

The background features a complex, abstract design. It consists of numerous thin, light-colored lines radiating from various points, creating a sense of movement and depth. Interspersed among these lines are several geometric shapes, including circles of varying sizes and small crosses. The overall effect is a modern, technical, and somewhat futuristic aesthetic.

# 动物饲料与安全

(十三)

编者董原

## 目 录

畜禽粪便对环境的污染及相关防治措施 .....	1
液体饲料的应用技术 .....	7
国外特殊饲料添加剂一览 .....	13
绿色水产饲料添加剂 .....	14
远离瘦肉精 .....	20
畜牧业发展与环境保护 .....	22
影响饲料安全的三大因素 .....	28
二噁英污染及其预防措施 .....	30
降低猪场臭气的饲料策略 .....	39
肉类保鲜技术 .....	40
国外饲料防霉技术 .....	46
用膨化法加工植物纤维饲料 .....	48
饲料中有害生物对饲料的危害及防治方法 .....	49
畜牧场废弃物的处理与利用 .....	51
几种兽用药物残留的危害 .....	61
饲料和饲料添加剂的安全对策 .....	63
如何控制肉鸡的药物残留 .....	67
动物用转基因微生物的生物安全性 .....	69
两项新型青贮机械化技术在京演示 .....	77
膨化技术与饲料生产 .....	78
与兽药有拮抗作用的几种饲料 .....	83
高新技术让我们吃上了“放心肉” .....	84
禽蛋问世 .....	86
糊化淀粉尿素——膨化加工技术的研究与实践 .....	87
颗粒饲料加工工艺研究进展 .....	91
液体饲料发展前景广阔 .....	93

日本的家畜粪尿处理技术 .....	93
饲料中草酸盐的危害及其预防 .....	98
饲料中营养物质对猪肉品质的影响 .....	103
新型肉用仔鸡添加剂 .....	109
双乙酸钠添加剂在动物饲料中的应用 .....	114
用营养调控缓解养猪生产对环境的污染 .....	140
益生菌制剂在水产养殖中的应用 .....	144

## 畜禽粪便对环境的污染及相关防治措施

随着国民经济的发展，人民生活水平的不断提高，人们对食物的要求已由植物型转向动物型，从满足于温饱改变为要求食物具有营养性和独特的风味，因而养殖业得到了迅猛发展，尤其是 20 世纪 80 年代，国家推行“菜篮子工程”以来，畜牧业在解决城乡居民的肉、蛋、奶自给方面，起了很大的作用。但是大量的畜禽粪便不仅造成严重的环境污染，而且严重制约了畜牧业的持续稳定发展。在环境保护意识日渐增强的今天，已成为人们普遍关注的问题。

### 一、畜禽粪便对环境的污染

#### 1. 畜禽粪便的排放量

据测定一个饲养 10 万只鸡的工厂化养鸡场，年产鸡粪达 3600 多吨。1 头猪年产粪尿约 2.5 吨。如采用水冲式清粪，1 头猪日污水排放量约为 30kg。1988 年，农业部估计全国畜禽粪尿年排放量为 18.84 亿吨，相当于工业废弃物排放量的 3.4 倍。1990 年中国农业环保协会牧业生态学组对上海郊区畜牧业进行考察时指出，上海畜牧业粪便量已突破 1200 万吨，远远超过该市当年工业废渣（663.11 万吨）和生活废弃物（666.44 万吨）的排放量。据肖永庆报道，80 年代北京畜禽粪便年排放量高达 1000 万吨，折合 COD 为 431 万吨，BOD 为 215 万吨，相当于 1700 万城市人口粪尿排放量。

#### 2. 畜禽粪便对环境的污染

##### 1. 氮和磷的污染：畜禽粪便中含有大量的氮和磷的

化合物，尤其是在饲料的氨基酸不平衡、可利用养分低的情况下，含量更高。如肉仔鸡粪便中含有约 50% 的食入氮及 55% 的食入磷。这些氮和磷进入土壤后，会转化为硝酸盐和磷酸盐，含量过高会使土地失去生产价值，造成地表水和地下水的污染，使水中硝态氮、硬度和细菌总数超标。水体富营养化后，蚊蝇及其它昆虫大量孳生，藻类和其它水生植物大量繁殖，使水中溶解氧减少，鱼虾等水生动物因缺氧而死亡。

2. 恶臭：粪便中因含有硫化氢、粪臭素(甲基吲哚)、脂肪族的醛类、硫醇、胺类和氨气等，所以臭气难闻。如果粪便排出后不能及时处理会使臭味增加，危害人畜的健康。

3. 生物污染：患病或隐性带病的畜禽会排出多种致病细菌和寄生虫卵，如大肠杆菌、沙门氏菌、鸡金黄色葡萄球菌、传染性支气管炎病毒、禽流感和马立克氏病毒、蛔虫卵、毛首线虫卵等。据化验分析，畜牧场所排放的每毫升污水中平均含 33 万个大肠杆菌和 66 万个肠球菌；沉淀池内每升污水中蛔虫卵和毛首线虫卵分别高达 193.3 个和 106 个。如不适当处理，不仅会造成大量蚊虫孳生，而且还会成为传染源，造成疫病传播，影响人类和畜禽健康。

4. 金属元素的污染；当今畜牧业生产中大量使用各种微量元素添加剂，如仔猪生产中使用铜制剂可高达 25 0mg/kg，铁制剂 100mg/kg。此外，含砷生长剂也广泛使用，据测算，一个 10 万只肉鸡场若连续使用有机砷生长剂 15 年后，周围土壤中的砷含量会增加一倍。

## 二、畜牧业污染防治对策

1. 提高畜禽饲料的利用率：提高畜禽的饲料利用率，

减少排泄物中养分及金属离子的含量，是降低畜禽粪便污染的根本措施。

1.1 氨基酸平衡日粮:氨基酸平衡日粮，是指依据“理想蛋白模式”配制的日粮，即日粮的氨基酸组成与动物的氨基酸需求相适应的日粮。据报道，在满足有效氨基酸需要的基础上，可以适当降低日粮的蛋白质水平，而不会影响畜禽的生产水平。袁建敏（1997）报导，补充赖氨酸使仔猪日粮粗蛋白减少20%，粪尿中氮减少25%。杨胜（1995）报导，90kg体重的猪，饲喂低蛋白水平日粮并添加合成氨基酸，使氮的排出量减少22%或41%。仔鸡饲喂氨基酸平衡日粮，蛋白质水平可降低2%~5%。这不仅可节省蛋白质资源，而且也是从根本上降低畜禽粪便氮污染的措施。

1.2 合理加工日粮:饲料的加工处理不仅可以影响饲料的营养成分含量而且会影响饲料的利用率。粒径大小合适的颗粒料，因增加了单位体积养分的含量和适口性，而提高了畜禽的进食量。李德发（1994）报导，猪饲料颗粒度在700—800 $\mu\text{m}$ 时，饲料的转化率最佳，且不发生溃疡和结块问题。饲料的膨化处理和颗粒化处理可使随粪便排出的干物质减少1/3。膨化可使淀粉糊化，蛋白质变性，利于消化吸收。

### 1.3 使用氨基酸微量元素螯合物

微量元素是动物生长必不可少的营养素之一。人们为了追求某些元素在高剂量时的特殊生理作用，使微量元素的添加量越来越多，未被消化吸收而被排出体外的部分也越来越大，造成金属离子的污染。近年来推出的氨基酸微量元素添加剂，在消化道内可以溶解，而且由于它是电中性的，可以防止金属元素被吸附在有碍元素

吸收的不溶胶体上，因此，它具有容易吸收，效价高的特点。与无机盐相比，添加剂量少但可以达到相同的效果，且金属离子的排出量减少（李福昌，1997；王世新，1997），因此是一种理想的微量元素添加形式。

1.4 使用酶制剂：饲料中尤其是植物性饲料中含有许多抗营养因子，如植酸、单宁、胰蛋白酶抑制因子、非淀粉多糖（NSP）等。饲料中添加酶制剂可以消除相应的抗营养因子，补充动物的内源酶，提高饲料利用率。植酸酶在适宜的条件下可将植酸磷盐分解释放出无机磷。在肉用仔鸡日粮中使用植酸酶可以降低排泄物中50%的磷。在猪鸡日粮中使用——葡聚糖苷酶，可把——葡聚糖苷和五碳糖苷分解为单糖，提高猪鸡的生产性能。在日粮中使用半纤维素酶，可分解半纤维素，提高日粮的能值。

## 2. 畜禽业粪便的综合利用

2.1 作为肥料使用：畜禽粪便是农业生产的一种优质的有机肥源。将粪污进行堆肥处理后利用，是我国目前使用较广泛的形式。堆肥处理过程中，可杀死大部分病原微生物及寄生虫卵，也可除去臭气，方法简单易行，投资少。经堆肥处理后肥效大大提高，可用于有机农业的生产。集中堆肥后也可运往异地使用。目前还出现了一种养殖——堆肥——菜地的生产模式，值得提倡。在堆肥过程中，也应注意粪水的外泄和下渗污染。

2.2 畜禽粪便中含有很多营养物质，尤其是消化道较短的禽类，粪便中的养分含量更高。此外，粪便中还含有丰富的矿物质和维生素，但由于粪便的适口性差，含有病原微生物以及可消化性低，而限制了它的使用。国外从40年代就开始了对于鸡粪进行处理用作饲料的试

验研究，到目前为止，已取得了很大的进展。处理的方法大致有干燥处理、化学处理、发酵处理、青贮、热喷处理、膨化处理等。处理后的畜禽粪便可用来做反刍动物及猪的添加饲料。如生长猪日粮中可添加鸡粪 5% ~ 10%，肥育猪添加 10% ~ 15%，鸡粪喂牛羊时可占到日粮的 20% ~ 30%。

2.3 EM 的使用:EM (Effective Microorganisms) 是一种微生物制剂的简称。它由日本琉球大学比嘉照天于 80 年代研制出，含 5 科 10 属 80 种微生物。用 EM 饲喂畜禽可以增加畜禽营养，提高饲料利用率，提高生长速度，增强畜禽的免疫能力和抗病性。因为 EM 不仅为畜禽提供了大量优质的菌体蛋白，而且它还含有丰富的维生素、生长素、酶和抗病毒物质等免疫活性物质。EM 进入肠道内建立优势菌群从而抑制了有害菌群的定植，改善了肠道微生物区系的平衡，增强了动物的健康。饲喂 EM 能改善肉的品质，提高产品质量。在环保方面，EM 可以清除粪尿恶臭，净化生态环境。EM 中的酵母菌、乳酸菌等，对有机固体物质进行发酵分解；光合成菌、固氮菌等利用分解过程中产生的有害物质(沼气、氨气、硫化氢等)及分解产物(无机盐等)进行合成，有效的降低了有毒有害物质的含量。郜敏(1998)报导，饲喂 EM 的猪舍和牛舍灭蝇效果分别达 30% ~ 34.6% 和 65.6%，硫化氢的清除效果分别为 50% 和 62.6%，氨气的去除效果也较好。

2.4 利用沼气工程:畜禽粪便中含有大量的有机物，在高温(35 ~ 55)厌氧条件下经微生物降解为沼气和二氧化碳。通过沼气发酵，可杀灭粪水中的病原微生物。血吸虫卵在常温沼气池内 7 ~ 22 天被杀灭；钩虫卵

经 30 天杀灭 90%，两个月死亡率达 99%；蛔虫卵 30~40 天被杀灭；痢疾杆菌在沼气池中 30h 死亡。改善了周围的环境，减少了人畜共患病的发生，保证了人民的身体健康，有利于畜牧业的持续发展。

沼渣作为肥料，可以改良土壤质量，改善农作物生长环境。经过发酵的沼渣，病原体已基本被杀死，不会对农作物造成感染而发生病虫害，是优质的有机肥，用它代替化肥，可以改良土壤，降低成本。

沼渣液作为饲料，用于养殖畜禽，节省饲料资源。据江苏省沼气研究所对鸡粪沼气发酵渣液的检测结果显示，其中含粗蛋白 16.94%、粗脂肪 29.28%、粗纤维 5.32%、灰分 36.4%、无氮浸出物 12.06%、氨基酸总量为 14.54%，其中赖氨酸 0.87%。另外还含有核黄素、烟酸、铜、锰、钾、硒、磷等多种营养素。赵书峰（1999）用鸡粪发酵沼渣液饲喂生长育肥猪日增重提高 43g/头，料重比下降 6.98%。

用沼液可以防治病虫害，能够避免农药对环境的污染。由于沼液中存在许多氨离子和多种微生物，并含有吡啶乙酸和赤霉素等物质，能够杀菌并对有害病菌有抑制作用。试验表明，沼液对蚜虫的杀死率为 90.23%，对红、黄蜘蛛的杀死率为 95.25%，对矢尖晰的杀死率为 91.55%，对其它青虫的杀死率为 99.4%。

3. 利用除臭剂：为减轻畜禽排泄物及其气味的污染，可在饲料或垫料中添加各类除臭剂。沸石有较强的吸附能力，可减少粪臭。美洲植物丝兰的提取物，有两种活性成分，一种可与氨气结合，另一种可与其它有害气体结合，从而能减少畜舍内的臭气味，目前，丝兰提取物在国外已广泛用来做畜舍的除臭剂。

4. 制定防污染法规:英、法、美、日、丹麦、荷兰、意大利等国家都已制定了有关防治畜牧业污染的法规及标准。如:日本规定猪的粪污排放标准, BOD 最大为 160mg/L, 日平均为 120mg/L 以下, SS (悬浮物) 最大为 200mg/L, 日平均为 150mg/L 以下, 我国的相应法规也应早日出台。

## 液体饲料的应用技术

液体饲料是一种针对性极强的改良型饲料产品, 它的出现打破了传统饲料观念。液体饲料一般是以糖蜜作为载体, 加大尿素(反刍动物专用)、脂肪、维生素、微量元素以及其他天然原料精制而成, 并且可以针对不同动物需要或集中补充一般饲料所缺乏的养分。其产品主要有高蛋白、高脂肪等不同种类, 适用于饲喂各种动物。针对不同的液体配合饲料、液体补充料和液体饲料原料, 其添加方式也不同。目前, 国内外液体饲料有以下几种应用技术。

### 1 直接饲喂

液体配合饲料是由水、糖蜜、脂肪、尿素(反刍动物)、可溶性蛋白、钙、磷、微量元素、维生素和药物添加剂等混合而成的液体饲料成品, 用以直接饲喂动物。液体配合饲料具有适口性好、易消化、便于调节营养浓度、营养全面平衡、对反刍动物还可以达到定时释放营养素, 以及成本低、运输安全可靠等优点。与固体饲料相比, 用液体饲料饲喂肥育肉牛, 生产性能提高 5%~8%; 饲喂奶牛日产量提高 1.4~1.8kg。由于液体饲料 pH 值(3.8~

5.0)呈偏酸性,具有开胃作用,可使动物增加采食量,从而进一步提高动物生产性能。

### 2 作为液体添加剂直接添加

为了提高粉状饲料的营养价值,如增加能量、改善适口性或提高产量和产品品质,可添加一些液体,这些液体称为液体添加剂。研究表明,采用特殊的物理、化学方法和严格的添加程序,以水为载体,将符合肉鸡生长需要的微量元素、维生素、抗氧化剂和促生长剂等物质组合在一起,饲喂 AA 肉鸡,42 日龄体重达 2.05kg,成活率达 96.8%;与固体饲料添加剂相比,鸡群体重变异系数下降 40.5%,饲料转化率提高 9.2%,鸡群成活率提高 1.51%。同时,对于大反刍动物均需补充一定量的精料,可以液体形式热喷,混合于青贮饲料或青贮干草中。

### 3 在混合机中添加

混合机中液体添加主要是研究液体均匀分布和添加量的控制,高性能液体雾化器和液体计量器是关键。目前在混合过程中添加的液体品种比较多,如糖蜜、油脂等。由于绝大多数饲料厂的混合工艺都是按批次完成的。因此,在混合机中添加对于计量、实时控制及配方管理均较容易实现。其添加方法为:在卧式混合机下半部正对螺旋方向一侧等距地开两个孔,安装电动(或气动)阀并与 55mm 的糖蜜管道相连。在混合机混合 35s 以后,两球阀交替打开讨不开时间为 3~5s,持续时间最多为 30s,这是由于混合机的混合周期有时间限制。若阀门开启时间过长,一次进料过多,就很难混合均匀,影响混合质量。由此可知,在混合机中添加量不可能太高,最高为 2%。对于双轴混合机其添加方法有所不同。在混合机

内沿轴向加一长管,其上开直径为 10mm 的小孔,小孔的位置视糖蜜等加入的距离不同自上而下有所变化。糖蜜入口加电动(或气动)阀门,在物料进入混合机并混合 5s 后打开阀门开始添加糖蜜,持续时间最多为 15s.此种方法的添加量不可太高,最多可添加的量为 5%。

#### 4 在调质器中添加

为了增加颗粒饲料营养和改善制粒性能,常常在压粒前添加糖蜜、油脂或作为载体而含有矿物质等的液体。添加油脂的主要目的:增加能量密度;增加适口性;具有润滑作用,减少制粒的磨损等。添加糖蜜的主要目的:增加饲料能量密度;作为开胃剂;作为颗粒的粘合剂。此种方法使用比较方便,也是欧洲国家使用较多的方法。目前,制粒用粉料的液料添加一般在调质器中进行。粉料进入调质器过程中,利用蒸汽的温度和压力将糖蜜、油脂雾化后吹进调质器。此处由于借用了蒸汽,而使糖蜜、油脂的添加质量和添加数量大大改善,油脂添加一般控制在 7%以下,否则将难于压粒成型。糖蜜根据制粒物料不同,其添加量最高可达 10%(因物料在调质器内停留时间短,液体附在粉料的表面,故应注意液料的添加量)。但是此种方法也有不足,一是调质器需要定期清理;二是较难实现实时控制。

#### 5 在热化罐中添加液体

一些欧洲国家为了使饲料代用品很好压粒,常在调质器后再安装一个熟化罐(或在两个调质器中间加设一个熟化罐)。目的是增加调质时间,使物料有足够时间吸收添加的液体;因此,添加量有所增加,油脂添加量可达 7%~10%,糖蜜添加量可达 10%以上。采取这种添加工艺可提高制粒机的生产率和颗粒的耐久性。

## 6 专用添加设备

### 6.1 油脂专用添加设备

向混合机或调质器中加油脂一般不超过 10%。因添加过多,则不易混匀,有碍淀粉糊化,缺乏粘合性,不利于制粒。畜禽需要油脂添加量达 10%以上时(如肉鸡),常在制粒后进行表面除油。此方法既增加了油脂添加量,又不便颗粒变软。涂油一般采用两种形式:一种是颗粒自流下落过程中进行喷涂;另一种是颗粒在滚筒内翻转过程中进行喷涂。

### 6.2 糖蜜专用添加设备

糖蜜专用添加设备欧洲使用较普遍。我国在“七·五”期间作为攻关项目进行了研制,并制定了相关标准;但并未形成商业性应用,且按制定的标准糖蜜加温后粘度为 0.2Pas 也是不太实际的。一般情况下,未经稀释的糖蜜即使加温也远远大于 0.2Pa·s。当然,温度过高会使糖蜜产生焦化糖,其变异系数(CV)大于 10%,与一般混合机的 7%也有差距。虽然糖蜜混合不均对于饲料质量影响不大,但是对于产品的外在质量是有一定影响的。

## 7 制粒后喷涂

为了降低原料成本,充分利用饲料资源,提高饲料产品档次,饲料厂越来越多地采用加长夹层调质器、高温瞬时调质器、挤压膨化等热加工设备。饲料在调质、制粒、挤压和膨化过程中受温度、压力、摩擦力和水分的作用,维生素、酶制剂、药物等添加剂中的有效成分遭到严重的破坏,造成饲料配方失真,而后置添加技术就是解决这一问题的新技术。后置添加工艺可分为以下几种。

### 7.1 直接添加悬浮液或液体

首先，将含有生物活性的物质先与一种惰性物质载体或粘性胶体混合成液体，形成均匀的悬浮液。悬浮液再通过一种设备转化为一种可作用于粒料的形态，形成均匀的一层薄膜覆盖于粒料的表面，从而将含有少量生物活性的物质(包括维生素、激素、酶等)结合到制粒后的饲料中。这种覆盖胶体的颗粒基本上是均匀的，对混合机的污染也很小，它的添加量约为 2~40kg。这种添加方法比较适合于小批量生产饲料或农场自行加工。

## 7.2 喷雾添加液体

喷雾添加液体通常的方法是在制粒后喷涂液体，这一系统的应用可以保证热敏原料的活性不受破坏。应用液体外涂技术的关键是使添加量较少物料混合均匀以及准确控制添加量。目前，外涂液体种类很多，因此所开发出来的液体喷雾系统也有所不同。

### 7.2.1 酶喷涂系统

诺和诺德公司开发了一种液体喷涂系统，这种系统能满足饲料制粒后液体酶制剂的添加要求。该系统主要由一个高精度计量泵组成。它将精确量的液体酶制剂，经气压喷头喷出，并且可根据饲料的不同而调整。酶喷涂系统和油脂添加系统相结合可以便油脂涂敷的精确度得到提高。通过设置酶喷涂系统，能够对加工过程实现更加精确的自动控制，因而能够提高整个加工过程的精度。

### 7.2.2 微量液体系统

微量液体系统是添加液体成分到颗粒料上的系统，它能添加氨基酸、维生素、香味物质、酶以及抗菌素等微量成分。液体添加系统的核心装置是喷雾混合装置，根据其特点，微量添加系统可分为以下 3 种。

(1)双轴桨叶式加拿大A & J公司的phlauer喷涂机,源于双轴桨叶式混合机。它要求壳体能耐受 120kPa 压力,并装有传感器,配备液体添加罐,出料口有单、双出口两种形式。双出口排料块,机内积料少,清室效果好。为减少颗粒的破碎,该设备对混合机的转速等工作参数进行了调整。同时,将桨叶做成可调节的,根据颗粒的大小调节桨叶长度,从而调整桨叶与混合室侧板和底板的间隙。

(2)旋转喷雾式德国 AmandusKakl 公司生产的旋转喷雾添加机 Rotospray。该机机内的中间设置有一组高速旋转的转碟,当转碟高速旋转时,可将 1ml 的液体原料分开为 1000 万粒雾,喷洒在转碟四周由上自流而下的颗粒或膨化饲料上。这种系统装置有重量分析仪,可计量高达 20t/h 的饲料流量和低至 50ml/t 的液体添加剂的量。

(3)立式丹麦 Sprout-Matador 公司根据立式混合机的构思,推出了 VAC 真空喷涂机。该机中间装有一垂直旋转输送机,将颗粒推送至混合机上部,经过分配环,使颗粒从混合室顶部向中心四周分散,形成薄的料层。此时,喷嘴喷出的液体恰好与暴露在混合室顶部的颗粒混合,然后在螺旋输送机的作用下,由混合机内壁四周向下流动并进一步混合,混合机内的颗粒经多次重复上述过程,反复混合,达到液体均匀喷涂的目的。VAC 喷涂机利用锥式混合机固有的高强结构作为混合室,并设有传感器。

综上所述,安装后喷涂设备成本不是太高,工艺也不复杂,缺点是:可能造成颗粒料粉化率的提高;各种活性物质仅仅是粘附在饲料颗粒表面,在饲料的运

输过程中容易剥离下来，造成饲料活性物质的损失；活性物质粘附在表面更容易受光照、氧化的影响，而造成储藏期间较大的损失。

### 8 小结

饲料中添加液体可以降低运输、处理和储藏费用，可以保护饲料中有效成分，可以采用更灵活的加工工艺提高饲料品质。因此，国外许多大型饲料厂使用液体添加技术，特别是后置添加技术；国内也逐步认识并采用后置添加，但液体添加方式也存在一些不足。如饲料颗粒对液体添加剂的吸收能力直接影响添加量效果；油脂、糖蜜等粘性物质，低温时易粘附在设备表面及仓壁，会造成交叉污染及饲料变质；部分浓度较高的液体溅在身上会造成身体伤害；添加多种液体时，存在交叉污染或发生化学反应的可能。

## 国外特殊饲料添加剂一览

黄霉菌素德国人在猪饲料中添加一定量的黄霉菌素(仔猪 5mg/kg,肉猪 20mg/kg),结果使饲料转化率提高了5%以上,日增重提高 7%~10%。

沸石日本人在猪饲料中添加 5%的沸石,可节约 1/4 的饲料,猪日增重提高 15%左右,同时还能使猪减少胃肠炎、支气管炎、佝偻病和仔猪腹泻等疾病的发生。

树霉菌澳大利亚人在饲料中添加树霉菌喂仔猪,结果易患腹泻致死亡的 3 周龄仔猪无一死亡,且长得更快。这是因为树霉菌能杀死脏水中的细菌,从而减少或避免了猪霍乱和其他肠道病的发生。树霉菌添加量为每千克

饲料 25 ~ 40g。

甜菜碱日本人在鱼饲料中添加 1.5% ~ 2.5% 的甜菜碱, 可对所有的鱼类产生强烈的诱惑力, 吸引其来吞食, 从而减少或避免饲料沉入水底浪费。同时, 甜菜碱具有明显的代谢活力, 能提高幼鱼的成活率。

核酸日本人在鸡饲料中添加核酸, 使鸡肉变得鲜嫩, 容易煮熟和切割, 同时还可使鸡改变好斗的性格变得安静。另外, 还能淡化至消除鸡粪的臭味。

肌醇菲律宾人在鱼类饲料中添加肌醇, 不仅使鱼的生长速度加快, 而且减少了鱼病的发生。肌醇的添加量, 鳟鱼饲料 300 ~ 500mg/d, 鲤鱼为 400 ~ 500mg/d, 虾饲料为 200 ~ 300mg/d。

## 绿色水产饲料添加剂

随着现代集约化和规模化水产养殖业的发展, 水产动物感染各种疾病的危险性大大增加。为了预防水产动物疾病, 促进水产动物生长发育和提高饲料利用率, 大量抗生素等药物被用作饲料添加剂。但随着长期、大量的使用抗生素类添加剂, 其负面效应也日益明助地暴露出来。因此能替代抗生素的功能强、价格低、性能优、无毒副作用、利于环保的绿色饲料添加剂的研究、开发引起广大科研人员的广泛关注。

### 1 抗生素饲料添加剂的副作用

#### 1.1 长期使用抗生素导致细菌产生抗药性

虽然耐药性因子的传递频率只有 1/106, 但由于细菌数量大、繁殖快, 在这一频率下, 仍造成抗药菌株的