



动物饲料与安全

(十六)

编者董原

目 录

可用作饲料的昆虫	1
饲料中补充植酸酶的新策略	2
“em”与“植酸酶”的应用	10
中草药饲料添加剂的开发应用	15
饲料添加剂中的协同拮抗	23
青蒿喂兔好处多	25
鱼类催产剂的合理使用	26
塑料袋青贮薯藤养猪效益高	29
沙棘果渣在畜牧业上的应用	30
有害气体对猪的影响与控制技术	33
饲用微生物酶的生产 and 应用	36
中草药在养殖业中的应用优势	45
国外开发使用的特殊饲料添加剂	50
不可忽视环境因素对猪育肥的影响	51
我国中药添加剂研究应用现状与展望	54
全价配合饲料的选用及投喂方法	60
棉籽饼菜籽饼毒素去除法	65
环保型饲料添加剂展望	66
菜籽饼的脱毒与饲用	81
鸽粪加工用处大	83
宜生忌熟和宜熟忌生的饲料	84
养猪生产环境问题及改进措施	85
饲料厂如何选用最佳混合设备	91
饲料厂、养殖场预混料的选择及需要注意的问题	94
八种鱼用添加剂	96
土法加工鱼粉	97

锗在养禽业中的应用前景	98
饲料添加剂生产现状及发展趋势	103
微生态效应添加剂甘露寡糖应用研究	108
饲料防霉剂及其发展趋势	116
缓解鸡热应激的饲料添加剂	117
对饲用酶制剂生产和应用的几点建议	121
双乙酸钠在奶牛业中的应用	122
碳酸氢钠在养鸡生产中的妙用	125
前景广阔的饲料添加剂——有益微生物	126
维生素 C 和维生素 E 的抗鸡热应激作用	130
新型饲料添加剂——甲壳素与壳聚糖	134
鸡卵黄免疫球蛋白在畜禽中的应用研究	139

可用作饲料的昆虫

目前世界上可提供食用的昆虫有 500 余种，其中有许多品种营养丰富，蛋白质含量高，可用来代替精饲料喂养禽畜和名优水产品。

面包虫：又称黄粉虫，其营养丰富。据分析，其幼虫、蛹和成虫的蛋白质含量分别为 51%、57%和 61%，是高蛋白的优质饲料，其营养价值约为鱼粉两倍，但其经济成本只有鱼粉的 1/3。面包虫不仅可作喂养禽畜、龟鳖及鱼虾蟹等的精饲料，更是饲养蛇蝎的上等饲料。

蚯蚓：蚯蚓粉是较好的动物蛋白饲料。而养殖蚯蚓成本低，生长快，繁殖率高，通常用米糠、牛猪粪、树叶、杂草及土杂肥等即可。用人工繁殖的蚯蚓制成蚯蚓粉，蛋白质含量约为 66%。据试验，在粗饲料中添加 5-8%蚯蚓粉喂养禽畜和鱼类，其生长速度可提高 15%。

丰年虫：又称卤虫，是小型低等甲壳动物，其大量生长在各地盐田和咸水湖里，也可人工培育。一条母虫每次产卵 80-100 多个，一生可繁殖 5-10 次。初孵 1-2 天后长成幼体，含丰富蛋白质、脂肪及激素，是鱼虾蟹幼体和成体的良好饵料。目前世界上有 85%以上的水产养殖动物幼体均可用丰年虫幼体作为活饵料饲喂。

蚕蛹：蚕蛹经过除臭、烘干、脱脂，再烘干和粉碎后便成为蚕蛹粉，其蛋白质含量高达 70%以上，添入饲料中喂养禽畜和青蛙、牛蛙及虾类，可收到良好效果。

蝇蛆：用麦麸、米糠、猪粪、碎骨和糖等作原料可培育蝇蛆。培育的活蝇蛆可直接用于喂养鸡、鸭、鹅等

禽类；而加工成的蝇蛆粉，其蛋白质含量高达 68%，用来饲喂猪和进行水产养殖等均可促进生长作用。

白蚂蚁：用稻草、杂木等培育出来的白蚂蚁，约经一周便可用作饲料。蚂蚁蛋白质含量达 42%以上，还含有微量元素等。将白蚂蚁烫死后晒干，拌入饲料中喂养禽畜，不仅生长快，而且可提高免疫力，减少疾病发生。

饲料中补充植酸酶的新策略

1 植酸酶对其他饲料成分的作用

1.1 提高植酸磷和钙的消化率众所周知，植酸酶可以提高动物对磷和钙的消化吸收，Jongbloed 于 1993 年建立了一个关于植酸酶活力与饲料中磷酸盐的当量关系式。在含磷酸盐的饲料中添加 500IU 植酸酶相当于 1g 来自于磷酸一钙的磷或 1.1g 来自于二水磷酸氢钙的磷（对猪料）。但随着植酸酶添加量的增加，植酸酶的转化当量随即下降。这个关系式已被绝大多数植酸酶生产者接受，并被纳入到推荐的动物日粮配方中。其确定的基础是磷酸钙中磷的消化吸收率为 80%。但 Eeckout (1997) 报道，磷酸一钙中磷的消化率为 93%，并认为当量关系值与使用的原料无关。

很有可能的原因是，植酸磷的数量和种类以及原料中是否含有植物来源的植酸酶对微生物植酸酶的表现活力产生影响。原料中植酸磷越多，作用效果越显著。添加微生物植酸酶，谷物中磷的消化率从 18% 提高到 56%，小麦中植酸磷的消化率从 62% 提高到 74%，黑小麦中植酸磷的消化率从 52% 提高到 67%。在谷物中植酸磷

消化率增加值较高。

原因可能是在 pH4 ~ 7 之间谷物植酸盐的溶解度比小麦中植酸盐的溶解度高。荷兰的研究结果主要来自于植物植酸酶含量较低的原料，所以获得的结果并非广泛适用。很明显，在一些国家，许多谷物（内含植物植酸酶）被用作饲料原料，上述当量关系式就不能成立了，应该修正为 700IU 植酸酶相当于 1g 来自于磷酸一钙的磷。因此在没有制粒且谷物含量丰富的饲料中，使用微生物植酸酶是很不经济的。

Kemme 报道 (1997)，上述植酸酶的当量值对不同的猪有不同的值，而且随着猪龄的变化不断变化。事实上对于小猪，500IU 的植酸酶只能降解释放约 0.66g 可消化磷。Kemme 还分别测定了母猪在怀孕前期和后期植酸酶的作用效果，发现在怀孕前期 500IU 的植酸酶可以降解释放约 0.32g 可消化磷，而在后期可降解释放约 0.74g 可消化磷。这些变化也是在日粮中使用植酸酶时使配方变得复杂的一个原因。

1.2 提高氨基酸的消化率 Ofier 等 (1992)、Mroz 等 (1994) 报道，植酸酶提高猪禽对氨基酸和氮的回肠消化率。Yi 等发现，在火鸡料中植酸酶可提高某些氨基酸的回肠消化率，但是不能提高半胱氨酸和蛋氨酸的回肠消化率。对肉鸡（包括雌鸡和雄鸡）的氨基酸消化率有部分影响，但是对粗蛋白质的消化率没有显著影响。尽管可能存在着植酸酶提高氨基酸消化率的效应，但却很少发现对饲料转化率有明显的正效应 (Simons 等, 1990)。植酸酶对某些生长参数指标可能产生的影响也有待进一步证实。在现阶段运用植酸酶的蛋白质效应可能会导致与预期相反的结果，所以对引起各种变化的原因进

行分析是有益的。

1.3 植酸酶的活性依赖于钙磷比钙和植酸盐结合会形成不溶性的复合物，所以日粮中钙过量，会对磷的利用产生负影响（Nelson 等，1987）。植酸酶能释放钙，提高饲料中钙的利用率。植酸酶和钙含量的互作关系必须进行监测，钙含量过高可能会引起 pH 升高，使植酸酶不能充分发挥作用。Liu 等（1997）发现在猪日粮中把钙磷比从 1.5 : 1 降到 1 : 1，除了骨骼强度之外，其余绝大多数检测参数都有所提高。Lantzsch 等（1995）报道磷的最大存积最发生在钙磷比为 1.5 : 1 时，Quian 等（1997）报道 1.25 : 1 是最佳比值。

对于禽类，Sebastian（1996）、Schoner（1993）等报道在较低磷水平时生长较快，矿物质利用率较高。Hu y ghebaert（1996）发现在一个较狭窄的钙磷比区间内禽有较高的胫骨软骨发育不良症。由此可见在饲料中运用植酸酶时，钙在日粮中的推荐量也有必要重新调整。

1.4 提高饮水量使粪便含水量上升对于肉仔鸡已经证明，饲料中用 500IU/t 的微生物植酸酶替代 5kg 磷酸一钙，可以明显地提高鸡的饮水量，水与饲料的比率提高 4% ~ 5%。有迹象表明这是由可利用钙的增加引起的，另外可能还有钠和钾的作用。所有这些矿物质都能极大地提高水的代谢，使粪便含水量上升。因此在某些情况下，如垫草需要保持干燥或鸡粪含水量不能过高时，在鸡日粮中使用微生物植酸酶就需要考虑这个间接的不利因素。

1.5 不利于矿物质在骨骼中的沉积尽管被植酸酶释放的无机磷与二水磷酸氢钙中的无机磷一样可以有效地沉积在骨骼中，但是对于家禽的矿物质骨化，与对照组

(含总磷 0.73% ,有效磷 0.45%)相比,即使在每公斤配合料中添加 1000IU 大剂量的微生物植酸酶(Saverur , 1993 ; Simons , 1993 ; Cormwell , 1995 ; Cantor , 1996 ; liu 等 , 1997)也难以保证获得最大的骨骼强度和灰分含量。这是因为每个试验动物可利用的磷不能总是达到对照组中纯粹由外加可利用矿物磷的量(Simons , 1993 ; Huyghebaert , 1992)。

1.6 预混料的组份影响植酸酶活力预混料中的某些组份与微生物植酸酶之间存在互作。在预混料的存放过程中,液体胆碱和七水硫酸亚铁会使植酸酶活力造成重大损失。这主要是由于水份的存在使酶和各种组份发生相互作用。在使用糖蜜时,糖蜜中含有的大多数矿物质也很可能与微生物植酸酶发生作用,引起酶活损失。这使植酸酶不能很好地应用在矿物质饲料中。

2 植酸酶的热不稳定性

Eeckout (1998)对植酸酶在蒸汽制粒和各种贮藏温度下的酶活进行了深入研究。在第 1 个试验中,测定了模孔直径、环模厚度和饲料组成对植酸酶活力的影响。试验结果(图 1, 2, 3 略)表明,所有加强磨擦的因素都对植酸酶的稳定性产生不利影响。有数据显示直径为 2mm 的模孔造成的酶活损失要比 4mm 的模孔大得多。在较低的调质温度下,模孔的长度越长,酶活损失越大,这是由于磨擦引起模孔内物料温度上升,造成植酸酶活损失加大。另外饲料组份对植酸酶的稳定性也有重要影响,脂肪含量高的饲料,如肉仔鸡料,在通过模孔时由于磨擦少,温度上升小,酶活的保留率要比富含粗纤维的猪饲料中酶活的保留率高得多。在第 2 个试验测定了保存温度对酶活的影响,图 4(略)和图 5(略)显示,植酸

酶分别在 40 和 50 保存 2b, 酶活的损失为 20% ~ 40 %。

在第 3 个试验中添加液态植酸酶。液态植酸酶的应用是有困难的, 有时在使用液态植酸酶时会导致酶在颗粒中分布不均。酶活损失的另一个重要原因是气流喷涂液态酶。事实上在液态酶喷洒过程中有相当一部分植酸酶结合在颗粒料的表面, 最终导致许多植酸酶集中在粉化的小颗粒料中, 而这些小颗粒粉料通常被回收重新制粒。在这种情况下, 喷洒的植酸酶就被破坏了。另外在饲料厂以外的农场有时也会发生饲料的粉化。在贮存过程中, 液态植酸酶的酶活损失要大于固态植酸酶的酶活损失, 这可能是由于液态喷洒的植酸酶绝大部分都分布在颗粒的表面。表明在生产和贮存过程中应对酶活的损失给以高度重视。在制粒和贮存温度都很高的情况下, 植酸酶活力彻底丧失不是不可能的, 简单地说制粒造成的酶活损失达 30% 是不确切的。影响酶活损失的原因除了饲料原料和调质温度等主要因素外, 模孔的直径和环模的厚度也有影响。

在第 4 个试验中, 对一种经保护处理的植酸酶进行试验, 这种植酸酶是在早期的植酸酶和液态植酸酶出现几年后上市的。分别用 2 × 40mm 和 4 × 50mm 两种规格的模孔, 在常规条件下, 制备肉仔鸡料和乳猪料, 并把制备的颗粒在不同温度下存放 2 周。

在 71 调质, 肉仔鸡料中的植酸酶活力明显下降。在 82 酶活保留率为 40%, 而对乳猪料在 82 调质酶活保留率为 60%, 这意味着颗粒越大, 酶活的保留率越高。另外, 在某些极端条件下, 由于料仓外部温度上升也可能导致酶活的大量损失。

图 9(略)和图 10(略)表明了保存试验的结果,在 30 保存,酶活的保留率为 80%~85%,在 40 保存,酶活损失达 30%,而在 50 保存,酶活损失达 60%。

与传统的植酸酶相比,颗粒化的植酸酶有较好的稳定性和较高的酶活保留率。但是在 80 条件下,颗粒化植酸酶的活力损失也很严重。

3 猪和禽的消化试验

尽管各批次消化试验获得的绝对值有差别,但试验值与相应对照值之间的差值是相等的(表 1)。产生上述差别的原因可能是由于采用的数据统计分析方法不同。在进行消化试验时,基础日粮中植物磷的含量应尽可能低。这很重要,否则,使试验结果偏低。

由于上述原因,Eeckout 等(1997)精心设计,采用一种半合成日粮,磷含量仅为 0.037%,分 2 组,磷酸盐的添加浓度分别为 1g/kg、2g/kg 无机磷,钙的添加量为 5g/kg,试验动物的体重控制在 35~40kg。

为了消除上述试验难点和磷消化率的高度可变性,收集连续 10d 的动物粪便排泄物进行分析。为了确保精确计算磷和钙的摄入量,对每次饲喂和每头猪使用的磷酸盐和碳酸钙仔细称量,每个食槽都用人工搅拌混合。试验结果显示,在早期的试验中,具有最高利用率的磷酸盐其利用率还是被低估了。因此建议在今后的消化试验中采用 Eeckout 步骤。

禽和猪的消化道,有明显差别,因此它们对饲料磷酸盐的消化方式很不同。表 2 所示的试验结果也是采用人工合成的不含植物磷的基础日粮进行试验获得的。特别需要指出的是,禽对二水磷酸氢钙的利用率大大高于猪。禽能很好地利用二水磷酸氢钙,而脱氟磷酸盐和无

水磷酸氢钙不适用于禽。

根据上述试验结果，我们建议大多数饲用磷酸盐的消化利用率参照表 3，表中数据对量化饲料磷酸盐的消化率及在配制饲料时控制可消化磷均有指导意义。

综上所述可归纳为：二水磷酸氢钙一钙特别适用于禽类，而对猪，磷酸一钙和磷酸二钙比较合适。

表 1 猪饲料中磷的表观消化率

磷源	荷 兰	丹 麦	比 利时
磷酸氢钙	65	52	63
二水磷酸氢钙 (Aliphos)	69	59	73
二水磷酸氢钙(其他种类)	87	-	-
磷酸二钙 (Aliphos)	-	72	-
磷酸二钙 (其他种类)	73	65	-
磷酸一钙 (Aliphos)	83	-	92
磷酸一钙 (其他种类)	76	64	-
脱氟磷酸盐 (磷酸三钙+Ca, Na, P)	80	50	-

注：引自荷兰 Grimbergen (1985)、Mulder 等 (1985)、Vandertol (1988)，丹麦 Foulum (1994)，比利时 Eeckout (1996) 的资料。

表 2 禽饲料中磷的表观消化率 (%)

磷源	荷兰	比利 时	平均 值	相对 值
磷酸一钙 (Aliphos)	84	85	85	100
磷酸一钙 (其他种类)	76	-	76	90
二水磷酸二钙 (Aliphos)	77	83	80	94

二水磷酸二钙 (骨质磷酸盐)	80	80	80	94
磷酸氢钙	53	70	62	73
磷酸二钙 (其他种类)	79	-	79	94
脱氟磷酸盐	55	-	55	65

注：引自荷兰 Simons 等 (1990 ~ 1994) , 比利时 Hu yghebaert 等 (1996) 的资料。

表 3 不同类型饲用磷酸盐的表观消化率 (%)

猪	禽			
磷的消化率	相对值	磷的消化率	相对值	
二水磷酸氢钙 (Aliphos)	70	78	80	95
磷酸氢钙 (Aliphos)	65	72	70	82
磷酸一钙 (Aliphos)	90	100	85	100
磷酸一钙 (其他种类)	80	89	76	89
磷酸二钙 (Aliphos)	80	89	83	98
磷酸二钙 (其他种类)	75	83	75	88
脱氟磷酸盐	50 ~ 75	55 ~ 83	55	65

4 小结

有两种提供磷的方案，一种是使用植酸酶。主要不足是它的变化性，如预混料的配比、调质温度、模孔直径、模孔长度、饲料中粗纤维的含量和贮存温度等均会

对植酸酶的使用效果产生影响，使饲料生产者不能准确量化植酸酶的使用价值，也不能在使用过程中不留安全量。使用植酸酶的一个重要目的是为了减少动物粪便中磷的过量排放，但是对于绝大多数欧洲土壤目前还不存在磷饱和的危险。在如今所用的饲用磷酸盐都是高质量的可消化磷源，所以没有必要承担不必要的风险。另外使用高质量的饲用磷酸盐为生产者提供了一个稳定的、可预测实际可消化磷的量，这个量不受其他原料、生产过程中参数变化及贮存温度的影响。

“em”与“植酸酶”的应用

20世纪末，动物产品在满足了人们日益增长的物质需求的同时，也出现了动物规模扩大、数量增加与人类争粮的问题；养殖业发展的需求与自然资源相对匮乏的问题；动物产品中的药物和有毒物质残留影响人类身体健康的问题等等。世界各国都高度重视并致力于寻求解决问题的办法和途径。在探索中人们发现，把住动物源产品生产质量是解决问题的突破点。随着生物技术的发展，一些微生物工程产品的纷纷问世并作为饲料添加剂在动物生产中示范应用，为养殖业的可持续发展展示了广阔的前景。

本文仅就目前在动物生产中应用比较多的EM菌剂和植酸酶，结合生产实际作一论述。

1 作用机理与功能

1.1 EM菌剂

EM(Effective Microorganisms)是由光合菌、乳酸

菌、酵母菌等多种微生物复合而成的多功能菌剂，又称微生态制剂。自 90 年代引入我国后，经广大科研人员的攻关，对引进的 RM 进行消化、吸收和改进，成功地研制出益生菌、CM、EM-2 等同类系列产品及不同剂型的产品。

此类微生态制剂在动物体内充分发挥生物体之间相互克、协生互补及共存共亡的作用，创造有利于畜禽生长的微生态环境，这些有益菌通过制造厌的环境，破坏好有害菌生存条件，达到杀灭有害菌的目的，有益菌在无的环境下得到充分生长和繁殖，迅速在病灶的表面形成菌膜屏障，保护病灶不被重复感染，使胃肠疾病的彻底治愈成为可能；数十种有益菌的优势组合，并保持组合的稳定，能有效地粘附、占位，排斥和抑制致病菌繁殖，起到以菌治菌的作用；通过有益微生物作用，整体调节内外环境，促进胃肠蠕动，并在代谢过程中产生过氧化氢、活菌酶、杆菌肽等；产生有机酸，促消化道 pH 值下降，对病原性细菌有抑制或杀灭作用，维持肠道的正常生理功能，可防治肠道的慢性炎症和慢性水肿等病症；有效地促进动物肠道内营养物质的消化和吸收，提高饲料利用率，还富含双歧因子，刺激双歧杆菌的增殖，增强机体消化吸收机能和抗病能力，能抑制腐败菌的繁殖，从而降低肠道和血液中的肉毒素及尿素酶的含量，把促成恶臭的氨、硫化氢、甲基硫醇、三甲胺等当做食饵(基质)分解掉，从而有效地减少有害气体产生，使臭味减少 90%以上；可诱导产生干扰素，提高非特异性免疫球蛋白的浓度，刺激巨噬细胞的活性，提高疫苗的保护率；因动物少用或停用抗生素和其它化合药物，提高了动物的生殖、代谢功能；能降低肉中脂肪和胆固醇含量，提高瘦肉中甘氨酸和谷氨酸含量，可提高动物

产品鲜嫩度。综上所述，EM 添加剂具有增重、抗病、改善产品品质以及保护生态环境等功能。

1.2 植酸酶

天然的植酸酶(Phytase)存在于多种植物的籽实中，一些微生物也可以产生。在适宜的温度和水分条件下，植酸被植酸酶水解，释放出磷等元素，供种子发芽、生长。由于单胃动物（猪鸡）消化道内不含植酸酶，导致无法或不能很好利用植物性饲料中的磷。磷元素对畜禽的重要作用不可替代，过去主要依靠磷酸氢钙等含磷饲料满足动物的需要；磷酸在影响矿物质消化利用的同时，还与钙、镁等元素以及氨基酸等结合形成难以消化的络合物，使消化率及矿物质、蛋白质生物有效性降低；植酸酶还可以与动物体内的蛋白质，如淀粉酶、胃蛋白酶、胰蛋白酶和酸性磷酸酶等结合，降低酶的活性，使整个日粮的养分利用率降低；植酸对维生素也不利，动物食后常表现厌食、消瘦和生长繁殖机能衰退等，且生产磷酸氢钙要消耗大量的磷矿资源和能源；同时由于进食的磷，绝大部分在参与体内新陈代谢后由粪、尿排出体外，加速了磷对环境造成的污染。现售商品化植酸酶是微生物基因工程产品，它作为外源性酶可激活动物体内的内源酶，使其发挥作用，水解植酸，提高动物尤其是单胃动物对磷的利用率，以减少饲料中磷的添加量，从而减少粪便中磷的排泄量，减少磷对土壤、水等资源的污染。

2 应用效果

2.1 EM 应用效果

EM 自问世以来，在种植业、动物养殖业上取得了可喜的效果，受到了全世界的注目；目前已在巴西、日本、

美国、法国等 90 多个国家和地区推广应用。大量应用证明,EMA 菌剂能有效提高饲料有效养分的含量,氨基酸可提高 8%~28%,料肉(蛋)比下降 4.8%~20%;能有效提高动物的抗病性和免疫力,尤其是对动物的肠道感染有很好的防治作用,减少动物发病率 40%~80%,降低死亡率 50%~30%;产蛋率提高 3%左右;能有效去除养殖场粪便恶臭,改善环境,防止污染;生产出的肉、蛋、奶、鱼等动物产品质量可达到绿色食品标准。

2.2 植酸酶应用效果

国内外有很多资料报道,在饲料中添加了植酸酶后,能使植物原料磷利用率提高至 50%~80%,粪中排出磷量减少 25%~50%;生长猪增重提高 21.6%~62.3%,料重比下降 10%以上,同时也提高了钙、磷、镁、铜、锌的吸收率和沉积率;提高蛋鸡和雏鸡饲料转化率 11.6%~38.8%。国内最早的报道见于 1996 年,张若寒等在蛋鸡每千克饲料中添加 0.06 克的植酸酶替代 2.2 克的无机磷,可保持产蛋性能不变,且产蛋率、料蛋比、破蛋率等生产指标有所改善。

2.3 在天津市动物生产中的应用效果

天津市大港区 1995 年率先引进 EM 技术,1996 年试验、示范,进而由市畜牧局以推广项目形式示范应用此项技术。五年中,不断总结经验,吸收、应用不同剂型的产品,通过全市六区县 3970 个禽、猪、鸭、牛、兔及水产养殖场(户)示范应用,动物生产性能大有改善,减少动物发病、降低死淘率 30%以上;特别是白痢等动物的肠道疾病减少 70%以上;防制家禽猝死综合征也很有效,死亡率控制在 0.5%~5%之间;基本不用药,产品品质有所改善,且肉的味道鲜美,蛋黄颜色深;对环境

的改善作用尤其明显，经环保部门测试，肉鸡舍和育肥猪舍内的臭味强度下降了 96%~99%，苍蝇减少 70%以上。

植酸酶 1996 年以来，在大港油田团泊洼开发公司应用示范，结果蛋鸡产蛋率提高了 4.4%，破蛋率下降 1%~2%，蛋成本降低 0.05 元/kg。从 1998 年开始，在我市数百个场户示范应用，蛋鸡粪便中磷减少了 35.18%，生猪粪便中磷减少了 26.7%。

3 应用前景

3.1 潜在的饲料资源的利用，提高综合效益

由于植酸广泛存在于谷物和植物蛋白饼粕中，所以植酸酶的应用潜力很大。目前，多种微生物来源的植酸酶及多种植酸酶编码基因已得到分离，改变植酸酶的酶学性质（耐高温性、pH 适性、催化活性等），以提高其在饲料中使用的有效性已指日可待。EM 不仅在动物饲料中被广泛应用，而且猪、鸡粪经 EM 发酵升温，可有效地杀死病原菌及寄生虫卵，并提高其蛋白质、矿物元素等养分含量；EM 还可以发酵草粉，提高其养分，开发了反刍动物新的饲料资源。

3.2 提高畜产品的品质，增强市场的竞争力

由于在饲料中添加抗生素畜产品中有残留，给人民的身体健康带来了严重的危害；微生态制剂添可起到防病及促生长作用，因此可减少或停止抗生（菌）素的使用，生产无毒、无害、无残留的绿色畜产品。1998 年我国绿色食品开发企业 742 个，总产值达 494 亿，销售额超亿元的企业 50 个，上市公司 15 家，说明这新兴事业的市场竞争力是强的。

3.3 实现环境和资源的保护，创造良好的生存空间

由于畜禽粪便很难从畜禽舍内彻底清除，有的直接