘油三酯、血清总胆固醇均有互作效应($p < 0.01$),8个试验组均低于对照组($p < 0.01$);综合分析,效果最佳的为1000mg/kg甜菜碱+400 μ g/kg酵母铬组。张伟武等(2006)在肉鸡日粮中添加0.5%甜菜碱和60mg/kg盐霉素,其增重和料重比明显优于其他3组,日粮中添加0.5%甜菜碱和接种球虫疫苗,其增重和料重比优于单独使用盐霉素和接种球虫疫苗组,说明甜菜碱和盐霉素合用在抗球虫病方面有协同作用,甜菜碱是提高感染球虫鸡生产性能的促进剂。冯业等(2007)研究中药甜菜碱复方对高温环境下三黄鸡生产性能的影响,结果表明在日粮中添加不同水平的中药甜菜碱复方能提高肉鸡的平均日采食量、平均日增质量和饲料转化率,中药-甜菜碱复方的应用效果优于纯中药复方和甜菜碱;综合考虑以0.8%中药+0.2%甜菜碱的搭配剂量效果最好,能显著提高高温应激肉鸡的生产性能;在提高高温环境下三黄鸡日增质量方面,性别因素对中药-甜菜碱复方应用效果明显,中药-甜菜碱复方提高高温环境下三黄鸡日增质量比提高同样条件下三黄母鸡日增质量的效果明显。

5 影响甜菜碱作用效果的因素

试验表明,甜菜碱在肉鸡饲养中的应用效果与日粮种类、蛋氨酸和胆碱水平、甜菜碱产品类型、添加剂量和肉鸡饲养阶段等因素有关。

在甜菜碱取代部分蛋氨酸提供甲基过程中,日粮所用谷物种类对甜菜碱和蛋氨酸之间相互关系有影响。玉米日

粮中,1单位甜菜碱可取代2单位蛋氨酸;小麦日粮中,1单位甜菜碱能取代2.5单位蛋氨酸;高粱日粮中,1单位甜菜碱可取代1.5单位蛋氨酸。由于日粮中胆碱的本底含量大约为1000mg/kg,所以日粮中所添加的胆碱全可用甜菜碱取代。1kg甜菜碱相当于2.31kg氯化胆碱(50%)、1.93kg氯化胆碱(60%)或1.65kg氯化胆碱(70%)(于小英编译,1997)。

张维军(1998)指出,蛋氨酸、胆碱和甜菜碱各有其不同的或不能相互替代的代谢作用,只有当它们被用作甲基供体时方可相互替代,甜菜碱不能代替蛋氨酸合成蛋白质。肉鸡缺乏胆碱,可引起生长缓慢,易患胫骨粗短症。郭玉琴等(1996)在基础日粮中蛋氨酸含量0.23%~0.025%、胆碱1000~1200mg/kg条件下,添加甜菜碱部分替代蛋氨酸后,肉仔鸡增重和饲料报酬与对照组无显著差异,不添加氯化胆碱或维生素B₁₂影响肉仔鸡生长。李优琴等(1998)试验表明,在肉仔鸡配合饲料中甜菜碱部分取代蛋氨酸时,可以取得相似的饲养效果,但完全替代则引起肉仔鸡生产性能下降。杨丽杰(2004)研究了不同水平甜菜碱和蛋氨酸对肉鸡生产性能的影响,结果未发现甜菜碱对蛋氨酸有替代作用,但不加蛋氨酸或仅加0.05%甜菜碱导致单位增重的耗料量增高;甜菜碱对蛋氨酸的替代作用可能会受到饲养条件、日粮背景和动物对象等因素影响。高山林(2006)用甜菜碱替代肉鸡日粮中1/2蛋氨酸时,日增重和体重与对照组差异不显著,替代2/3时明显低于对照组,饲料转化率随甜菜碱的适当增加而提高,死亡率随甜菜碱替代量的增加而有所降低。因此饲料生产者不要盲目地用甜菜碱完全代替蛋氨酸和氯化胆碱,而要根据日粮组分确定替代量进行营养平衡。

添加甜菜碱产品类型不同,对肉鸡作用效果不同。臧于明等(1997)在肉仔鸡日粮中,前期用甜菜碱B(50%粗品)替代对照组日粮中1/2的蛋氨酸,饲料转化率最好;后期以甜菜碱产品A(纯品)替代2/3的蛋氨酸效果较好;试验中所用的两种甜菜碱产品在肉仔鸡日粮中对蛋氨酸替代效果无显著差异,但表现出粗品甜菜碱效果好于纯品甜菜碱的趋势。朱建平等(1998)用不同甜菜碱产品替代肉鸡饲料中DL-蛋氨酸,结果50%甜菜碱替代组与对照组相比增重明显($p < 0.05$),料肉比降低,且饲料成本低而收益最

好;甜菜碱盐酸盐替代组和天然甜菜碱替代组与对照组比较增重不明显,料肉比基本相同,收益较差。

在肉鸡日粮中,甜菜碱的添加剂量对应用效果也有影响。在一定添加剂量范围内,随着甜菜碱添加剂量增加,生产性能表现越好。汪以真等(1998)用添加600mg/kg、1300mg/kg、2000mg/kg和2700mg/kg甜菜碱的日粮饲喂肉鸡,明显地提高了雏鸡采食量和日增重,降低了料重比,并随添加剂量的增加呈增强趋势,添加2000mg/kg剂量组效果最为显著。邓跃林等(1998)在基础日粮中分别添加0.05%、0.1%和0.15%甜菜碱,发现可以提高肉鸡增重和饲料转化率,甜菜碱的添加剂量以0.05%较合适;随着甜菜碱添加量的继续增加,增重率降低,饲料报酬变差。占秀安(2001)对肉鸡分别饲以添加0、500、700、1000mg/kg甜菜碱的饲料21d,结果表明1000mg/kg剂量组效果最佳,日增重提高了7.20%($p < 0.05$),料重比降低了6.81%($p < 0.05$);显著改善了肉质,肌肉中肌酸、肌甘酸和肌红蛋白含量分别增加了17.28%($p < 0.01$)、26.92%($p < 0.01$)和9.15%($p < 0.05$)。

肉鸡生长阶段不同,添加甜菜碱的效果可能不同。刘金华等(1998)在肉仔鸡饲料中分别添加0.033%、0.023%和0.019%天然甜菜碱,前期日增重和体重各组间差异不显著;中期试验组日增重和体重好于对照组,差异显著($p < 0.05$);后期试验组日增重较对照组差,差异显著($p < 0.05$),各组各阶段饲料转化率差异不显著;全期成活率提高了3.88个百分点,尤其在中后期表现更为突出。王俊东等(2004)试验结果表明,不同时期添加0.1%甜菜碱可促进肉鸡体增重,降低腹脂率,引起体内脂肪重新分配;前期添加甜菜碱对肉鸡增重效果明显,后期降低腹脂作用显著;甜菜碱具有明显抗脂肪作用;血清生化指标的动态变化证明了肉鸡前期生长发育旺盛,后期脂肪沉积较多;甜菜碱对肉鸡的增重效果短期内明显,最终肉鸡体质量差异各组间逐渐变小。

综上所述,甜菜碱在肉鸡养殖业上具有广阔的应用前景,应该加强研究工作,探讨最适添加剂量和作用机理,尽快推广应用到肉鸡养殖实践中,促进养鸡业的健康迅速发展。

(参考文献略)



《全国兽药 GMP 企业及其产品指南》

由中国动物保健品协会负责编辑出版的《全国兽药 GMP 企业及其产品指南》,在有关单位支持协助下,前后历经三年时间的精心准备,终于与大家见面了。该书收集自农业部实施兽药 GMP 验收以来至二〇〇六年七月,1171家兽药 GMP 企业的信息及其部分农业部批准产品。同时,附有2006年7月至2007年3月通过 GMP 企业认证名录。

该书出版将为所有从事兽药管理、经营、生产的相关人员提供一本有价值的参阅手册,对规范市场、抵制伪劣、确保品质起到良好的作用。目前该书正在征订中,该书定价300元/本,量大可七折。

统一订购请联系:中国动物保健品协会

联系人:王凯 电话:010-64452957 传真:010-64447702

汇款银行信息:开户名:中国动物保健品协会 开户行:农行北京安外大街支行 帐号:041001040009358