

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A23K 1/16 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610050079.4

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100405924C

[22] 申请日 2006.3.29

[21] 申请号 200610050079.4

[73] 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

[72] 发明人 胡彩虹 夏枚生 朱兴一

[56] 参考文献

CN1686789A 2005.10.26

沸石在畜牧养殖及饲料工业中的应用研究
进展. 张伟. 当代畜禽养殖业, 第 12 卷.
2003

维生素和矿物质可改善畜禽肉质. CLAY-
TON, CILL, 著, 王海宏, 编译. 中国畜牧兽
医, 第 30 卷第 2 期. 2003

审查员 陈中伟

[74] 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司
代理人 张法高

权利要求书 1 页 说明书 9 页

[54] 发明名称

控缓释型镁的补镁饲料添加剂及其制备与使用
方法

[57] 摘要

本发明公开了一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂及其制备与使用方法。控缓释型镁的补镁饲料添加剂是一种含活性镁的沸石，按重量百分比计，镁在沸石中的含量为 1.5 ~ 15%。其制备方法是采用镁盐与天然或人工合成沸石的吸附、离子交换反应，经过滤、干燥、粉碎制成。该方法工艺流程简单，生产成本低廉，易于推广实施。由于载体沸石具有很好的生物相容性和胃肠道粘膜亲和性，规则的互通孔道结构和笼状空间，高表面活性和巨大比表面积等特点，使之对所负载的镁具有控缓释作用，从而大大提高了镁的吸收利用率。本发明所制得的控缓释型镁可提高动物抗应激能力和抗病力，促进动物生长，具有抗脂质过氧化的功能，可显著减少猪肉滴水损失，降低肌肉白度，减少 PSE 肉。

1. 一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂的制备方法，其特征在于方法的步骤如下：

1) 将沸石研磨至大于 300 目，加水搅拌均匀，制成浓度为 1%~10%的悬浮浆液；

2) 将含镁量为沸石重量 1.5~15%的镁盐，于搅拌下缓慢加入步骤 1)的悬浮浆液中，检测并调节矿浆的 pH 值为 3.0~6.5，室温反应 4~10 小时；

3) 检测步骤 2)浆液的 pH 值，用碱性溶液调节，使浆液 pH 值为 7.0~8.5；水洗 2~5 次，过滤或离心方法进行脱水，烘干、粉碎至大于 300 目，得到控缓释型补镁饲料添加剂。

2. 根据权利要求 1 所述的一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂的制备方法，其特征在于，所述的镁盐为无机镁盐或有机镁盐。

3. 根据权利要求 2 所述的一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂的制备方法，其特征在于，所述的无机镁盐为氯化镁、硝酸镁或硫酸镁，有机镁盐为醋酸镁、甘氨酸镁、葡萄糖酸镁、天门冬氨酸镁、赖氨酸镁或蛋氨酸镁。

4. 根据权利要求 1 所述的一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂的制备方法，其特征在于所述的碱性溶液为浓度为 0.5~10 mol/L 的氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠、碳酸钾、碳酸氢钠或碳酸氢钾的水溶液。

控缓释型镁的补镁饲料添加剂及其制备与使用方法

技术领域

本发明涉及一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂及其制备与使用方法。

背景技术

镁是动物体内含量仅次于钙、钠、钾，而在细胞内仅次于钾的阳离子，是调节细胞内外钙、钠、钾平衡的重要离子。镁的一些营养学和药用学价值(特别是对心脏的保护作用)已引起国际学者们的普遍关注。随着研究的不断深入，发现镁参与了体内所有的能量代谢，催化或激活300多种酶体系，特别是一系列的ATP酶所必需的辅助因子。机体中器官和生物大分子表面上都有很多阳离子的结合位点，它们与阳离子的结合能力取决于以下两个方面：该阳离子与水结合的能力及其形成的水合物的稳定性。而镁可与6个水分子结合，形成稳定的以镁为核心的八面体结构，因此，二价镁作为体内众多生物大分子表面结合的阳离子，参与多种生理生化作用。

过去对镁营养的研究重点是在反刍动物上。由于成年反刍动物对镁的利用率低、需要量大，因此容易出现缺镁症状，如青草搐搦症。它主要指以放牧为主的反刍动物，由于春天青草中镁的含量低，导致镁摄入量不足引起抽搐、痉挛等症状。对于非反刍动物而言，一般认为玉米—豆粕型日粮中镁的含量均能满足动物需要，正常情况下不会出现缺乏症，镁的作用也因此常常被忽视，成了名副其实的“被遗忘的元素”。近年来一些文献报道，在单胃动物日粮中额外添加镁，特别是有机镁，具有抗应激、提高肉品质和影响脂类代谢等效果。镁对畜牧生产有较直接影响的主要集中在以下几个方面：

(1) 镁与脂质过氧化

有试验表明，大鼠缺镁时，组织和血浆脂蛋白中的脂质过氧化(LPO)程度增加。Gunther等(1995)对离体大鼠肝细胞研究发现，培养液中镁离子浓度降低时，肝细胞丙二醛(MDA)的产量增多。Rayssiguier等(1993)也报道缺镁提高组织的硫代巴比妥酸反应物(TBARS)含量。张桂梅(2001)研究发现，在玉米—豆粕型肉鸡日粮中添加0.1%~0.2%氨基酸态镁可显著降低鸡腿肉的TBARS值。这些研究结果表明，镁可通过直接或间接的途径，起到抗脂质过氧化的作用。

动物屠宰后脂质氧化是肉变质变味的主要原因，并会减少肉中不饱和脂肪酸、脂溶性维生素及色素的含量，产生有毒复合物，如过氧化氢、醛类等，直接影响肉的品质。在实际生产中，镁的抗脂质过氧化的功能会为我们带来一条解决这一问题的途径。

(2) 镁与应激

在生产中，动物会遇到各种应激，应激信号通过脑中中枢刺激促肾上腺皮质激素(ACTH)的产生，从而促进肾上腺激素的分泌，包括肾上腺素和去甲肾上腺素(合称儿茶酚胺类激素)。儿茶酚胺会促进细胞内第二信使环磷酸腺苷(cAMP)合成和糖酵解。镁一方面能减少血浆中应激类激素的产生，先后顺序为：儿茶酚胺—皮质醇和醛固酮—睾丸激素和雌二醇，降低机体

对应激的敏感性；另一方面提高能量的利用效率，从而可能提高生产效率。

Kaemmerer 等(1985)发现,临屠宰前注射天门冬氨酸镁可降低猪血中儿茶酚胺和皮质醇的浓度。在应激环境中使用葡萄糖酸镁可显著减少大鼠血清中的儿茶酚胺和皮质醇的浓度。有机镁还可降低血浆中去甲肾上腺素含量。

应激产生的直接后果是生产性能的下降,还可导致 PSE 肉的产生,每年都给畜牧业带来极大的损失。试验结果发现,在饲料中添加 0.12%天冬氨酸镁可显著减少猪肉的滴水损失,降低肌肉白度,减少 PSE 肉。在屠宰前 5 天使用天冬氨酸镁,发现试验猪的肌肉红值升高,并显著减少了屠宰后胴体的起始温度,说明猪只死后肌肉中糖分解速度降低,产生的热量减少;并且还发现添加高剂量的天冬氨酸镁(相当于 4g 镁/头·天)显著减少了肌肉的滴水损失。在家禽上也有相关的报道,在热应激环境中给蛋鸡注射 40mg 天冬氨酸镁,能够显著减轻热应激引起的体重损失。屠宰前,在火鸡饮水中添加天冬氨酸镁,可减少肌肉的白值(通常被认为是由应激引起),改善了肉品质。张桂梅(2001)发现添加氨基酸镁可增加肉鸡肌肉的亮值;Apple 等(2000)报道添加 2.5%的云母镁(magnesium mica)可增加猪肉的红度,增强肌肉颜色等。

(3) 镁与脂类代谢

日粮中的镁可影响到脂类的代谢。首先,低血镁可导致血清三酰甘油酯和胆固醇的浓度提高。如 Tayssiguier 等(1981)研究表明,大鼠缺镁后血浆中三酰甘油酯和游离胆固醇含量显著升高,并且肝中糖原含量显著降低,肝中三酰甘油酯增加。Rayssiguier 等(1991)还发现大鼠采食缺镁日粮导致高血脂,并且在低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白中磷脂和胆固醇的含量显著增加,但在高密度脂蛋白中的含量却有所降低;乳糜微粒、低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白、高密度脂蛋白中三酰甘油酯含量显著增加。镁的缺乏导致儿茶酚胺的分泌增加,通过 B-肾上腺素能的作用,激活腺苷酸环化酶,从而提高 cAMP 的合成量,cAMP 激活脂肪组织的三酰甘油酯脂肪酶,脂解作用增加,游离脂肪酸形成增加,进入血液中后被运到肝组织中,从而提高脂肪合成。Apple 等(2000)在猪日粮中添加 0.1%云母形式结合的镁(magnesium mica)发现,处理组第十根肋骨处的脂肪厚度要小于对照组。Fred 等(1993)则发现日粮中添加 247mg/kg 的镁,可抵消由于日粮添加了黄油而导致的血浆总胆固醇的升高,并且可显著降低血浆中花生四烯酸的含量。镁对细胞膜上的脂类代谢也有作用,进而影响细胞膜的流动性及细胞膜的功能。Tongyai 等(1989)发现,缺镁提高红细胞膜的流动性;而对红细胞膜成分的检测结果表明,胆固醇(C)含量显著降低,鞘磷脂(SM)比例显著减少但磷脂(PL)总量及卵磷脂(PC)比例没有变化。而鞘磷脂和胆固醇正是使细胞膜僵化的物质,卵磷脂则使之液化,C/PL 和 SM/PC 的比值是膜流动性的指标,C/PL 和 SM/PC 比例的降低即说明了红细胞膜的流动性的增加。

(4) 镁的其它功能

镁之所以受到人们的重视,还得益于其诸多的药理学功能,除了对心血管疾病的治疗和预防上的显著疗效,如治疗心肌梗塞、心力衰竭和高血压外,研究还发现镁对慢性呼吸道疾病(哮喘、肺心病)、消化疾病(肠炎、肝炎)以及内分泌失调(被认为是胰岛素的第二信使)等疾

病都有一定的疗效。而在畜牧业中,这些方面的研究工作和应用还未曾涉及,是否有借鉴作用还有待进一步的研究。

(5) 镁源、生物利用率及其毒性

商品化镁源包括:无机镁(碳酸镁、七水硫酸镁,一水硫酸镁,氧化镁,氯化镁)和有机镁(葡萄糖酸镁、天门冬氨酸镁、镁蛋白盐等)。碳酸镁中的镁很难被胃肠道吸收。硫酸镁、氯化镁等镁盐中的镁易吸收,但是由于镁的轻泻作用、硫的数量及氯化物等因素限制了其在日粮中的用量。研究报道,天门冬氨酸镁、镁蛋白盐等有机镁的生物学利用率要优于无机镁。

有关镁毒性的研究还不多。Lee 等(1979)认为日粮中镁过量主要是影响了磷的吸收和利用。NRC(1977)对镁(碳酸镁)在家禽中的中毒剂量定为 6000mg/kg,1988 年版的 NRC 几乎没有变化。而在猪上,直到 1988 年 NRC 都没有明确的中毒剂量。此外,近年来由于有机镁的使用,镁的毒性大大降低,其使用的安全性也有了很大提高。

控缓释系统对药物、农药、肥料、香料的释放部位、速度和方式具有选择性和可控性,可实现目标物的靶向传输和控缓释,提高其利用率和作用效果,控缓释体系的研究和应用将给相关行业带来新的技术革命。控缓释技术在饲料添加剂的研究开发方面也展现了巨大的应用前景和理论意义,它可推动产品的高性能化与环境友好化,将在新的层次上为畜牧业可持续发展提供物质和技术保证。

控缓释技术的关键是控释载体的选择。沸石是一类天然存在或人工合成的具有规则孔道结构的硅铝酸盐,其化学组成为: $M_{2/n} \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$, 其中 M 代表金属阳离子, n 为金属阳离子的价态, x 为硅铝比, y 为饱和水分子数。天然沸石因成矿条件不同而结构复杂,人工合成的沸石分子筛结构简单、可控。构成分子筛最基本的结构单元 TO_4 (T=Si、Al 或其它元素)四面体经由氧桥不仅可以相互连接成四元、六元等单元环,还可以进一步联成双环,这些单、双环的进一步联结便形成笼状或不同维数孔道体系等形形色色的多孔沸石材料骨架结构。例如八元氧环体系包括毛沸石、菱沸石、 α -沸石,这些沸石为介孔材料,孔道体系中包含互相连通的超笼;十元环体系又称中孔沸石,包括天然的浊沸石和大量的人工合成高硅沸石,它们的骨架结构中含有五元氧环,孔道体系大部分是非交叉的单孔道;双孔道体系沸石具有十二元和八元氧环开孔或十元和八元氧元开孔的内部连通孔道,如斜发沸石、丝光沸石、辉沸石等,这类沸石具有介孔和微孔两种孔径。由于沸石具有很好的生物相容性和胃肠道粘膜亲和性,规则的互通孔道结构和笼状空间,高表面活性和巨大比表面积等特点,使之十分适合作为控缓释载体。

发明内容

本发明的目的是提供一种控缓释型镁的补镁饲料添加剂及其制备与使用方法。

控缓释型镁的补镁饲料添加剂是采用镁盐与天然或人工合成沸石经吸附、离子交换反应制备而成的一种含活性镁的沸石,按重量百分比计,镁在沸石中的含量为 1.5~15%。

控缓释型镁的补镁饲料添加剂的制备方法包括以下步骤:

- 1) 将沸石研磨至大于 300 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 1%~10% 的悬浮浆液;
- 2) 将含镁量为沸石重量 1.5~15% 的镁盐, 于搅拌下缓慢加入步骤 1) 的悬浮浆液中, 检测并调节矿浆的 pH 值为 3.0~6.5, 室温反应 4~10 小时;
- 3) 检测步骤 2) 浆液的 pH 值, 用碱性溶液调节, 使浆液 pH 值为 7.0~8.5; 水洗 2~5 次, 过滤或离心脱水;
- 4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至大于 300 目, 得到控缓释型补镁饲料添加剂。

本发明所说的沸石可以是天然或人工合成沸石。合成沸石为市售商品或采用已知的制备方法制备, 其制备技术是众所周知的。

镁盐为无机镁盐或有机镁盐, 无机镁盐可为氯化镁、硝酸镁或硫酸镁, 有机镁盐可为醋酸镁、甘氨酸镁、葡萄糖酸镁、天门冬氨酸镁、赖氨酸镁或蛋氨酸镁。。所说的碱性溶液为浓度为 0.5~10 mol/L 的氢氧化钠、氢氧化钾、碳酸钠、碳酸钾、碳酸氢钠或碳酸氢钾的水溶液。

制备方法的浆液脱水工艺, 可因地制宜, 选用离心或过滤等方法进行脱水。脱水后所得的滤饼可使用常规烘干设备干燥。烘干后的控缓释型补镁饲料添加剂为块状, 可选用常规粉碎设备粉碎至粒度大于 300 目。

控缓释型镁的补镁饲料添加剂的使用方法: 按以下添加剂量拌入畜禽、水产动物、牛、羊饲料中(以镁计): 猪 150~3500 mg/kg, 肉鸡、肉鸭 100~2500 mg/kg, 蛋鸡、蛋鸭 100~1000 mg/kg, 鱼 30~50 mg/kg, 甲鱼 200~700 mg/kg, 虾 50~100 mg/kg, 犊牛 500~1000 mg/kg, 泌乳奶牛 500~2000 mg/kg。

本发明具有以下优点:

(1) 由于载体沸石具有很好的生物相容性和胃肠道粘膜亲和性, 规则的互通孔道结构和笼状空间, 高表面活性和巨大比表面积等特点, 使之对所负载的镁具有控缓释作用, 从而大大提高了镁的吸收利用率。

(2) 本发明采用镁盐与天然或人工合成沸石的吸附、离子交换反应, 经过滤、干燥、粉碎制成含活性镁的沸石, 该方法工艺流程简单, 生产成本低廉, 易于推广实施。

(3) 本发明的补镁饲料添加剂易于与饲料混合, 形成均匀分散系, 使用方便。

(4) 本发明所制得的控缓释型镁可提高动物抗应激能力和抗病力, 促进动物生长, 具有抗脂质过氧化的功能, 可显著减少猪肉滴水损失, 降低肌肉白度, 减少 PSE 肉。

具体实施方式

本发明结合以下实例作进一步的说明。

实施例 1

1) 将市售的 ZSM-5 型沸石分子筛研磨至 300 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 5% 的悬浮浆液;

2) 将含镁量为沸石重量 5% 的氯化镁于搅拌下缓慢加入步骤 1) 的悬浮浆液中, 检测并调节矿浆的 pH 值为 4.5, 室温反应 6 小时;

3) 检测步骤 2)浆液的 pH 值, 用 10 mol/L 的氢氧化钠水溶液调节, 使浆液 pH 值为 7.5; 水洗 3 次, 过滤脱水;

4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 300 目, 得到控缓释型补镁剂, 按重量百分比计, 镁在沸石中的含量为 5%。

控缓释型镁和无机镁对肉鸡的应用效果研究:

以肉仔鸡为实验动物, 研究了控缓释型镁和无机镁的不同添加水平对肉仔鸡生产性能、骨骼发育和肉品质的影响。

试验选用 720 只 1 日龄健康艾维茵公雏, 分为 0~21 日龄和 22~42 日龄两个阶段饲养, 饲喂玉米-豆粕型日粮(前期和后期基础日粮镁含量分别为 0.19%和 0.21%)。随机分成 9 个处理组, 其中包括一个对照组, 五个氧化镁组(以氧化镁的形式在日粮中添加 0.05%、0.1%、0.2%、0.4%、0.8%的镁)和三个控缓释型镁组(以控缓释型镁的形式在日粮中添加 0.05%、0.1%、0.2%的镁, 每个处理 4 个重复。研究不同镁源及不同镁添加水平对不同日龄肉仔鸡生产性能、体液免疫、胫骨发育、血液生化指标、肉品指标的影响。

结果如下:

(1) 不论以控缓释型镁形式还是无机镁形式在日粮中添加 0.2%水平镁, 对生产性能没有显著影响($p>0.05$)。以氧化镁的形式在日粮中添加 0.4%和 0.8%水平镁, 肉仔鸡日增重、日采食量和饲料报酬显著低于对照组和其它镁处理($p<0.05$)。

(2) 粪便含水率随着日粮氧化镁添加量的增加而增加, 添加 0.2%, 0.4%和 0.8%氧化镁形式的镁, 粪便含水率显著高于对照组($p<0.05$); 0.2%控缓释型镁形式镁对粪便含水率没有显著影响($p>0.05$)。

(3) 肉仔鸡腿肉 pH 随着日粮中控缓释型镁形式镁添加量的增加而升高, 0.2%的控缓释型镁形式镁组腿肉 pH 显著高于对照组($p<0.05$), 氧化形式镁对腿肉的 pH 没有显著影响($p>0.05$)。

(4) 随着日粮镁添加量的增加鸡腿肉 TBARS 值呈下降趋势, 0.1%、0.2% 镁添加组显著低于对照组($p<0.05$), 在相同镁添加水平下, 控缓释型镁组优于氧化镁组, 但两者之间无显著性差异。随着日粮中镁添加量的增加, 腿肉亮值增加, 蓝值下降。在相同镁添加水平下, 控缓释型镁组亮值高于氧化镁处理组, 0.2%控缓释型镁组亮值显著高于对照组($p<0.05$)。

(5) 日粮中添加控缓释型镁和氧化镁对 BSA 抗体效价无显著影响($p>0.05$)。

(6) 随着日粮中镁添加量的增加, 血清镁、磷含量呈上升趋势, 在相同镁添加水平下, 控缓释型镁组血清镁、磷含量高于氧化镁组。随着日粮中氧化镁添加量的增加, 0~19 日龄肉仔鸡血清钙呈下降趋势, 氧化镁对后期血清钙无显著影响。随着控缓释型镁添加量的增加, 血清钙呈上升趋势, 0.1%、0.2% 控缓释型镁形式镁添加组血清钙显著高于对照组($p<0.05$)。

(7) 日粮中镁添加量在 0.2%以内时, 对胫骨生长发育没有影响。胫骨镁含量随着镁添加量的增加而增加, 在镁水平相同时, 控缓释型镁组胫骨镁的沉积高于氧化镁组。胫骨中钙的沉积不受镁的来源和镁添加浓度的影响。氧化镁对胫骨磷沉积影响不显著, 控缓释型镁显著

增加胍骨磷的含量($p < 0.05$)。

实施例 2

1) 将产自浙江缙云的斜发沸石研磨至 500 目,加水搅拌均匀,制成浓度为 10% 的悬浮浆液;

2) 将含镁量为沸石重量 2%的醋酸镁于搅拌下缓慢加入步骤 1)的悬浮浆液中,检测并调节矿浆的 pH 值为 3.0,室温反应 4 小时;

3) 检测步骤 2)浆液的 pH 值,用 0.5 mol/L 的碳酸钠水溶液调节,使浆液 pH 值为 7.0;水洗 4 次,过滤脱水;

4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 600 目,得到控缓释型补镁剂,按重量百分比计,镁在沸石中的含量为 2%。

控缓释型镁对肉鸡机体组织抗氧化机能的影响:

280 只 42 日龄的艾维茵肉雏鸡,随机分成 2 组(对照组和添加 200 mg/kg 镁的控缓释型镁组),每组 5 个重复,每个重复 28 只鸡。采用 3 层笼养,自由采食、饮水,其它管理如常规。为了增加环境应激的强度,使用加热的方式,使室温保持在 31~34℃之间。49 日龄翅静脉采血,用肝素抗凝,3 000 g 离心制成血浆。采血后屠宰,取肝脏、心脏和右侧胸肌,用液氮速冻后,于-20℃ 的冰箱中冷冻保存。检测前解冻,制成 10%的匀浆,进行各种生化指标测定。

生化指标的测定:肝脏、肌肉和心脏组织匀浆以及血浆中蛋白含量;肝组织匀浆中的总谷胱甘肽(GSH);肝和肌肉组织匀浆中丙二醛(MDA);肝组织匀浆和血浆谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px) 酶活;肝脏和心脏组织匀浆过氧化氢酶(CAT)酶活;肝组织总抗氧化力(TAOC)。

试验结果表明:日粮中使用控缓释型镁可提高肝脏和心脏中过氧化氢酶的活性($P < 0.05$),增加肝脏中谷胱甘肽的合成量($P < 0.01$),减少肌肉和肝脏中丙二醛的产生量($P < 0.01$)。

丙二醛是体内自由基攻击生物膜中多不饱和脂肪酸,引发脂质过氧化产生的一类较稳定的脂质过氧化物。组织中丙二醛的含量则反映了机体脂质过氧化的程度。有关镁对脂质过氧化影响的研究近年来报道较多。镁可通过直接或间接的途径,起到抗脂质过氧化的作用。本试验结果表明控缓释型镁具有抗脂质过氧化的作用。

谷胱甘肽是体内一种重要的抗氧化物质,对自由基的清除具有重要作用。已有很多研究发现,镁对动物体内谷胱甘肽的含量有显著的影响。本试验使用控缓释型镁后显著提高了肝脏组织中谷胱甘肽的含量,这从另一面证明了镁对谷胱甘肽的合成有显著的影响。

总抗氧化能力是指由谷胱甘肽过氧化物酶、过氧化氢酶等酶促体系和由维生素 E、谷胱甘肽、VC 等组成的非酶促体系总的抗氧化能力。该体系防止氧化作用主要通过三条途径:1)消除自由基和活性氧,避免引发脂质过氧化;2)分解过氧化物,阻断过氧化链;3)除去催化作用的金属离子。本试验的结果表明:过氧化氢酶活性的提高、谷胱甘肽合成的增加是肝脏和胸肌中丙二醛含量减少的主要原因;控缓释型镁有提高肝脏总抗氧化能力的趋势。

实施例 3

预备:根据“温和条件下介孔分子筛 MCM-41 的修饰与表征”(郑珊,高濂,郭景坤.无

机材料学报, 2000, 15 (5): 844-848) 的方法制备介孔分子筛 MCM-41。

1) 将预备步骤中得到的介孔分子筛 MCM-41 研磨至 300 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 1% 的悬浮浆液;

2) 将含镁量为 MCM-41 重量 10% 的硝酸镁于搅拌下缓慢加入步骤 1) 的悬浮浆液中, 检测并调节矿浆的 pH 值为 6.5, 室温反应 10 小时;

3) 检测步骤 2) 浆液的 pH 值, 用 5 mol/L 的氢氧化钾水溶液调节, 使浆液 pH 值为 8.5; 水洗 5 次, 离心脱水;

4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 400 目, 得到控缓释型补镁剂, 按重量百分比计, 镁在 MCM-41 中的含量为 10%。

饲料短期高剂量添加控缓释型镁对猪肉品质的影响:

本试验选用 48 头 95kg 左右体重的要杜长大三元杂商品猪, 研究了在屠宰前 7 天的饲料中添加高剂量控缓释型镁对猪肉品质的影响。镁的添加水平为 1500 mg/kg, 2500mg/kg 和 3500mg/kg, 另设一对照组, 其饲料中不添加控缓释型镁。饲料营养水平为 13.4 MJ DE/kg, 13.19%CP。从屠宰前 7 天开始, 将 48 头猪随机分到 2 个处理中, 每个处理 3 个重复, 每个重复 8 头。试验结束时, 每处理选 6 头猪屠宰, 测定胴体性状和肌肉品质。

试验结果表明: 屠宰前 7 天饲料添加控缓释型镁提高了猪肉品质, 极显著提高了背最长肌和血清中镁的含量($p < 0.01$); 显著提高了猪的初始 pH 值和最终 pH 值($P < 0.05$); 对肉色评分改善显著($P < 0.05$); 显著降低了滴水损失($p < 0.05$); 但对猪的屠宰率、瘦肉率、背膘厚、眼肌厚度和胶原蛋白含量等无显著影响($P > 0.05$)。回归分析结果表明: 当镁的添加量在 2500~3200mg/kg 时, 对 pH 值、滴水损失和肉色的改善作用达到最大。

猪肉的感官品质对消费者来说是处于第一位的, 所以提高猪肉的品质特别是感官品质是营养学家面临的重要课题。本试验结果表明: 宰前 7 天在猪饲料中添加控缓释型镁能提高猪肉的品质, 能提高镁在血清和肌肉中的存留量, 提高猪肉的初始 pH 值和最终 pH 值, 改善猪肉的肉色, 降低猪肉的滴水损失。已有研究报道, 有机镁对猪肉品质有改善作用, 但有机镁价格比较昂贵, 而且天冬氨酸镁在美国还被禁止使用, 因此, 本发明控缓释型镁在改善猪肉品质上具有应用前景。

实施例 4

1) 将市售的 4A 型沸石分子筛研磨至 400 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 8% 的悬浮浆液;

2) 将含镁量为沸石重量 1.5% 的甘氨酸镁于搅拌下缓慢加入步骤 1) 的悬浮浆液中, 检测并调节矿浆的 pH 值为 4.0, 室温反应 6 小时;

3) 检测步骤 2) 浆液的 pH 值, 用 2 mol/L 的碳酸钾水溶液调节, 使浆液 pH 值为 7.5; 水洗 2 次, 离心脱水;

4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 500 目, 得到控缓释型补镁剂, 按重量百分比计, 镁在沸石中的含量为 1.5%。

控缓释型镁对 AA 尼罗罗非鱼的应用效果:

选取平均体重为 3.90g 左右的健康尼罗罗非鱼, 用 2.5% 的食盐水进行浸浴消毒, 暂养 14d 后称重, 随机分为 3 组: 分别为空白对照、40 mg/kg 硫酸镁和 40 mg/kg 控缓释型镁。试验期为 8 周。试验鱼在密闭式过滤循环系统的水族箱(100cm×50cm×50cm)中饲养, 实际水体积为 175L。每箱放养 30 尾。以充分曝气除氯后的自来水为水源, 每个水族箱配置一个 10 L/min 的滤清器, 水温为 25~28℃, ACO-318 型空气压缩机 24 h 增氧, 水中溶解氧为 6.5~8.0 mg/L, pH 为 7.2~7.4。每天排污, 排水 1/3。投喂的饲料以天平称重, 精确到 0.01 g, 每天投喂 2 次, 每天 8: 00 和 16: 00 两次投饵。日投饵率为体重的 3.5%。投饵 30 min 后将剩饵吸出, 烘干称重。在空白对照水族箱中测定饵料的溶失率, 以校对剩饵的重量。每两周称重一次, 调节投饵量。每天观察鱼的健康状况, 记录投饵量、剩饵量及死亡尾数。生长性能见表 2:

表1 尼罗罗非鱼生长性能

Index	Treatment		
	空白对照	40 mg/kg硫酸镁	40 mg/kg控缓释型 镁
日增重(DWG), g	0.45±0.02 ^b	0.46±0.03 ^b	0.51±0.04 ^a
特定生长率(SGR), %	3.52±0.04 ^b	3.56±0.10 ^b	3.74±0.13 ^a
蛋白质效率(PER)	1.44±0.18	1.47±0.23	1.52±0.07
饵料系数(FCR)	1.37±0.09	1.35±0.12	1.31±0.10
存活率(SR), %	94.41±1.92	95.61±1.81	96.70±3.13

由表 1 可见, 控缓释型镁显著提高了罗非鱼日增重和特定生长率($P<0.05$); 而同等添加剂量的硫酸镁虽有提高罗非鱼生长性能的趋势, 但是差异不显著($P>0.05$)。

实施例 5

- 1) 将产自广西的红辉沸石研磨至 600 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 4% 的悬浮浆液;
- 2) 将含镁量为沸石重量 2.5% 的天门冬氨酸镁于搅拌下缓慢加入步骤 1) 的悬浮浆液中, 检测并调节矿浆的 pH 值为 4.5, 室温反应 10 小时;
- 3) 检测步骤 2) 浆液的 pH 值, 用 6 mol/L 的氢氧化钠水溶液调节, 使浆液 pH 值为 7.0; 水洗 4 次, 离心脱水;
- 4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 600 目, 得到控缓释型补镁剂, 按重量百分比计, 镁在沸石中的含量为 2.5%。

实施例 6

- 预备: 根据“无胺法合成高硅铝比和高结晶度的 ZSM-5 沸石分子筛”(项寿鹤, 刘述全, 王敬中, 李赫喧等. 国家发明专利授权公告号 1046922C) 的方法制备 ZSM-5 沸石分子筛。
- 1) 将预备步骤中得到的 ZSM-5 沸石分子筛研磨至 300 目, 加水搅拌均匀, 制成浓度为 2% 的悬浮浆液;

2) 将含镁量为沸石重量 15%的葡萄糖酸镁于搅拌下缓慢加入步骤 1)的悬浮浆液中,检测并调节矿浆的 pH 值为 4.5, 室温反应 4 小时;

3) 检测步骤 2)浆液的 pH 值, 用 6 mol/L 的氢氧化钾水溶液调节, 使浆液 pH 值为 8.0; 水洗 4 次, 离心脱水;

4) 将步骤 3) 所得的滤饼烘干、粉碎至 400 目, 得到控缓释型补镁剂, 按重量百分比计, 镁在沸石中的含量为 15%。