



## 日粮添加麦饭石对生长猪消化代谢的影响

作者:钟华宜 印遇龙 黄瑞林 李以暖

期号:2005年第5期

★ 国家973计划(2004CB117502), 中国科学院知识创新重要方向项目(KSCX2-SW-323)及国家自然科学基金课题(30371038)。

**摘要** 为了研究添加单纯麦饭石及强化微量元素麦饭石的营养效果, 配制4个处理的日粮, 即基础日粮组、3%湖南麦饭石(HMF)组、3%中华麦饭石(CMF)组、0.5%湖南麦饭石+微量元素(HMFME)组, 选用4头杜洛克×长白二元杂交猪, 采用4×4拉丁方设计进行消化代谢试验, 分别测定了4种日粮的营养物质消化代谢率。结果, 4种日粮中, 麦饭石补加了微量元素的HMFME日粮效果最好, 对营养物质的消化和代谢均有明显改善, 除NDF外, HMFME日粮各种常规营养物质消化率显著高于其它3种日粮(P<0.05), 干物质、有机物、能量、粗蛋白、酸性洗涤纤维的消化率比基础日粮分别提高3.89%、4.24%、5.54%、8.17%、34.2%, 比单一湖南麦饭石日粮分别提高7.85%、4.87%、5.93%、11.47%、41.6%。各种氨基酸消化率, 不管是必需氨基酸还是非必需氨基酸消化率均显著高于另外3种日粮(P<0.05), 其中第一氨基酸赖氨酸、第二限制性氨基酸蛋氨酸和总必需氨基酸(EAA)的消化率比基础日粮分别高11.41%、44.17%、15.94%, 比单一湖南麦饭石日粮则分别高10.08%、23.34%、12.63%。两个单一添加麦饭石的日粮, 营养物质消化代谢结果几乎完全一致, 单一添加麦饭石对营养物质的消化率没有明显影响, 但可明显改善营养物质在体内的代谢, 能量和蛋白质代谢的各种营养指标均显著地高于对照的基础日粮(P<0.05), 单一添加3%湖南麦饭石日粮的氮平衡、氮沉积率、蛋白质生物价、代谢能值、总能代谢率、消化能代谢率比对照的基础日粮分别提高27.2%、41.0%、43.7%、25.7%、31.6%、32.1%; 湖南麦饭石和中华麦饭石的添加效果相同。在湖南麦饭石基础上强化微量元素则可进一步提高日粮营养物质代谢利用, 该日粮的氮平衡、氮沉积率、蛋白质生物价、代谢能值、总能代谢率、消化能代谢率比单一湖南麦饭石日粮分别提高29.31%、18.89%、24.58%、12.71%、7.36%、1.87%, 比基础日粮则分别提高64.49%、67.60%、78.98%、41.63%、41.32%、34.61%, 均达到极显著水平(P<0.01)。结果表明, 麦饭石可明显改善能量和蛋白质营养物质在体内的代谢利用, 对猪的营养作用主要通过其所含的矿物元素起作用, 但单一麦饭石所含的必需矿物元素不足以满足动物最佳生理需要, 需补充必需微量元素。

**关键词** 畜牧学; 麦饭石; 矿物元素; 生长猪; 营养物质; 消化; 代谢  
中图分类号 S811.2

麦饭石(Maifanite)是一种铝硅酸盐类, 其产生于中生代末新生代初, 以距今约5 000万年~7 000万年左右的花岗岩长石矿物为主, 经过风化蚀变形成的一种具有一定生物活性的天然保健药石, 早在一千多年前就被发现并应用于治疗皮肤生疮, 臃肿等外科疑难症。麦饭石含有数十种动物必需的矿物元素, 其中以Ca、Fe、Mg、K、Zn、Cu、Mn等元素的含量较高, 而有害元素(As、Cd、Hg、Pb)含量低于地壳平均值, 且具有较强的吸附性和离子交换特性, 对pH、常量元素和微量元素具有双向调节作用。20世纪80年代中期, 我国在内蒙奈曼旗平顶山首次发现麦饭石矿, 国内出现了开发研究应用麦饭石的热潮, 在饮料、食品、医药、环境等方面广泛应用。

近年来麦饭石传到国外, 深受赞誉, 日本称之为细胞洗涤剂, 南朝鲜称其为矿泉水石。日本用麦饭石作矿泉水以供饮用和洗浴, 饲养植物; 用麦饭石粉净化水质, 作水产保鲜、冰箱除臭剂等, 美国主要用麦饭石水制作运动员饮料。日本、美国、南朝鲜等国家和地区对麦饭石作用及其机理进行了较深入的研究。1985年, 日本早川正太郎将麦饭石添加于生长猪饲料而意外地获得增重效果, 使麦饭石在动物养殖业中引起了广泛关注。1988年, 在湖南省长沙地区也发现了麦饭石, 为了探讨麦饭石的营养效应和可能机理, 合理开发利用麦饭石资源, 我们用生长猪进行了消化代谢试验, 现将研究结果报道如下。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验材料

##### 1.1.1 麦饭石

采用湖南省地质微量元素研究所提供的粉碎的湖南长沙麦饭石(Hunan Maifanite, 简称HMF)和中华麦饭石(China Maifanite, 简称CMF), 溶出特性试验样品为40目, 消化代谢试验样品为100目, 2种麦饭石主要化学成分见表1, 矿质元素含量见表2。

### 会员登录

用户名:

密码:

验证码:  6148

### 相关文章

- 复合短链脂肪酸对肉仔鸡生产...
- 日粮中添加不同有机酸对肉鸡...
- 中草药与低聚果糖饲料添加剂...
- 乳酸芽孢杆菌制剂对AA肉鸡生...
- 不同寡糖对肉仔鸡生产性能和...
- 丝兰属植物提取物对肉鸡肠黏...
- 用杂粕代替部分豆粕配制日粮...
- 日粮中添加复方中草药添加剂...
- 控释尿素对牦牛瘤胃氨氮和微...
- 半胱胺对三黄肉鸡生产性能及...
- 中药-甜菜碱复方对高温环境...

### 合作伙伴



MnO	0.13	0.05
烧失	1.13	1.91

注：由湖南省地质矿产局测定。

表2 麦饭石矿物元素含量(mg/kg)

项目	中华麦饭石 <sup>①</sup>	湖南麦饭石 <sup>②</sup>
<b>矿物元素</b>		
钙 Ca	27 777.1	4 000.0
镁 Mg	-	780.0
铁 Fe	-	6 036.3
锌 Zn	80.0	48.1
铜 Cu	4.81	24.1
锰 Mn	100.70	387.3
铬 Cr	32.00	5~10
钼 Mo	2.00	0.1~1.0
钴 Co	3.00	1~5
镍 Ni	4.20	2~5
锶 Sr	450.0	100~200
硒 Se	0.03	0.2
钒 V	130.00	5~7
铋 Bi	0.05	2~2.5
<b>稀土元素</b>		
镧 La	41.65	50
铈 Ce	18.85	100
钕 Nd		
钇 Y	23.70	10.0
镱 Yb	2.20	<10
<b>重金属元素</b>		
铅 Pb	20.0	9.0
镉 Cd	0.00	0.128
砷 As	1.06	3.18
汞 Hg	0.014	0.032

注：微量元素由湖南省有色地质研究所测定。

#### 1.1.2 试验日粮

配制4个处理的日粮，即基础日粮（G）、3%湖南麦饭石（HMF）、3%中华麦饭石（CMF）、0.5%湖南麦饭石+微量元素（HMFME）。先配制处理1日粮，即作为对照组的基础日粮，处理2和处理3则分别在基础日粮中分别拌入3%的HMF和CMF，处理4则拌入0.5%的补加了微量元素的湖南长沙麦饭石。基础日粮配方见表3，日粮中主要营养物质和氨基酸含量见表4。

表3 基础日粮配方(%)

项目	含量
玉米	33.6
三等粉	22
麦麸	22
菜饼	7
豆饼	12
鱼粉	2
骨粉	1
食盐	0.4
多维	0.01

细胞内容物(%)	63.17	酪氨酸	0.392
酸性洗涤纤维(%)	9.70	缬氨酸	0.815
酸性洗涤溶解物(%)	75.85	蛋氨酸	0.127
酸性洗涤木质素(%)	4.47	异亮氨酸	0.513
纤维素(%)	5.54	亮氨酸	1.025
半纤维素(%)	14.34	苯丙氨酸	0.629
钙(%)	0.37	组氨酸	0.387
磷(%)	0.53	缬氨酸	1.052
粗灰分(%)	4.24	精氨酸	0.672
		必需氨基酸	5.22
		非必需氨基酸	6.909

### 1.1.3 试验动物

选择胎次、日龄相近的杜×长二元杂交猪4头，平均体重20kg。单个置于可调Drochner窗式代谢笼中，代谢室控制温度在20℃左右，湿度65%~75%。

### 1.1.4 麦饭石矿物元素溶出特性试验

40目样品，室温下蒸馏水浸泡24h，搅拌3次，固液比为1:2，9个样品平均值。

### 1.1.5 消化代谢试验

试验采用4×4拉丁方设计进行消化代谢试验，每个日粮4个重复。按常规粪分析法测定试验日粮中各种营养物质的消化代谢率。预试期为20d，正试期6d。正试期每天上、下午两次取样，粪样拌匀后取10%置于-40℃低温冰柜中保存，尿样搅匀后按5%取样，并加入占尿样1%的浓硫酸，置于冰箱中保存。试验结束后，将粪样干燥粉碎后，置于广口样本瓶中，供分析各种指标用。

### 1.1.6 化学分析

测定干物质(DM)、有机物质(OM)、能量(GE)、粗蛋白质(CP)、粗纤维(CF)采用Weeder饲料分析方案进行，酸性洗涤纤维(ADF)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤木质素(ADL)、纤维素(CEL)、半纤维素(HC)的测定则采用VanSoest法，微量元素的测定在原子吸收光谱仪上进行，其它的则根据不同元素采用不同的方法，Cr用比色法分析，F用离子选择电极法分析，Se用原子荧光法和极谱法分析，As用氢化物原子吸收法。氨基酸的测定采用6N盐酸水解样品后，在HITACHIKLA-5型氨基酸自动分析仪上进行测定。

### 1.1.7 数据统计分析

采用自编统计程序在CASIO fx-3600Pa计算器上进行，方差分析的结果采用新复极差检验。

## 2 试验结果

### 2.1 麦饭石矿物元素溶出性

麦饭石中的矿物元素有良好的溶出性，溶出数量见表5。

表5 麦饭石矿物元素溶出数量(mg/l)

元素	中华麦饭石浸泡 24h	湖南麦饭石浸泡 24h
Ca	13.53	10.47
Mg	1.30	1.83
Fe	0.06	0.37
Mn	0.008	0.873
K	2.99	3.39
Na	12.05	5.69
Cr	0.001	0.0007
Li	0.002	0.011
Sr	0.095	0.153
Cu	0.006	0.56
Zn	0.038	0.167
Se	<0.001	<0.001
F	0.55	0.26

### 2.2 主要营养物质消化率(见表6)

细胞内容物	84.82±0.5	84.83±0.24	85.10±0.63	89.07±0.81
酸性洗涤溶解物	80.97±0.16	81.47±0.02	81.51±0.45	85.51±0.31
粗灰分	30.09±2.10	23.94±1.65	25.72±2.94	48.76±0.72

注:1.平均值±标准差(X±SD);

2.同行相同字母表示差异不显著(P>0.05),同行相邻字母表示差异显著(0.01<P<0.05),同行相同字母表示差异极显著(P<0.01),以下同。

从表6可见,与基础日粮比较,单一添加两种麦饭石各种营养物质消化率基本完全一致,对干物质、有机物、能量、粗蛋白、细胞内容物(NDS)、酸性洗涤溶解物(ADS)的消化影响不大,因增加的粗灰分较多,消化率略有下降,纤维类物质消化率,对照组则高于两个单一麦饭石日粮,其中中性洗涤纤维(NDF)和纤维素消化率差异显著(P<0.05);两种麦饭石日粮的各种营养物质消化率几乎完全一致;除NDF外,HMFME日粮各种常规营养物质消化率显著高于其它3种日粮(P<0.05),干物质、有机物、能量、粗蛋白、酸性洗涤纤维的消化率比基础日粮分别高3.89%、4.24%、5.54%、8.17%、34.2%,比单一湖南麦饭石日粮分别提高7.85%、4.87%、5.93%、11.47%、41.6%。

2.3 氨基酸消化率(见表7)

表7 氨基酸消化率(%)

氨基酸	C	C+CMF	C+HMF	HMFME
天冬氨酸	71.87±0.84	75.37±6.12	72.38±2.16	83.53±1.94
苏氨酸	71.39±0.64	74.85±1.60	72.31±2.67	80.63±4.09
丝氨酸	72.35±1.17	76.64±1.22	73.91±2.42	82.22±1.62
谷氨酸	75.88±2.47	77.04±4.18	78.57±4.67	85.78±0.30
脯氨酸	69.79±2.93	68.10±2.72	71.41±3.37	76.11±2.21
甘氨酸	70.11±0.30	74.10±4.01	71.69±3.65	80.71±0.93
丙氨酸	71.53±2.34	75.68±1.25	68.75±2.31	82.78±0.31
酪氨酸	70.47±6.67	75.42±0.72	67.44±0.74	83.37±2.06
缬氨酸	75.48±0.77	76.39±2.6	75.54±2.43	82.90±1.24
蛋氨酸	66.52±0.56	79.75±0.09	77.75±1.30	95.90±5.81
异亮氨酸	70.07±2.07	73.62±7.47	67.19±6.37	80.08±2.40
亮氨酸	73.67±1.94	77.30±2.91	76.07±2.47	84.13±1.92
苯丙氨酸	70.51±5.31	74.85±1.95	71.52±1.63	81.57±2.74
组氨酸	78.41±4.72	77.16±3.87	78.84±2.20	87.03±0.64
赖氨酸	78.10±1.61	77.02±0.66	79.04±4.17	87.01±1.87
精氨酸	76.28±0.68	74.43±3.76	80.47±1.12	84.30±1.83
总必需氨基酸	73.63±4.25	76.32±1.96	75.80±4.44	85.37±4.89
总非必需氨基酸	71.67±1.92	74.65±2.89	72.06±3.36	81.89±2.86

由表7可以看出,添加单一麦饭石,显著地提高了日粮蛋氨酸的消化率,其余氨基酸消化率则略高于对照基础日粮,但差异不显著(P>0.05)。4种日粮中,以HMFME日粮的各种氨基酸消化率最高,不管是必需氨基酸还是非必需氨基酸消化率均显著高于另外3种日粮(P<0.05),其中第一限制性氨基酸赖氨酸、第二限制性氨基酸蛋氨酸和总必需氨基酸(EAA)的消化率比基础日粮分别高11.41%、44.17%、15.94%,比单一湖南麦饭石日粮分别高10.08%、23.34%、12.63%。

2.4 矿物质元素消化率

在测定了的3种日粮中,两个单一麦饭石日粮Ca、Mg消化率均明显高于对照日粮(见表8),Cu、Zn消化率以HMF日粮最高。其余元素(包括Pb等重金属元素)消化率以对照日粮最高。总灰分消化率也是以对照日粮最高,两种麦饭石日粮则基本相同。

表8 矿物元素消化率(%)

元素	C	C+CMF	C+HMF
Fe	92.87±0.09	68.09±5.44	53.54±3.57
Zn	75.37±0.68	61.73±0.94	81.08±1.51
Cu	87.06±2.46	84.61±2.72	98.56±0.06
Ca	52.45±3.24	90.43±5.60	83.48±1.39
Mg	59.10±7.13	91.40±5.77	85.18±12.70
Mn	81.90±2.61	76.43±4.47	65.45±2.03
Sr	83.75±3.90	77.67±3.22	76.80±5.30
Ti	98.25±0.32	87.09±3.97	93.71±0.27
Pb	99.48±0.11	99.24±0.09	92.49±0.50
Ba	68.24±9.27	53.37±14.74	51.10±2.22
Cr	98.44±0.04	95.38±0.04	89.16±0.24
V	98.65±0.155	96.54±0.34	75.81±4.05
Ash	36.71±4.53	25.72±2.94	23.94±1.65

注:微量元素由湖南省有色地质研究所测定,HMFME未测定。

2.5 能量及蛋白质代谢(见表9)

表9 能量及蛋白质代谢指标(%)

营养代谢指标	C	C+HMF(3%)	C+CMF(3%)	HMFME
氮平衡(g/d)	12.39±5.00	15.68±3.36	15.76±3.67	20.38±1.39
氮沉积率(%)	21.48±1.95	29.82±6.05	30.28±5.17	36.00±1.98
蛋白质生物价(%)	28.12±4.55	42.66±15.23	40.40±8.92	50.33±6.73
代谢能值(MJ/kg)	9.08±0.98	11.49±0.014	11.41±0.04	12.86±0.89
总能代谢率(%)	56.07±4.02	73.99±0.07	73.81±0.18	79.24±3.82
消化能代谢率(%)	72.07±5.16	96.49±0.09	95.23±0.23	97.01±4.37

注: 总能代谢率 =  $\frac{\text{代谢能}}{\text{总能}} \times 100\%$ ; 消化能代谢率 =  $\frac{\text{代谢能}}{\text{消化能}} \times 100\%$ 。

从表9可见, 3个添加麦饭石日粮的 HMFME日粮各种营养代谢指标中, 除消化能代谢率只略高于两个单一麦饭石日粮外 ( $P>0.05$ ), 其它指标均显著高于两个单一麦饭石日粮 ( $P<0.05$ ), 均极显著高于基础日粮 ( $P<0.01$ ); 两个单一添加麦饭石日粮的营养物质代谢结果几乎完全一致, 能量和蛋白质代谢的各种营养指标均显著地高于对照日粮, 单一添加3%湖南麦饭石日粮的氮平衡、氮沉积率、蛋白质生物价、代谢能值、总能代谢率、消化能代谢率比作对照的基础日粮分别提高27.2%、41.0%、43.7%、25.7%、31.6%、32.1%, 在湖南麦饭石基础上强化微量元素则可进一步提高日粮营养物质代谢利用, 该日粮的氮平衡、氮沉积率、蛋白质生物价、代谢能值、总能代谢率、消化能代谢率比单一湖南麦饭石日粮分别提高29.31%、18.89%、24.58%、12.71%、7.36%、1.87%, 比基础日粮则分别提高64.49%、67.60%、78.98%、41.63%、41.32%、34.61%。

### 3 分析和讨论

麦饭石属铝硅酸盐非金属矿, 以半风化的黑云母石英二长斑岩为主, 其内有大量的蜂窝状孔洞, 内比表面积增大, 有较强的物理吸附能力, 对于极性较高的分子如二氧化碳、氨、硫化氢、有机氯、氧化物、杂醇油等对动物健康有害的物质进行吸附。另外, 麦饭石还有化学吸附能力, 其独特的多孔性海绵状结构以四面体晶格结构的硅氧基为基础, 表面具有大量的活性基团-SiO-可以捕获阳离子, 具有离子交换特性, 当遇水后, 钠、钾、钙、镁、铁等活性离子, 会离开原来的盐类, 使带有负电荷的铝硅酸根和-SiO-的硅氧基与重金属离子、有机物质及细菌结合。这种化学吸附特点, 使麦饭石与活性炭一样具有一定的收敛作用, 可减少病原菌、毒素及有害金属对畜禽的干扰, 减轻它们对机体的危害, 使肠道正常菌系、酸碱环境及各种酶的活性更加稳定, 增强机体抗病力, 而且氨被吸附后, 缓慢地释放, 可使氮的利用更为充分。而麦饭石使必需氨基酸蛋氨酸的消化率提高, 改善了日粮可利用氨基酸平衡状况, 提高了蛋白质的生理价值。故本次添加麦饭石的试验, 得到了Pb的消化率降低和蛋白质利用率提高的结果。

麦饭石中含有59种对人体及动植物有益的化学元素, 这些常量、微量元素(包括稀土元素), 对促进动物新陈代谢和生长发育, 提高生产能力有着重要的作用。研究表明, 麦饭石中的多种元素都是生命活动所必需的, 如钙、磷、镁、铁、铜、锌、锰、碘、硒、钴等。这些元素是机体内多种酶, 核酸、叶绿素、激素、维生素、功能蛋白质的组分, 参与生物体内的物质形成, 是体内能量代谢、蛋白质代谢所必需的。如Cu、Zn、Mn与体内酶的活性有密切关系, 影响糖、蛋白质、脂肪、核酸的代谢; Mn是丙酮酸羧化酶、过氧化物歧化酶和转移酶的激活剂, 影响粘多糖、类脂、葡萄糖的合成和利用; Zn与碱性磷酸酶、醇脱氢酶、碳酸酐酶、烯醇化酶、丙酮羧化酶等一百多种酶有关。这方面, 李文武(1989年)研究表明麦饭石对鸡体内淀粉酶、谷丙转氨酶、脂肪酶、睾酮、胰岛素等活力和含量有明显提高作用; 邓泽元(1990年)研究表明, 麦饭石能提高碱性磷酸酶活性, 提高血清铜蓝蛋白量, 组织中Mn、Zn、Fe、Cu含量普遍升高, 推断麦饭石所含的微量元素确起了重要作用, 黄仁录等(1989年)也报道了相似的结果。

麦饭石中含有的矿物元素种类齐全, 包括稀土元素在内的许多元素, 有一些是饲料中没有的或极少的元素, 即使在专用的微量元素添加剂也是难以顾及周全的, 还有一些元素的生理功能尚未研究清楚。实际上钼、氟、硫、镍、锶等对动物有机体也是必不可少的元素, 近年来研究还发现了铬、硅、钒、钨也是动物有机体必需的微量元素, 铬主要参与葡萄糖, 蛋白质, 脂肪的代谢; 硅则参与骨骼早期的钙化过程, 与粘多糖的合成有关, 能促进骨骼的生长和结构致密; 钒对动物的造血过程有积极的作用, 能促进钙盐沉积, 提高齿骨羟磷灰石的硬度; 锡能促进蛋白质和核酸的合成, 有机锡化合物具有抗菌、防霉、杀虫、防治肿瘤的作用; 钨具有促生长作用; 铈虽然类似于重金属, 但低剂量时具有刺激机体造血、增强抗病力、调节新陈代谢、促进生长的作用, 麦饭石中的铈正是低剂量的。郭福存(1994)报道, 麦饭石可使鸡的蛋白质存留率分别提高26.15%, 刘超(1998)采用Sibbald的TME法进行去盲肠与未取盲肠公鸡的消化试验, 在酵母饲料中添加1%的麦饭石。结果表明, 试验日粮的氮和蛋白质消化率显著高于基础对照日粮 ( $P<0.05$ )。但兰国俊和赵志伟(2000)在青年鸡日粮添加3%平山麦饭石作代谢试验, 认为麦饭石不能提高饲料利用率。本代谢试验的结果表明, 麦饭石确能显著改善营养物质的代谢, 提高营养物质的利用率。

麦饭石含有的元素种类较多, 包括稀土元素, 具有一些未知的效果, 这恐怕也是营养物质代谢利用率提高的原因之一。近年来, 稀土元素受到人们的重视, 被称为动物促生长剂。但已有研究还仅限于一些现象的观察, 有关它们在动物营养上的作用机制仍不清楚。不过, 作者以前参与在肉鸡的多次试验的结果表明, 稀土元素确能周期性地提高动物增重, 提高饲料报酬。

从试验结果看, 麦饭石虽然含有多种矿物质元素, 且溶出性能好, 其重要必需元素Cu、Zn、Ca、Mg的消化率较高, Mn的含量很高, 绝对消化量较高, 但与猪的一般营养需要相比, 某些必需元素的绝对数量仍嫌不够, 如湖南麦饭石3%时仅能在饲料中增加1.34mg/kgZn, 0.72mg/kgCu, 故在日粮中添加3%的两种单一麦饭石对饲料中营养物质的消化率并没有明显影响, 而补充了微量元素的麦饭石则不仅极大地改善了营养物质的代谢利用, 甚至在消化层次上就有很明显的改善。因此这表明: 麦饭石的必需微量元素含量尚不能满足动物最佳生理需要, 因而需在麦饭石中补加部分必需微量元素。

从湖南麦饭石与中华麦饭石的矿物成分、溶出性能、元素含量等方面看, 两者大同小异, 在饲料中添加效果也几乎完全一样, 都表现了一定营养改善效应, 故可互相代替, 作为饲料添加剂原料。添加3%的单一麦饭石使NDF消化率下降, 主要是因为NDF中的纤维素、半纤维素消化率下降所致, 原因尚不清楚, 我们推测可能是麦饭石属于粘土矿物, 对肠道微生物的吸附和增加食糜的粘滞性影响了纤维物质的消化。

### 4 结论

①单一添加3%的麦饭石对营养物质的消化没有明显影响, 但可明显改善营养物质在体内的代谢②单一麦饭石所含的必需微量元素不足以满足动物最佳生理需要, 补充必需微量元素以后可获得更好的效果, 对营养物质的消化和代谢均有明显改善③湖南麦饭石和中华麦饭石同量使用时, 添加效果相同, 均可作为饲料添加剂原料, 并可互相替代。

### 参考文献

- 钟华宜, 印遇龙, 黄瑞林, 李以暖, 刘良. 麦饭石——微量元素复合添加剂研究. 湖南饲料, 1991, 5: 14~15
- 谢克和, 张建云, 钟华宜等. 稀土元素对仔鸡生长发育的影响, 农业现代化研究, 1991, 1
- 印遇龙, 钟华宜, 李以暖. 麦饭石-微量元素添加剂对猪饲料中营养物质利用率的影响[J]. 农业现代化研究, 1989, 10(5): 40~42
- 陈腾捷. 麦饭石饲喂生长肥育猪试验初报. 湖南畜牧兽医, 1989, 4.
- 邓泽元. 江西麦饭石对肉鸡生长影响及某些机理的研究[D]. 华中农业大学硕士学位论文, 1990
- 谢明勇, 邓泽元. 麦饭石概况及应用前景[J]. 江西食品工业, 2000, (3): 6~10
- 邓泽元, 陈义凤. 麦饭石对动物钙和磷代谢的影响[J]. 微量元素与健康研究, 1995, 12(3): 41~42

- 8 董捷, 陈腾捷. 麦饭石-微量元素添加剂饲喂生长肥育猪的效果研究[J]. 湖南畜牧兽医, 1995, (4): 9~10
- 9 Van Soest, P. J. and wine, R. H.: Use of detergents in the analysis of fibrous materials. IV. Determination of Plant cell wall constituents. J. Assoc. off. Anal. Chem, 1967, 50: 50~55
- 10 汪碧华, 马凯林, 王璞君等. 麦饭石的净化机理[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 1988, (4)
- 11 陈伟茹, 董菲. 湖南麦饭石饲喂生长肥育猪的效果[J]. 湖南饲料, 2002, (1): 28~30
- 12 湛澄光, 刘津水. 麦饭石对提高肥猪增重的试验[J]. 中国畜牧杂志, 1990, 26(2): 42~43
- 13 湛澄光, 邵莹. 麦饭石对猪增重的研究及其生理生化分析[J]. 中国畜牧杂志, 1993, 29(5): 33~34
- 14 刘超, 高宗耀. 麦饭石对家禽酵母饲料消化率的影响[J]. 西北农业学报, 1998, 7(1): 14~17
- 15 高效江, 戎秋涛. 麦饭石对重金属离子的吸附作用研究[J]. 环境污染与防治, 1997, 19(4): 4~7
- 16 关常, 黄忠. 在配合饲料中添加麦饭石和沸石的试验[J]. 当代畜牧, 1996, (6): 30~30
- 17 郭福存, 刘端庄. 麦饭石对猪血液生化参数动态观察报告[J]. 天津畜牧兽医, 1995, 12(3): 15~17
- 18 郭福存, 刘端庄. 麦饭石沙棘叶党参茎叶对鸡日粮中蛋白质代谢的影响[J]. 中兽医医药杂志, 1994, (4): 13~14
- 19 何若钢. 饲料中配入沸石、麦饭石饲养小猪效果好[J]. 广西畜牧兽医, 1993, 9(3): 29~31
- 20 侯芳玉, 刘玉霞. 中华麦饭石对小鼠免疫功能的影响[J]. 中国实验临床免疫学杂志, 1991, 3(5): 39~41
- 21 胡仲明, 王建祥. 吉林麦饭石饲喂肥育猪的试验[J]. 吉林畜牧兽医, 1991, 3(1): 1~3
- 22 胡仲明, 谢大军. 吉林麦饭石饲喂断乳仔猪的初步试验[J]. 兽医大学学报, 1990, 10(2): 199~199, 206
- 23 金海国, 廉光洙. 麦饭石饲喂肥猪的试验研究[J]. 延边农学院学报, 1995, 17(3): 166~168
- 24 金希机, 姜山. 麦饭石作饲料添加剂的研究报告[J]. 吉林粮专学报, 1991, (4): 43~45
- 25 兰国俊, 赵志伟. 麦饭石对鸡饲料养分利用率的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2000, (2): 16~16
- 26 林振国. 麦饭石饲料添加剂及其应用[J]. 饲料与畜牧, 1991, (1): 24~27
- 27 蔺国敬. 麦饭石的营养价值和利用[J]. 粮油食品科技, 1992, (1): 34~35
- 28 刘嵩成, 苏勇. 湖南麦饭石卫生学评价[J]. 实用预防医学, 1999, 6(4): 263~265
- 29 刘灿明, 熊远福. 湖南麦饭石吸附性能研究[J]. 湖南农学院学报, 1993, 19(3): 223~228
- 30 周先进. 麦饭石喂生长肥育猪试验初报[J]. 湖南农学院学报, 1991, 17(4): 744~748
- 31 牛可新. 麦饭石饲喂生长肥育猪的试验[J]. 山东畜牧兽医, 1995, (4): 15~17
- 32 唐振, 叶佰凡. 麦饭石对生长育肥猪增重效果试验[J]. 饲料工业, 1998, 19(7): 15~16
- 33 汪碧华, 马凯林, 王璞君等. 麦饭石的净化机理[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 1988, (4)
- 34 夏中生, 王振权. 生长肥育猪饲料中添加沸石和麦饭石试验[J]. 广西农业科学, 1991, (5): 234~237
- 35 肖兵. 麦饭石在动物生产上的应用研究概述[J]. 湖南畜牧兽医, 1995, (2): 7~7, 24
- 36 杨润珠, 高潮. 麦饭石作生长肥育猪添加剂效果试验[J]. 养猪, 1994, (3): 28~28
- 37 杨润珠, 于秀芬. 麦饭石饲喂仔猪效果的研究[J]. 辽宁畜牧兽医, 1991, (6): 3~5
- 38 杨向东, 刘生民. 洛南麦饭石饲喂哺乳母猪试验初报[J]. 陕西农业科学, 1992, (1): 23~24
- 39 杨晓石, 孙炳森. 强化麦饭石添加剂喂猪中试报告[J]. 云南畜牧兽医, 1991, (1): 52~52
- 40 杨志强. 麦饭石及其在畜牧业上的应用[J]. 甘肃畜牧兽医, 1990, (2): 40~41
- 41 赵志伟, 张山林. 麦饭石对鸡饲料养分利用率的影响[J]. 河南畜牧兽医, 2000, (3): 8~9
- 42 郑玉瑛, 解景田. 麦饭石生物效应的研究[J]. 南开大学学报: 自然科学版, 1992, (1): 20~24
- 43 周光宇, 黄忆明. 长沙105麦饭石抗衰老作用的探讨[J]. 湖南预防医学杂志, 1992, 4(1): 5~7

...评论...

发表  
评论

\*40字以内

提交

重置

[关于我们](#) | [网站导航](#) | [友情连接](#) | [联系我们](#) | [会员须知](#) | [广告服务](#) | [服务条款](#)

版权所有: 饲料工业杂志社 Copyright © [Http://www.feedindustry.com.cn](http://www.feedindustry.com.cn) 2004-2005 All Rights 辽 ICP 备 05006846 号

饲料工业杂志社地址: 沈阳市皇姑区金沙江街16号6门 邮编: 110036 投稿: E-mail: tg@feedindustry.com.cn 广告: E-mail: ggb@feedindustry.com.cn

编辑一部: (024) 86391926 (传真) 编辑二部: (024) 86391925 (传真) 网络部、发行部: (024) 86391237 总编室: (024) 86391923 (传真)