



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102578388 A

(43) 申请公布日 2012.07.18

(21) 申请号 201210030288.8

(22) 申请日 2012.02.12

(71) 申请人 南京农业大学

地址 210095 江苏省南京市玄武区卫岗1号

(72) 发明人 周岩民 张婷婷 王龙昌

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 徐冬涛 李晓峰

(51) Int. Cl.

A23K 1/16 (2006.01)

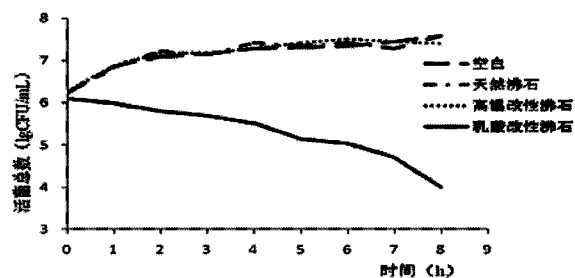
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种饲用乳酸改性沸石及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明公开了一种饲用乳酸改性沸石,该改性沸石以乳酸和天然沸石为原料,经振荡或搅拌、过滤、洗涤、干燥和粉碎过程制备而成。具体采用以下步骤步骤制备:(1)向天然沸石中,按质量体积比(W/V)1:4~10加入质量百分浓度为10%~50%的乳酸溶液;(2)将步骤(1)制备的混合液在20~80℃条件下振荡或搅拌2~8小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;(3)将洗涤后的滤渣在65~105℃条件下干燥后,粉碎即得乳酸改性沸石。该饲用乳酸改性沸石应用于畜禽饲料中,可全部或部分替代抗生素,防治大肠杆菌、沙门氏菌等细菌感染引起的肠道疾病,可以改善肠道的微生物环境、保护肠道健康、提高畜禽的生产性能。



1. 一种饲用乳酸改性沸石,其特征在于以乳酸和天然沸石为原料,经振荡或搅拌、过滤、洗涤、干燥和粉碎过程制备而成。
2. 根据权利要求1所述的饲用乳酸改性沸石,其特征在于采用如下详细步骤制备:
 - (1) 向天然沸石中,按质量体积比(W/V)1 : 4 ~ 10 加入质量百分浓度为10% ~ 50%的乳酸溶液;
 - (2) 将步骤(1)制备的混合液在20 ~ 80℃条件下振荡或搅拌2 ~ 8小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;
 - (3) 将洗涤后的滤渣在65 ~ 105℃条件下干燥后,粉碎即得乳酸改性沸石。
3. 根据权利要求2所述的饲用乳酸改性沸石,其特征在于所述的乳酸溶液的质量百分浓度为20% ~ 40%。
4. 根据权利要求2所述的饲用乳酸改性沸石,其特征在于步骤(3)中将洗涤干燥后的滤渣粉碎至80 ~ 200目筛。
5. 根据权利要求1 ~ 2中任意一项所述的饲用乳酸改性沸石,其特征在于所述的天然沸石中斜发沸石含量不低于60%。
6. 一种饲用乳酸改性沸石的制备方法,其特征在于包括以下步骤:
 - (1) 向天然沸石中,按质量体积比(W/V)1 : 4 ~ 10 加入质量百分浓度为10% ~ 50%的乳酸溶液;
 - (2) 将步骤(1)制备的混合液在20 ~ 80℃条件下振荡或搅拌2 ~ 8小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;
 - (3) 将洗涤后的滤渣在65 ~ 105℃条件下干燥后,粉碎即得乳酸改性沸石。
7. 根据权利要求6所述的饲用乳酸改性沸石的制备方法,其特征在于所述的乳酸溶液的质量百分浓度为20% ~ 40%。
8. 根据权利要求6所述的饲用乳酸改性沸石的制备方法,其特征在于步骤(3)中将洗涤干燥后的滤渣粉碎至80 ~ 200目筛。
9. 根据权利要求6所述的饲用乳酸改性沸石的制备方法,其特征在于所述的天然沸石中斜发沸石含量不低于60%。
10. 权利要求1 ~ 4中任意一项所述的饲用乳酸改性沸石在制备畜禽全价配合饲料中的应用,其特征在于所述的饲用乳酸改性沸石在畜禽全价配合饲料中的添加量为饲料重量的0.2% ~ 2%。

一种饲用乳酸改性沸石及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于饲料领域,具体涉及一种饲用乳酸改性沸石及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 畜禽生产中常见的细菌性病原微生物有致病性大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等。当动物肠道受到细菌性病原微生物及其毒素威胁时,胃肠道黏膜结构容易受到损伤,导致肠道基本生理功能的紊乱,使病原微生物易突破物理屏障入侵宿主引发疾病。对于畜禽各种肠道细菌性疾病通常采用在饲料中添加抗生素进行预防,但由于抗生素残留和细菌耐药性问题,迫切需要寻求安全、高效的抗生素替代品。

[0003] 沸石是呈架状结构的多孔性含水铝硅酸盐晶体的总称,由硅铝氧四面体相互连接形成架状硅铝氧骨架,可形成岛状、链状、片状或空间网络结构,其独特的晶体结构使其具有良好的选择吸附、阳离子交换、催化激活、耐酸、热稳定性和分子筛等物理化学性质和功能特性,作为吸附剂、分子筛、缓释载体等已在许多领域中得到了广泛应用。沸石添加到畜禽饲料中,能减缓食物通过消化道的速度,并可降低氨等有害物质对小肠上皮细胞的损伤,从而有利于营养物质的充分消化吸收;同时沸石在液体环境中可以释放许多机体必需矿物质,发挥提供营养物质的功能。沸石在动物消化道环境中通过螯合作用、分子间作用力、阳离子交换作用等与毒素分子的某些基团发生作用,适于吸附带有极性基团的毒素,或者在吸附过程中使毒素结构发生可逆或不可逆的改变,使其毒性降低或消失。沸石的晶体结构在动物胃肠道内不会被破坏而具有吸附和离子交换作用,可选择性地吸附动物消化道内的 NH_3 、 H_2S 、 CO_2 等气体,从而改善消化道内环境。沸石对 NH_3 具有极强的吸附作用,可维持动物肠道较低的pH值,从而使消化道的 NH_3 变成 NH_4^+ 离子而被动物用来合成氨基酸和蛋白质,提高了氮的利用率;同时降低了 NH_3 对消化道的有害刺激及毒性,减少其吸收,减轻肝、肾脏对氨的解毒负担,并可降低粪氨及水分排出,吸附畜舍环境中的 NH_3 、 H_2S 等气体,改善畜禽饲养环境,增加舍内氧气浓度,因此有益于动物的健康生长。已有研究报道表明,沸石对霍乱弧菌毒素和大肠埃希氏菌肠毒素具有吸附作用(Ramu J, Clark K, Woode G, Sarr A, Phillips T. Adsorption of cholera and heat-labile Escherichia coli enterotoxins by various adsorbents: an in vitro study. Journal of Food Protection, 1997, 60: 358 ~ 362);沸石可影响培养液中埃希氏大肠杆菌、乳酸菌和粪链球菌数(王世荣,任俊源. 沸石对肠道菌的作用[J]. 中国兽医杂志, 1991, 17(4): 24 ~ 25);沸石在2 ~ 12小时内可将一定数量的禽霍乱杆菌、绿脓杆菌和金色葡萄球菌完全吸附;在6h内可将大肠杆菌和雏鸡白痢菌完全吸附(阴天榜. 沸石的药理与应用[J]. 河南农业科学, 1987, (3): 22 ~ 24)。但是,沸石的抑菌浓度比较高,且对多种细菌无明显的抗菌性或抗菌性不强。

[0004] 乳酸是一种常见的饲用有机酸,常作为复合酸化剂的主要成分添加于畜禽饲料中,保持消化道内低pH值的酸度,保证消化酶的活性,有助于营养物质的消化吸收利用,同时具有增强机体免疫和抗应激能力的作用。有害菌适宜pH环境大多偏碱性,乳酸通过有害菌细胞膜,在碱性细胞液内解离出 H^+ 和酸根离子,降低细胞内pH,干扰细菌酶的合成和DNA

的复制,抑制有害菌群的数量。细胞为了恢复自身的 pH 平衡,释放质子,消耗自身能量,将细胞内的 H⁺ 转运出去,造成细胞大量能量损耗;此外酸根离子积蓄也会直接干扰、阻断细胞核内 DNA 的合成;乳酸的这种双重作用机制,有效地抑制了病原菌的繁殖。乳酸也可作为糖异生的原料,为机体活动提供能量来源。

[0005] 天然沸石单独使用的抑菌效果不够强,而乳酸直接添加于饲料中,易被饲料中碱性成分中和,且肉鸡消化道具有较强的缓冲作用,没有经过保护处理的酸化剂难以全部有效到达肠道发挥酸化作用,造成营养的损失。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种饲用乳酸改性沸石,同时充分发挥天然沸石和乳酸的功能作用,可全部或部分替代抗生素,防治大肠杆菌、沙门氏菌等细菌感染引起的肠道疾病,可以改善肠道的微生物环境、保护肠道健康、提高畜禽的生产性能。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种饲用乳酸改性沸石的制备方法。

[0008] 本发明的又一目的在于提供饲用乳酸改性沸石的应用。

[0009] 本发明的技术方案可以通过如下技术方案实现:

[0010] 一种饲用乳酸改性沸石,其在于以乳酸和天然沸石为原料,经振荡或搅拌、过滤、洗涤、干燥和粉碎过程制备而成。

[0011] 上述的饲用乳酸改性沸石,其在于采用如下详细步骤制备:

[0012] (1) 向天然沸石中,按质量体积比 (W/V, g/mL) 1 : 4 ~ 10 加入质量百分浓度 (W/W, g/g) 为 10% ~ 50% 的乳酸溶液;乳酸溶液的质量百分浓度优选为 20% ~ 40%。

[0013] (2) 将步骤 (1) 制备的混合液在 20 ~ 80℃ 条件下振荡或搅拌 2 ~ 8 小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;

[0014] (3) 将洗涤后的滤渣在 65 ~ 105℃ 条件下干燥后,粉碎至 80 ~ 200 目筛即得乳酸改性沸石。

[0015] 上述的饲用乳酸改性沸石,其在于所述的天然沸石中斜发沸石含量不低于 60%,所述的乳酸为饲料用或食品用或安全的工业乳酸产品。

[0016] 一种饲用乳酸改性沸石的制备方法,其在于包括以下步骤:

[0017] (1) 向天然沸石中,按质量体积比 (W/V, g/mL) 1 : 4 ~ 10 加入质量百分浓度 (W/W, g/g) 为 10% ~ 50% 的乳酸溶液;乳酸溶液的质量百分浓度优选为 20% ~ 40%。

[0018] (2) 将步骤 (1) 制备的混合液在 20 ~ 80℃ 条件下振荡或搅拌 2 ~ 8 小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;

[0019] (3) 将洗涤后的滤渣在 65 ~ 105℃ 条件下干燥后,粉碎至 80 ~ 200 目筛即得乳酸改性沸石。

[0020] 上述的饲用乳酸改性沸石的制备方法,其在于所述的天然沸石中斜发沸石含量不低于 60%,所述的乳酸为饲料用或食品用或安全的工业乳酸产品。

[0021] 上述的饲用乳酸改性沸石在制备畜禽全价配合饲料中的应用,其在于所述的饲用乳酸改性沸石在畜禽(猪、鸡、鸭)全价配合饲料中的添加量为饲料重量的 0.2% ~ 2%。

[0022] 本发明的有益效果为:

[0023] 天然沸石是一种吸附剂,以它为载体,长效无毒副作用且价格低廉,而乳酸具有很强的抗菌能力。本发明通过将天然沸石负载乳酸,将它们有效地结合起来,可克服它们单独使用时的缺点,充分发挥天然沸石和乳酸的功能特性。

[0024] 该饲用乳酸改性沸石应用于畜禽饲料中,可全部或部分替代抗生素,防治大肠杆菌、沙门氏菌等细菌感染引起的肠道疾病,可以改善肠道的微生物环境、保护肠道健康、提高畜禽的生产性能。

附图说明

[0025] 图 1 不同浓度乳酸溶液改性沸石对各指标的影响。

[0026] 图 2 不同时间乳酸溶液改性沸石对各指标的影响。

[0027] 图 3 不同温度乳酸溶液改性沸石对各指标的影响。

[0028] 图 4 不同沸石抑菌效果比较。

[0029] 图 5 不同添加量乳酸改性沸石抑菌效果比较。

具体实施方式

[0030] 下面结合实施例对本发明作进一步说明,但本发明不受其限制。实施例 1:饲用乳酸改性沸石的制备

[0031] 为了摸索最佳的改性条件,进行了单因素及正交试验,具体步骤和结果如下所示;其中,天然沸石中斜发沸石的含量不低于 60%。

[0032] 试验一:单因素试验

[0033] 分别考察乳酸浓度、水浴时间和水浴温度对沸石抑菌率及沸石游离酸度和活性度的影响,研究它们对乳酸改性沸石抑菌作用效果的影响。

[0034] 1、乳酸浓度对沸石抑菌作用的影响

[0035] 选用质量百分浓度 (W/W, g/g) 分别为 2.67%、5.31%、10.63%、21.25%、42.5% 的乳酸溶液,按固液质量体积比 (W/V, g/mL, 即每 1g 天然沸石中加入 10mL 乳酸溶液) 1 : 10 加入至沸石中水浴浸泡,水浴设定温度 60℃,水浴振荡 4h。根据抑菌率、游离酸度和活性度的测定结果,乳酸溶液浓度为 21.25% 时改性效果较好 (结果见图 1)。

[0036] 2、水浴时间对沸石抑菌作用的影响

[0037] 采用不同水浴时间 2h、4h、6h、8h、10h,乳酸溶液质量百分浓度 (W/W, g/g) 为 21.25%,水浴设定温度 60℃,固液质量体积比 (W/V, g/mL) 为 1 : 10,对天然沸石进行浸泡水浴。根据抑菌率、游离酸度和活性度的测定结果,水浴 4h 或 6h 时改性效果均较好 (结果见图 2)。

[0038] 3、水浴温度对沸石抑菌作用的影响

[0039] 采用不同水浴温度 20℃、40℃、60℃、80℃、100℃,乳酸溶液质量百分浓度 (W/W, g/g) 为 21.25%,振荡水浴 6h,固液质量体积比 (W/V, g/mL) 为 1 : 10,对天然沸石进行浸泡水浴。根据抑菌率、游离酸度和活性度的测定结果,水浴 20 ~ 80℃ 改性效果均不错,其中 40℃ 或 60℃ 较好 (结果见图 3)。

[0040] 试验二:正交试验

[0041] 根据单因素试验的结果,以乳酸改性沸石的抑菌率为评价指标,以乳酸溶液质量

百分浓度 (W/W, g/g)、水浴时间和水浴温度为三因素,设计 3×3 正交试验 (如表 1 所示),沸石和乳酸溶液固液质量体积比 (W/V, g/mL) 为 1 : 10,探索乳酸改性沸石工艺的较佳条件组合。结果表明 (如表 2 所示),乳酸溶液质量百分浓度 21.25%、水浴 4h 和水浴温度 20℃ 的条件组合或乳酸质量百分浓度 21.25%、水浴 6h 和水浴温度 40℃ 的条件组合时乳酸改性沸石均有较好的效果,其抑菌率均可达到 90% 以上。

[0042] 表 1 试验因素与水平表

[0043]

因素名称	乳酸浓度	水浴时间	水浴温度
水平 1	5.31%	2h	20℃
水平 2	13.28%	4h	30℃
水平 3	21.25%	6h	40℃

[0044] 表 2 正交 3×3 试验设计表

[0045]

试验号	乳酸浓度	水浴时间	水浴温度	游离酸度	活性度	抑菌率
1	1	1	1	0.0281%	87.399	59.45%
2	1	2	2	0.0210%	96.363	78.80%
3	1	3	3	0.0264%	97.110	39.63%
4	2	1	2	0.0357%	108.564	78.34%
5	2	2	3	0.0372%	109.560	60.83%
6	2	3	1	0.0311%	108.813	85.71%
7	3	1	3	0.0473%	114.042	79.95%
8	3	2	1	0.0266%	116.532	92.90%
9	3	3	2	0.0366%	122.757	96.77%

[0046] 实施例 2 饲用乳酸改性沸石的制备 (1)

[0047] 按如下制备步骤生产饲用乳酸改性沸石 :

[0048] (1) 向天然沸石中,按质量体积比 (W/V, g/mL) 1 : 10 加入质量百分浓度 (W/W, g/g) 为 21.25% 的乳酸溶液 (即 1g 天然沸石中加入 10mL 质量百分浓度为 21.25% 的乳酸溶液);天然沸石中斜发沸石含量不低于 60%,所采用的乳酸为饲料用或食品用或安全的工业乳酸产品。

[0049] (2) 将步骤 (1) 制备的混合液在 20℃ 条件下振荡或搅拌 4 小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;

[0050] (3) 将洗涤后的滤渣在 100℃ 条件下干燥后,粉碎至 200 目即得乳酸改性沸石产品。实施例 3 饲用乳酸改性沸石的制备 (2)

[0051] 按如下制备步骤生产饲用乳酸改性沸石 :

[0052] (1) 向天然沸石中,按质量体积比(W/V, g/mL)1 : 8加入质量百分浓度(W/W, g/g)为40%的乳酸溶液(即1g天然沸石中加入8mL质量百分浓度为40%的乳酸溶液);天然沸石中斜发沸石含量不低于60%,所采用的乳酸为饲料用或食品用或安全的工业乳酸产品。

[0053] (2) 将步骤(1)制备的混合液在40℃条件下振荡或搅拌4小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;

[0054] (3) 将洗涤后的滤渣在80℃条件下干燥后,粉碎至120目即得乳酸改性沸石产品。
实施例4 饲用乳酸改性沸石的制备(3)

[0055] 按如下制备步骤生产饲用乳酸改性沸石:

[0056] (1) 向天然沸石中,按质量体积比(W/V, g/mL)1 : 5加入质量百分浓度(W/W, g/g)为30%的乳酸溶液(即1g天然沸石中加入5mL质量百分浓度为30%的乳酸溶液);天然沸石中斜发沸石含量不低于60%,所采用的乳酸为饲料用或食品用或安全的工业乳酸产品。

[0057] (2) 将步骤(1)制备的混合液在60℃条件下振荡或搅拌6小时后,过滤并将滤渣洗涤至中性;

[0058] (3) 将洗涤后的滤渣在70℃条件下干燥后,粉碎至150目即得乳酸改性沸石产品。

[0059] 实施例5:体外抑菌试验

[0060] 试验一:分别将天然沸石、高温改性沸石、乳酸改性沸石(依实施例2所述步骤制备而成)与灭菌生理盐水按质量体积比1%(W/V, g/mL)置于50mL锥形瓶中,然后加入 10^7 CFU鸡白痢沙门氏菌悬液,扎好封口膜,放入37℃摇床培养8h,按一定时间间隔取样,以 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 倍数稀释,涂板计数,以灭菌生理盐水作空白对照。结果表明,直接使用天然沸石或高温改性沸石对沙门氏菌的抑菌效果不明显,而乳酸改性沸石的抑菌效果最好(如图4所示)。

[0061] 试验二:将乳酸沸石和灭菌生理盐水按质量体积比0%、0.5%、1%、2%、4%、8%(W/V, g/mL)置于50mL锥形瓶中,加入 10^7 CFU鸡白痢沙门氏菌悬液,扎好封口膜,放入37℃摇床培养6h后,以 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 倍数稀释,涂板计数,以灭菌生理盐水作空白对照。结果表明,随添加量的增加,抑菌效果增强;当增加到2%(W/V)时,沙门氏菌活菌数减少99.88%,而添加量为4%、8%时可完全抑制沙门氏菌生长(如图5所示)。

[0062] 实施例6:肉鸡饲养试验

[0063] 1、材料与方法:

[0064] 试验选用240只1日龄AA肉鸡,随机分为4组,每组6个重复,每个重复10只。各组日粮处理分别为:第1组,对照组,饲喂基础日粮;第2组,感染对照组,饲喂基础日粮;第3组,抗生素组,饲喂基础日粮+50mg/kg金霉素;第4组,乳酸改性沸石组,饲喂基础日粮+1%乳酸改性沸石(依实施例2所述步骤制备而成)。在3日龄时对2~4组灌喂鸡白痢沙门氏菌,第1组灌喂等量的生理盐水作为对照。于试验肉鸡4日龄、7日龄、14日龄、21日龄时,从每组每重复中各取1只体型重量中等的肉鸡屠宰。用灭菌棉线将盲肠两端结扎剪下,结扎端口用酒精棉球消毒,置于消毒容器待测肠道菌群;取其血液于干净离心管中,以3000r/min低温离心10min,取血清分装于小离心管中,置于-20℃冰箱中备用;7日龄和21日龄时,分别采集空肠、回肠黏膜,于液氮中保存,测定时制成10%黏膜匀浆液,3500~

4000r/min 离心 10min, 取上清液 -20℃ 保存, 用于测定免疫球蛋白含量。

[0065] 2、测定指标：

[0066] 试验过程中每天记录每组每重复的采食量、死淘肉鸡数, 于 21 日龄将各组各重复试验肉鸡空腹称重, 计算平均日增重、料重比及平均日采食量。

[0067] 肠道菌群测定乳酸菌和沙门氏菌的数量, 采用平板计数法。在超净台内无菌操作取出盲肠中的全部内容物, 称取 0.2g, 以 10 倍体积的灭菌生理盐水稀释, 再用 PBS 缓冲液逐步稀释至 10^{-3} 、 10^{-4} 和 10^{-5} 三个梯度, 分别取 100 μ L 进行接种涂板测定乳酸菌和沙门氏菌数, 每种菌每个梯度均为 3 重复。乳酸菌所用培养基为 MRS 培养基, 37℃ 培养 72h。沙门氏菌所用培养基为 BS 培养基, 37℃ 培养 24h。培养结束后计数, 以每克盲肠内容物所含细菌数量的对数 lg(CFU/g) 来表示。

[0068] 二胺氧化酶 (DAO) 活力按照试剂盒 (南京建成生物工程研究所) 方法测定, 测定管中加入 80 μ L 血清与 800 μ L 反应液, 加入试剂的同时开始计时, 立即混匀, 倒入 0.5cm 直径的石英比色皿中, 20 秒时读取 340nm OD₁ 值, 立即放入 37℃ 水浴锅水浴 10min, 10 分 20 秒时读取 340nm OD₂ 值。

[0069] 血清 DAO 活力的定义为: 每升血清或者血浆在 37℃ 条件下每分钟催化生成 1 μ molNAD⁺ 定义为一个酶活力单位 (U)。血清 DAO 活力计算公式为:

[0070]

$$\text{DAO 活力} = \frac{\text{OD}_1 - \text{OD}_2}{(\text{U} \cdot \text{L}^{-1}) \times \text{反应时间 (10min)} \times \text{比色光径 (0.5cm)} \times 6.3 (\text{NADH}_{340\text{nm}} \text{ 处毫摩尔消光系数})}$$

[0071]

$$\times \frac{\text{反应液总体积 (880}\mu\text{L)}}{\text{样本体积 (80}\mu\text{L)}} \times 1000$$

[0072] 免疫球蛋白 (SIgA 和 IgG) 含量的测定: 分泌性免疫球蛋白 A (SIgA) 采用原子高科股份有限公司所提供的放射免疫分析药盒测定, 免疫球蛋白 G (IgG) 采用北京北方生物技术研究所提供的放射免疫分析药盒测定。

[0073] 3、结果与分析：

[0074] 1) 感染鸡白痢沙门氏菌后, 肉鸡 21 天平均日增重显著降低, 在日粮中添加乳酸改性沸石后生产性能有所提高 (如表 3 所示)。

[0075] 表 3 乳酸改性沸石对感染沙门氏菌肉鸡生产性能的影响

[0076]

组别	平均日增重 /g	料重比	平均日采食量 /g
对照组	24.94 ± 0.79 ^{Aa}	1.61 ± 0.03	40.12 ± 0.84
感染对照组	21.67 ± 0.77 ^{Bb}	1.77 ± 0.07	38.45 ± 2.36
抗生素组	26.55 ± 0.64 ^{Aa}	1.60 ± 0.07	42.62 ± 3.00
乳酸沸石组	24.67 ± 0.57 ^{ABa}	1.79 ± 0.10	44.06 ± 1.61

[0077] 注: 同列肩标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极

显著 ($P < 0.01$), 无字母肩标表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下表同。

[0078] 2) 感染后肉鸡盲肠内乳酸菌减少, 沙门氏菌增多, 在日粮中添加乳酸改性沸石显著提高乳酸菌数量 (如表 4 所示)。

[0079] 表 4 乳酸改性沸石对感染沙门氏菌肉鸡肠道菌群的影响

[0080]

	组别	乳酸杆菌 1gCFU	沙门氏菌 1gCFU
4d	对照组	9.29±0.09 ^b	8.34±0.01 ^{Cc}
	感染对照组	9.08±0.21 ^b	10.00±0.13 ^{Aa}
	抗生素组	9.49±0.18 ^b	8.49±0.08 ^{BCc}
	乳酸沸石组	10.69±0.63 ^a	9.35±0.33 ^{ABb}
7d	对照组	7.66±0.14 ^{Aa}	7.11±0.08 ^{Bb}
	感染对照组	6.26±0.32 ^{Bc}	8.11±0.10 ^{Aa}
	抗生素组	6.91±0.14 ^{ABbc}	6.88±0.06 ^{Bb}
	乳酸沸石组	7.29±0.19 ^{ABab}	7.10±0.07 ^{Bb}
14d	对照组	7.27±0.11 ^{Bb}	5.61±0.18 ^{ABbc}
	感染对照组	6.60±0.08 ^{Cc}	7.42±0.20 ^{Aa}
	抗生素组	7.54±0.22 ^{ABab}	6.43±0.89 ^{ABab}
	乳酸沸石组	7.94±0.02 ^{Aa}	4.78±0.17 ^{Bc}
21d	对照组	7.01±0.06 ^{Bb}	6.98±0.18 ^{ABa}
	感染对照组	6.97±0.09 ^{Bb}	7.15±0.31 ^{ABa}
	抗生素组	7.57±0.16 ^{Aa}	7.99±0.10 ^{Aa}
	乳酸沸石组	7.38±0.01 ^{ABa}	5.74±0.49 ^{Bb}

[0081] 3) 感染鸡白痢沙门氏菌后, 肠粘膜屏障损伤, 免疫功能下降, 乳酸改性沸石对感染病原菌肉鸡的肠道表现出一定的保护和维持免疫功能屏障稳定的能力 (如表 5、表 6 和表 7 所示)。

[0082] 表 5 乳酸改性沸石对感染沙门氏菌肉鸡血清 DAO 活力的影响 ($U \cdot L^{-1}$)

[0083]

组别	7d	21d
对照组	205.16±9.28 ^{ABab}	174.60±16.81 ^{ab}
感染对照组	226.11±4.80 ^{Aa}	213.02±18.42 ^a
抗生素组	198.17±8.95 ^{ABb}	155.73±2.19 ^b
乳酸沸石组	185.08±8.67 ^{Bb}	155.40±17.61 ^b

[0084]

[0085] 表6 乳酸改性沸石对感染沙门氏菌肉鸡肠道粘膜 IgG 含量的影响 ($\mu\text{g} \cdot \text{mgprot}^{-1}$)

[0086]

组别	7d		21d	
	空肠粘膜	回肠粘膜	空肠粘膜	回肠粘膜
对照组	2.81±0.63	1.00±0.15	1.31±0.32 ^b	1.83±0.35
感染对照组	6.07±3.15	2.41±1.45	2.63±0.52 ^a	1.77±0.14
抗生素组	3.99±0.81	1.41±0.18	1.98±0.18 ^{ab}	1.55±0.31
乳酸沸石组	2.58±0.63	2.88±1.08	1.83±0.33 ^{ab}	1.81±0.21

[0087] 表7 乳酸改性沸石对感染沙门氏菌肉鸡肠道粘膜 SIgA 含量的影响 ($\mu\text{g} \cdot \text{mgprot}^{-1}$)

[0088]

组别	7d		21d	
	空肠粘膜	回肠粘膜	空肠粘膜	回肠粘膜
对照组	2.34±0.65	1.36±0.13	2.15±0.97	2.42±0.52 ^{Ab}
感染对照组	4.78±2.15	0.76±0.08	2.39±0.73	1.52±0.10 ^{ABa}
抗生素组	4.05±1.29	1.82±0.79	1.32±0.73	2.43±0.53 ^{Aa}
乳酸沸石组	3.77±1.80	1.09±0.27	0.40±0.04	0.29±0.10 ^{Ba}

[0089] 4、小结：

[0090] 在饲料中添加乳酸改性沸石可以提高肉鸡生产性能，改善肠道微生物环境，防治沙门氏菌引起的肠道疾病，维护免疫屏障，保护肉鸡肠道健康。

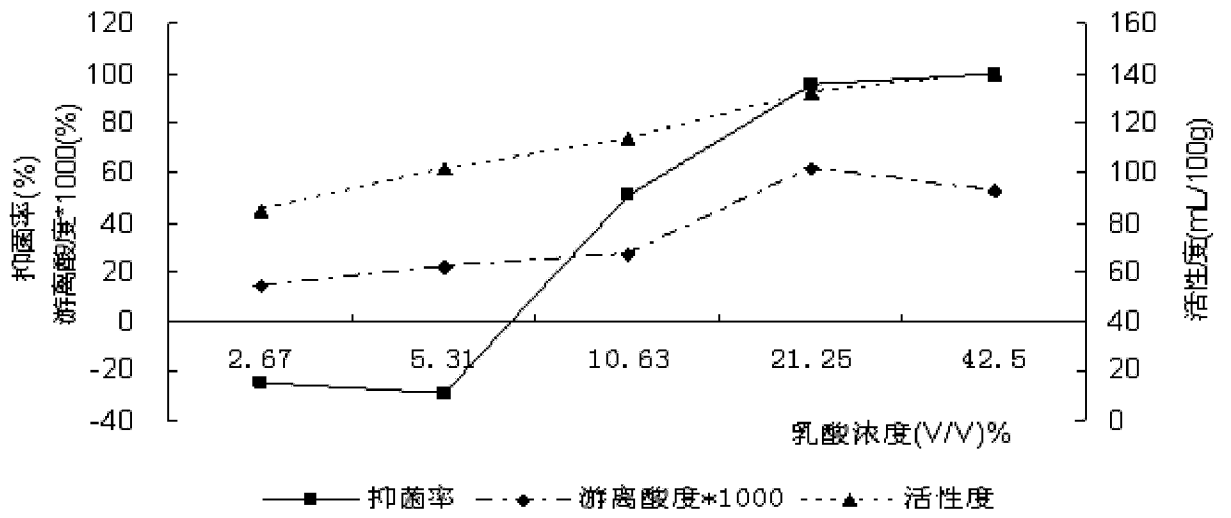


图 1

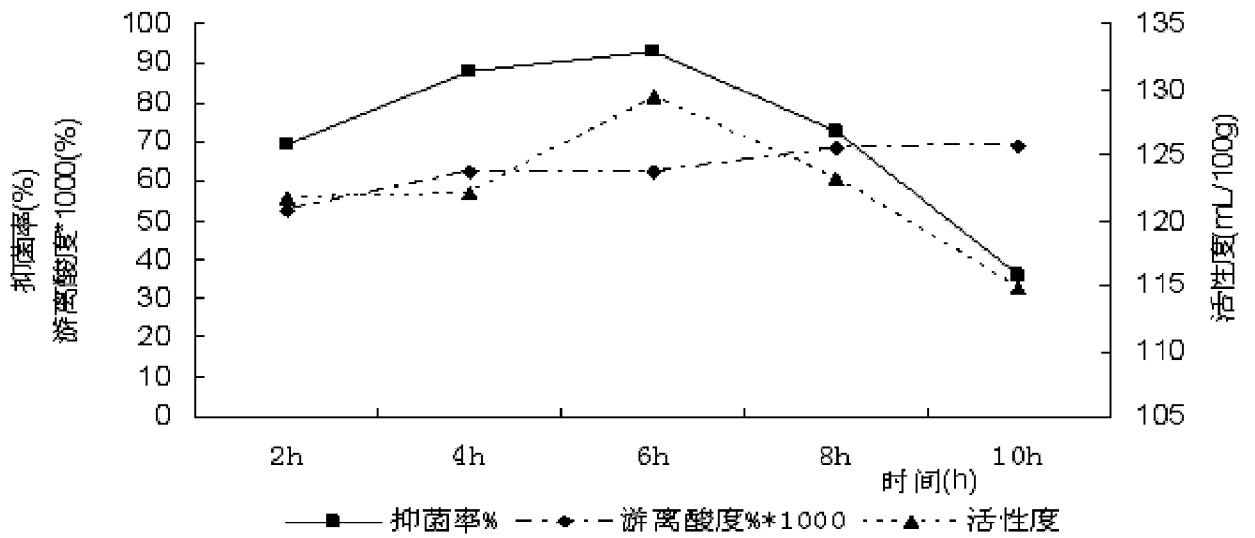


图 2

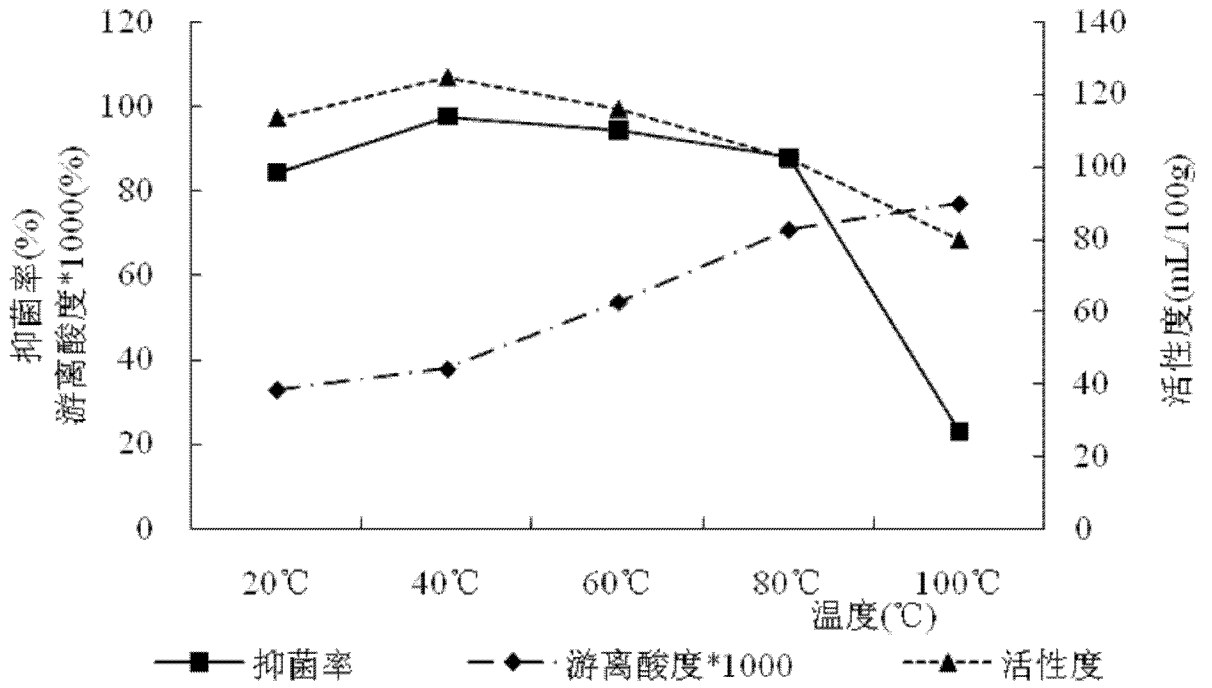


图 3

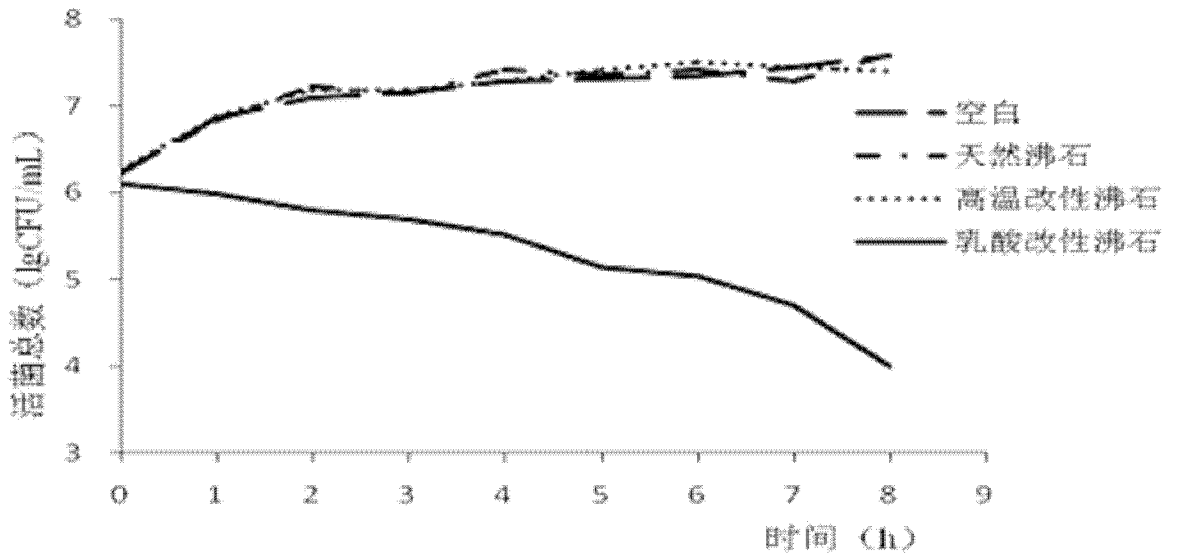


图 4

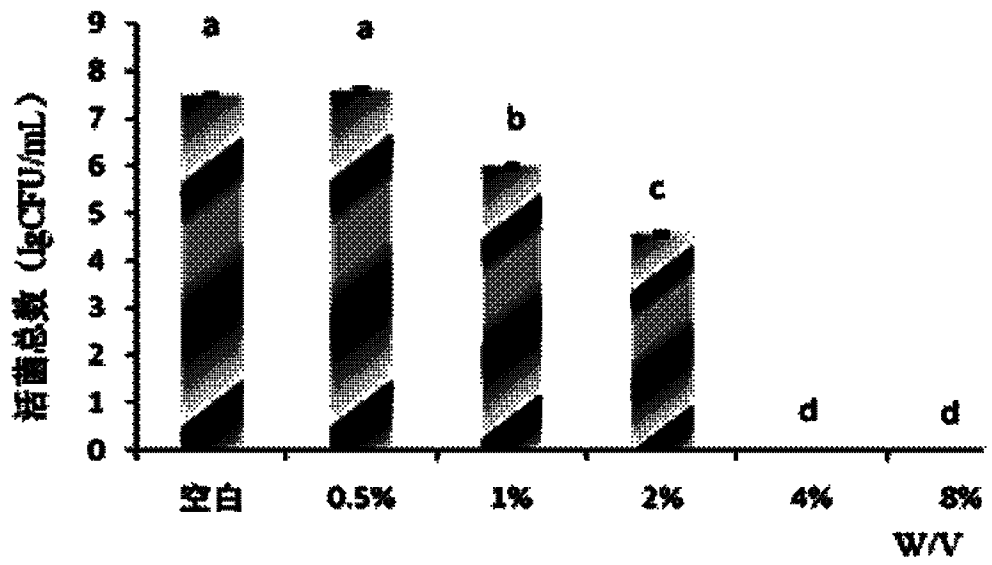


图 5