

[编者按]我国饲料加工业已经走过30多年的历程,蛋鸡饲料加工一直沿用传统的加工工艺,一般都是粉碎料较粗的粉状配合饲料。随着人们生活水平的提高和对食品安全的高度关注,饲料安全也越来越引起人们的重视,而传统工艺生产的蛋鸡饲料未经熟化处理存在着含菌率高、饲料安全性较差和饲料消化吸收率低等问题,对鸡蛋的品质产生着较大的影响。如何从加工工艺上对蛋鸡饲料的生产这个专题进行研发、改进,以保证和提升产品的品质和安全性,关注的人并不多。在本文中王永昌先生就这个专题进行了较全面的论述,并提出了一些新的加工工艺和措施,希望对业内相关科技工作者起到参考和借鉴的作用。

谈鸡饲料加工工艺和设备

王永昌

(国家粮食局无锡科研设计院,江苏无锡 214063)

蛋鸡是我国重要的养殖对象,30年来我国蛋鸡饲养量和产蛋量均居世界第一,人均消费量2007年达19 kg,已赶上发达国家。2007年鸡蛋产量2 045万吨,每年以10%~12%递增。2010年蛋鸡饲料的消耗量约3 000万吨左右。蛋鸡的饲料加工在国内饲料加工厂一直沿用着传统加工工艺,即将玉米等原料破碎成3~4块的大颗粒,饲料全部为生粉料,未经熟化处理的饲料则含菌率高、饲料安全性较差和饲料消化吸收率低等问题,在人们对食品安全标准要求高的今天,现有的饲料加工工艺就不符合安全要求了。为此,对该加工工艺进行讨论,供参考。

1 国内外蛋鸡饲料加工概况

20世纪70~90年代,粉状配合饲料几乎都是生粉料。由于有些禽仍须用粉状配合饲料来喂养,才能获得较好的喂养效果,但生粉料在饲料的安全性和消化吸收率方面有一定的不足。特别在流行病的蔓延时,粉状配合饲料缺陷就充分显示出来。为此,欧盟对饲料的安全性提出了新的标准和要求。

1997年欧盟提出解决饲料安全问题的提议;

1998年欧盟提出了饲料监督检查规范;

1999年欧盟成立健康与消费者协会;

2000年欧洲饲料工业白皮书,论述了饲料安全的重要性和饲料不安全的现状;

2002年欧洲安全饲料(机构)的创立。饲料安全的重要性已引起各国饲料工作者严重的关注。

90年代末熟化粉状饲料在欧洲问世,成为饲料家属中新一员。

先进国家在2000年前后提出熟化粉料的加工工艺,并用于蛋鸡饲料加工,在国际上得到认可,已在欧洲、美洲和亚洲等各大洲得到广泛的应用,取得较好的效果,日本就介绍采用该工艺生产的鸡饲料,鸡所生的鸡蛋是绝对安全的。但我国饲料加工的技术人员和养殖户对饲料安全的理念落后于国外先进国家,尚不认可和运用既节能(与制粒相比),又环保,又节约饲料资源的加工工艺。

国外从上世纪60年代提出动物福利的概念:动物有不受饥渴的自由;有不受痛苦和疾病威胁的自由;有生活无恐惧和应激的自由;有生活舒适的自由等。2002年召开了国际动物与立法研究会,2005年在北京召开了动物福利与肉品安全国际论坛。

近年来动物福利的概念开始引起国内外养殖者的关注,特别是瑞士成为动物福利待遇最好的国家,该国早已立法禁止出售和进口笼养蛋鸡所生的鸡蛋。动物福利概念正将成为一种普遍原则,亦有可能成为国际贸易标准和壁垒。目前已有100多个国家制定了禁止虐待动物法案。对我国蛋品出口不仅要求鸡蛋品质的安全,而且要求蛋禽生产环境的自由。

蛋鸡的饲料加工工艺一直沿用着传统加工工艺,即将玉米等原料开破成3~4块的大颗粒,然后就参与配料、混合等未熟化的加工工艺,影响蛋鸡的生长和安全,因此,蛋鸡的死淘率达20%以上,不仅影响鸡蛋

作者简介:王永昌,高级工程师,主要从事饲料加工工艺和设备的研究。

收稿日期 2012-03-10

的产量,而且影响蛋的质量和造成饲料资源浪费,使鸡蛋含菌率较高,不能达到安全卫生鸡蛋的标准。

2 蛋鸡饲料的特点和要求

2.1 蛋鸡养殖的特性

2.1.1 蛋鸡生产和供需矛盾的周期性

根据蛋鸡自身固有的生理特性以及市场对产品需求的变化,蛋鸡生产的周期为1.5年,无论是蛋种鸡,还是商品蛋鸡均需半年左右的育雏、育成和1年左右的产蛋期。进入产蛋期后蛋重和产蛋量逐步增加,最后产蛋量再由高转向低。因蛋鸡生产的周期性,易发生蛋鸡价格的波动,价格的波动反过来影响蛋鸡生产,一般三年出现一次低谷。

2.1.2 蛋鸡生产的不稳定性

因饲料的污染及传染疾病的袭击使蛋鸡生产受到严重的影响,为此,要求蛋鸡饲料安全清洁,减少饲料的污染。

2.1.3 蛋鸡生产的季节性

春天是养雏鸡最佳季节,养殖过程中雏鸡的成活率和产蛋量亦受季节影响,春季的雏鸡,秋季开始产蛋,全年的产蛋量为最高,蛋鸡价格亦随之波动。

2.1.4 蛋鸡消化肠道短、容积小、消化吸收率低

鸡无唇无齿,而有角质的喙,有嗉囊和肌胃。鸡由喙啄食进口腔,入嗉囊存留,送入肌胃中再进入肠内。食物在嗉囊内停留时间为2~15h左右,在肠道内停留时间为2~4h。肌胃能借助于食进的砂石磨碎饲料,代替牙齿的咀嚼,如不食砂石,鸡的消化力下降25%~30%,为此,在饲料加工或在养殖过程中应加入适量的中细砂子。

2.1.5 鸡的抗病能力差,存活率低

鸡的肺脏有很多气囊并充斥于体内各部位相联,使呼吸到病原体就易在体内扩散而发病。同时鸡无淋巴结使病原体易进入体内,以及鸡的生殖孔与排泄腔汇于一处,使产出的蛋易污染。提高饲料适口性,增加采食量来提高抗病能力。

2.2 蛋鸡饲料的特点

蛋鸡饲料一般采用大颗粒粉状饲料,而不用颗粒饲料,如用颗粒饲料,饲料的能量密度应有所调整和降低才能符合要求。粉状蛋鸡饲料的能量11.51 MJ/kg,同时要求饲料为大颗粒的粉状饲料,使蛋鸡要较长时间的采食,消耗过多的能量。从鸡的消化特性来看粉状饲料不能过细。目的是不希望育成期的蛋鸡得到过

多的能量,在体内积存过多的脂肪,否则会影响鸡的骨骼和内脏生长发育,使生殖系统功能减退,而影响产蛋率和产蛋的质量。所以,饲料配方与饲料的料型都将影响产蛋率,只有合理的配方和料型,才能确保蛋鸡达到80%~90%的高产蛋率。

3 现有蛋鸡粉状饲料在加工和使用中的问题

3.1 安全性差

现有蛋鸡饲料几乎全部仅经粉碎、配料和混合工序,物料未经水熟处理,多为生干粉料,因此,饲料含菌率高。

3.2 饲料消化吸收率低

饲料未经水熟处理,饲料仅经过粉碎,糊化度提高极少。而且鸡的消化道短,饲料在消化道停留时间短,所以,未经熟化的饲料吸收率低,浪费了饲料资源。

3.3 饲料混合均匀度差

由于玉米不是属于粉碎,而是破碎,碎成3~4瓣的大颗粒,平均粒度将会大于2.5 mm。主体物料粒度大于2.5 mm,当工艺处理不当,将出现下列问题。

3.3.1 分级现象严重

如工艺是添加微量组分后,经混合再提升和水平输送再进仓时,大颗粒的主料与微量组分易分级,当料仓高度大于3~4 m时,分级现象十分明显,特别是混合料中不加油脂时分级现象更为突出。

3.3.2 混合机不易混均匀

当主料平均粒度大于2 mm,各组分的混合均匀度将下降,因我国饲料混合机的测定方法主要是参照国外的测定标准来制定的,当时国外的标准中有一条是混合均匀度的测定颗粒度应小于2 mm才能符合测定要求。

日本大阪府立大学工学部化工学科寺下敬次郎教授曾指出,混合均匀度随粒度增加而下降,最佳混合粒度是不大于0.5 mm。混合物料粒度大于2 mm时,混合机转速应有所提高,日本当时研究的混合机结构与现在使用的混合机有较大的差距,但混合的原理应不会有本质的差异,仅在具体参数的数值上有所不同。为此,对用于粒度较大的蛋鸡饲料,其混合机转速不能与一般混合机的转速相同,应比现有混合机的转速要高一些,才能达到最佳的混合均匀度。

3.3.3 用传统工艺生产的蛋鸡饲料,喂养后可能出现以下问题。

3.3.3.1 饲料中微量组分或药物不匀而超量造成死亡

上世纪90年代江苏海安畜牧兽医站接蛋鸡中毒死亡统计报告:1993年5月~1994年5月到该站就诊的8272例病中属明显中毒死亡的为612例,其中因亚硒酸钠、痢特灵、克球粉、抗球皇、莫能菌素、喹乙醇和黄胺类等组分及药物不匀或超量引起蛋鸡中毒死亡,超标数倍或数十倍。从上就可看出引起中毒死亡主要因素是:①饲料混合不均匀;②饲料混合后的分级;③微量组分及药物超量添加。

除死亡外,还有大量中毒而未死亡的,必影响蛋鸡生长和产蛋率。从上不难看出传统工艺生产的饲料不完全符合蛋鸡的最佳养殖要求。另外未加油的蛋鸡粉料采用散装输送,混合均匀度将CV从7%下降至15%就不符合要求了。

3.3.3.2 蛋鸡品质差异大,死淘率较高

雏鸡、育成鸡的质量较差及产蛋鸡死淘率较高,国内为12%~15%,最高达20%~25%,国外为8%~10%,影响产蛋率 and 经济效益。

3.3.3.3 产蛋量低,料蛋比偏高

每只鸡产蛋量低,国内每只鸡产蛋为15~16kg,国外每只鸡产蛋为19kg,同时还表现在鸡蛋个体差异

较大,小号蛋偏多。因此料蛋比偏高,国内为2.5:1,国外为2.3:1,最好的为1.99:1。

3.3.3.4 鸡蛋安全性差

国内产蛋的品质差,鸡蛋内外含菌率高。鸡蛋内微生物检出率12%~23%,大肠杆菌、副大肠杆菌、球菌、乳酸链球菌,还有农药及重金属残留超过标准和鸡蛋破损率高达6%~8%(要求为1~3%)。国外鸡蛋含菌率及农药及重金属残留总体均符合食品标准。

4 安全饲料生产工艺和设备的形成

由于人们对食品安全的认识不断深入,而食品安全很大程度上是由饲料安全来保证的,经全国消费者协会统计1995~1997年食品污染事故85%是饲料污染所致。所以,对饲料安全问题从上世纪90年代开始,世界各国制订了一系列的饲料安全卫生标准,从而促进了安全饲料加工工艺的形成和发展。

4.1 混合后不再提升工艺

2000年前后,新型的加工工艺问世,以微量组添加和混合后物料不再提升,直接制粒或打包的低污染、低分级的工艺见图1。该工艺应用,具有以下优点。

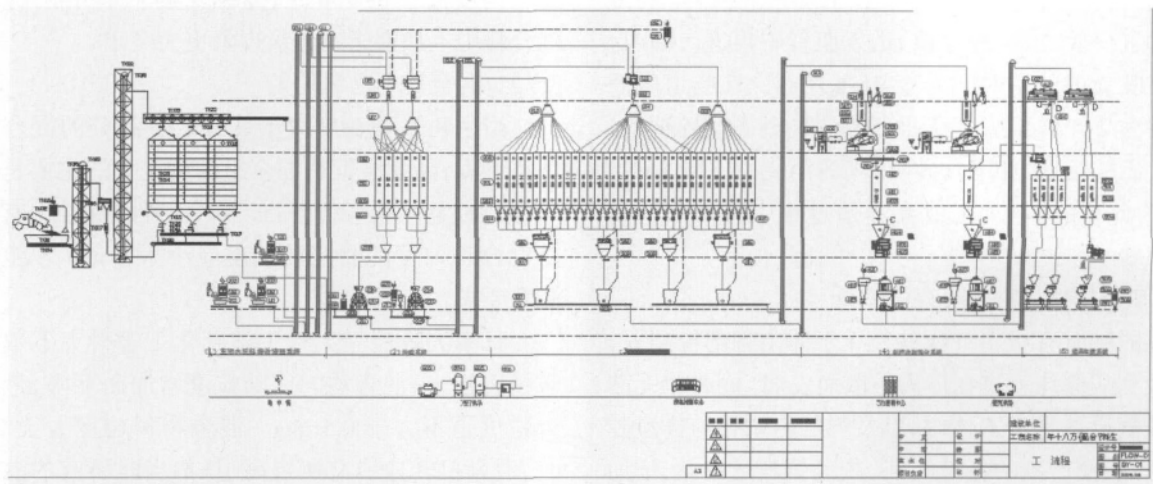


图1 混合后物料不再提升工艺

4.1.1 混合后物料不再提升,则消除了物料在输送机中的积料和污染,从而降低了饲料污染的机会,提高了饲料安全性;

4.1.2 混合后物料不再提升,就减少了混合后物料在输送设备中分级的现象,亦就与混合后提升工艺相

比,提高了饲料的混合均匀度;

4.1.3 对易分级物料提升和进仓,如颗粒之间差异大的蛋鸡饲料,混合后的粉料,进的料仓不宜高和大,其容量为混合机容量的3~4倍,料仓高度尽量不超过2m。一旦超过2m料仓内应设防分级装置。同时该混

合机转速应高于一般混合机的转速,才能确保饲料的混合均匀度。

4.1.4 采用专用线生产工艺

如对畜、禽和鱼饲料加工采用专用线,即在混合后不再共用加工或输送设备,确保饲料质量防止污染和交叉污染。

4.2 饲料熟化工艺

4.2.1 原料或成品挤压膨化的熟化工艺

饲料加工过程中,未经熟化处理的原料利用率见表1,从表1不难看出以下几个问题。

表1 鸡对不同品种饲料的能量代谢率

饲料品种	能量代谢率(%)
玉米(粗纤维 2.0%)	83.8
小麦(粗纤维 3.0%)	76.4
稻谷(粗纤维 8.0%)	67.0
麸皮(粗纤维 4.0%)	56.0
米糠(粗纤维 7.0%)	65.5
豆粕(蛋白质 46.0%,粗纤维 5.0%)	56.3
菜籽饼(蛋白质 39.0%,粗纤维 10.0%)	72.6
棉籽饼(蛋白质 41.0%,粗纤维 7.0%)	56.7
鱼粉(蛋白质 61.0%)	63.8
肉骨粉(蛋白质 50.0%)	62.3

4.2.1.1 禽对各种饲料的利用率在 60%~85%,说明提高饲料利用效率有较大的空间,提高 5%~15%饲料的利用率是可能的。消化吸收率 90%为高消化吸收率。

4.2.1.2 禽饲料的利用率如达 60%~85%情况下喂养,仍有 15%~40%的未消化吸收的物质成为粪便排出体外,不仅浪费饲料资源,而且排出体外粪便中的蛋白质将转化成氮等物质,结果造成环境的污染。

如原料经济压膨化(膨胀)处理的熟化工艺见图2,具以下优点。

① 提高饲料利用效率 5%~10%以上,提高养殖效果 30%以上,从而节约饲料资源或可采用低值原料来达到高值原料的养殖效果,亦能降低生产成本,原料熟化后饲料配方应修改,确保实际能量吸收不变。

② 经测定原料熟化后提高制粒机的产量 30%,降低压模和压辊的磨损,延长压模和压辊的寿命,亦能降低加工成本。最终饲料成本增加不多,但养殖效果大幅度的提高,社会效果明显增加;

③ 原料或成品经济压膨化处理,提高了饲料的安全性;

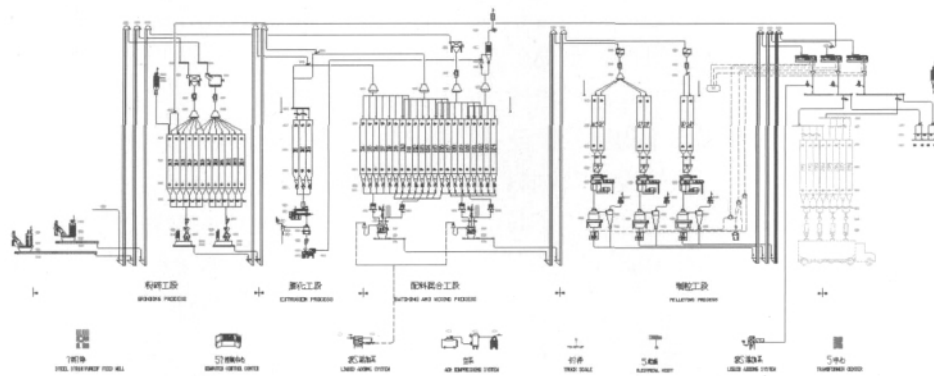


图2 原料经济压膨化(膨胀)熟化工艺

④ 降低环境污染,因提高了饲料利用效率,排出的环境污染物质可达到环保要求。

4.2.2 高速调质低速保温均质工艺的出现

饲料调质是饲料熟化的组成部分,调质是制粒或膨化前极为重要的工序

饲料调质是水、热处理的过程,饲料调质实际是气相(蒸汽)、液相(细微水分散的滴)的热量、质量向固相(粉状物料)传递交换热量和质量的过程。

物料性质确定后调质温度、水分和时间是重要因素。

饲料调质长期以来对均质时间认识不足,绝大多数调质和均质时间达不到要求,因时间大多均在 1 min 以内,而对 40~60 目左右的粉料颗粒调质和均质过程中,温度达到颗粒中心仅 2~4 s,而水分要达到颗粒中心需 2~4 min。同时物料运动速度须低速的均质过程,所以,调质过程须配有均质工序。2006 年左右布勒推

出了该工艺和设备。

由图3可见,国内大型饲料机械企业相继推出带均质的调质器。布勒推出带均质的调质器配有开机前有干热空气对调质器等机器进行预热,减少冷凝水的产生,在停机后用干热空气对机器进行加热烘干,使粘结在壁上的粉料与机壁分离的进风机构,以达到清除调质器内机壁上积料的功能,以提高饲料的安全性。

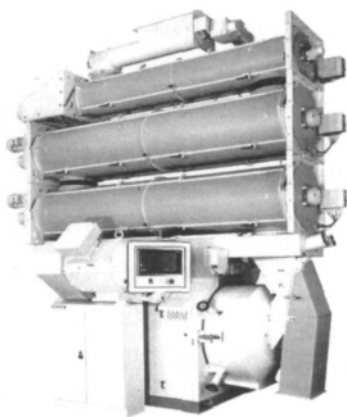


图3 带调质、均质和干热空气处理器的制粒机

4.2.3 熟化粉料工艺形成

90年代末熟化粉状饲料就在欧洲问世。布勒公司首先提出熟化粉状饲料的加工技术。熟化粉料出现使粉状饲料实现了质的飞跃。并在国际上得到较广泛的应用。因国内饲料加工厂的设计者、建设者及饲料使用者均有迟后效应,我国目前对该工艺加工的产品未能从全价性、安全性等方面来分析和理解,难以接受。

安全熟化粉料的特点:①全价性;②安全性;③热敏组分保持性;④节能性;⑤操作管理方便。

4.2.3.1 全价性

熟化粉状饲料加工过程中,淀粉和蛋白在自然状况下进行粉碎、水热处理的粉粒因未经挤压,粉粒表面较粗糙,水热处理后淀粉糊化和蛋白变性,粉粒表面粗糙就具有一定的黏性。

在混合过程中,较大的淀粉和蛋白质粉粒就能吸附粒径小的微量元素及维生素颗粒,成为一颗多粒组分的熟化后粉状饲料见图4,使熟化粉状饲料具有较好的全价性。

根据介绍熟化粉状饲料可取代部分颗粒饲料产品。而且,熟化粉状饲料具有较好的流动性和降

低了物料在以后加工过程的粉尘及减少了自动分级产生。

4.2.3.2 安全性

微生物对湿热的抗性较差,在蒸汽的作用下微生物能在周围介质中吸取高温的水分,对微生物细胞蛋白质的凝固有促进作用,加速微生物死亡。熟化粉状饲料经水、热处理后沙门氏菌等致病菌均能较彻底地灭活。对蛋白酶抑制剂等有害因子得到充分破坏和灭活,同时使淀粉得到较好的糊化,蛋白有效的变性,使熟化粉状饲料比未熟化处理的粉料具有安全性好、吸收率高的特点。

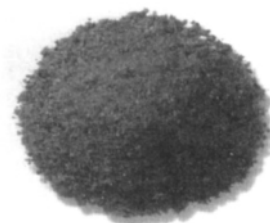


图4 熟化后的粉状饲料

4.2.3.3 热敏组分损失率低

在制粒调质中热敏组分必须经过水、热处理和挤压的过程,维生素A、D₃、K₃和酶制剂等热敏组分的损失达30%~90%,为了达到养殖要求,热敏组分大都采用超量添加或后喷涂才能符合饲养要求,后喷涂的热敏组分在表面结合的牢度,仍有一定的不足。

熟化粉状饲料的热敏组分在水、热处理后添加,无须经过水、热处理的过程,热敏组分就没有任何损失,无须超量添加。熟化粉状饲料热敏组分含量正确性远优于经熟化处理的颗粒饲料。

4.2.3.4 节能性

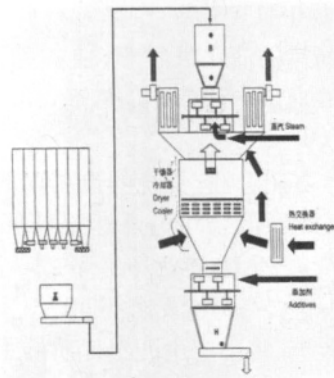
熟化粉状饲料不经过高动耗的制颗粒工段,与短时期调质和制粒相比,可节约能耗10%~20%,与长时期调质和制粒相比,可节约能耗15%~30%。是属节能减排工艺。熟化粉状饲料的加工工艺,可降低饲料生产成本(包括热敏组分不超量添加)约10%~15%。提高了饲料加工厂和养殖场的经济效益。

4.2.3.5 操作管理方便

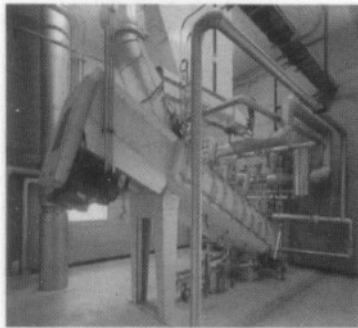
熟化粉状饲料是未经过操作管理要求较高的制粒工段。熟化粉状饲料操作管理较方便,熟化粉状饲料质量控制较容易,质量易得到保证。熟化粉状饲料的加工对操作人员要求较低。

安全熟化粉状饲料生产工艺,熟化加工工艺是确

保熟化粉状饲料质量的关键,安全熟化粉状饲料生产工艺分为间歇式和连续式(见图5)。其主要工序由熟化调质(水、热处理)、保温均质、干燥、冷却、混合(添加微量组分)等工序组成。熟化粉状饲料工艺可在现有的饲料厂中增加一个工序。该工序特别适用蛋鸡饲料加工。目前该工艺基本未被国内用户所接受。



间歇工艺



连续工艺

注:有四个加热区段的长时调质器是连续式粉状饲料处理的第一步。

图5 安全熟化粉状饲料加工工艺

国内2003年左右牧羊集团亦开发了熟化粉料加工技术,当时国内用户因习惯认为颗粒比粉状好。并不知道熟化粉料与普通粉料相比已产生了质的飞跃,完全不能等同,因不了解熟化粉料特点,尚未采用而难以推广。该工艺对蛋鸡饲料加工是合适的,有关的工艺参数:熟化温度、熟化时间和物料水分应根据自己设备的特点来确定,以物料的熟化效果来确定有关的工艺参数。

5 有害因子的灭活和降解工艺

目前国内所有饲料加工厂仅对有害病菌进行灭活,尚未对霉菌灭杀。实际对有害病菌的灭活容易做到,经调质制粒或膨化完全达到使用要求。而

霉菌的危害应大于有害病菌,对霉菌或重金属的灭活和降解,进一步提高饲料的安全性。所以,国内外有关技术人员为了进一步提高饲料质量和安全性,已开始对霉菌或重金属的灭活和降解进行研究和应用。

5.1 吸附法

在饲料中加入水合硅酸钙钠(HSCAS)(如沸石粉),使水合硅酸钙钠在畜禽体内吸收黄曲霉毒素,从而可明显降低黄曲霉毒素的效能(其他霉菌无效),同时可改善蛋壳硬度。

5.2 氧化法

经臭氧处理可使黄曲霉毒素被氧化后失去活性。该工艺国外饲料厂已采用,应在车间外部对原料进行预处理。

5.3 微生物降解工艺

5.3.1 利用微生物使有毒金属降解(吸收和分解)假单胞菌属等10余种微生物与Hg(汞)、Pb(铅)、Sn(锡)、Se(硒)、Te(碲)、Cd(镉)和As(砷)等金属或类金属离子作用通过氧化、还原、甲基化作用使有毒金属失去毒性。

5.3.2 利用微生物如无根霉、米根霉、亮菌、橙色黄杆菌等,加入饲料中对除去黄曲霉毒素有较好效果。这类微生物利用生物转化,将霉菌毒素破坏而降低活性,变成低毒物质,该工艺国内亦开始试验研究。

5.3.3 利用微生物使农药降解:微生物对农药残留进行脱卤作用、脱羟作用、氧化、还原等作用,使农药降解。如气杆菌属、无色杆菌属、假单胞菌属对DDT、敌敌畏等数十种农药有解毒作用。

该工艺已用于原料微生物降解预处理。

6 安全饲料加工设备

生产安全饲料不仅要工艺合理,而且要求设备符合卫生要求,所有设备必须是低积料、低污染、确保饲料在设备内做到先进先出,不易积料和易清理。

输送机:广泛应用低残留、低分级和易清理的输送机。

6.1 低残留刮板机见图6,该刮板机采用环形链,机头及机尾间隙小、作业时机头及机尾均可清扫,排料门与输送机底板同一平面,使残留量接近零。同时链条与底板之间从面接触改为线接触,接触长度减少30%以上,为此,动耗将降低15%~20%,输送能力以达200~300 t/h。

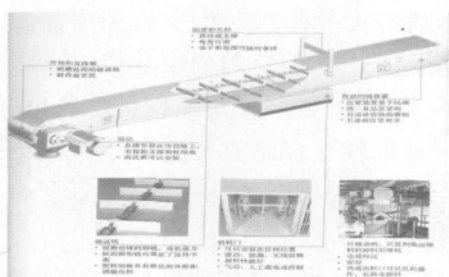


图6 低残留刮板机

6.2 螺旋输送机及螺旋喂料机,宜采用圆形机壳,以减少机壳内积料而引起的污染。

6.3 提升机采用小间隙的低残留自清提升机(见图7)。

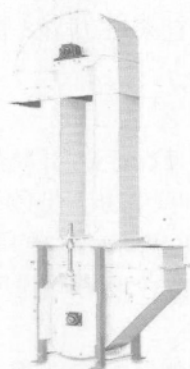


图7 低残留自清提升机

6.4 料仓内须光滑(涂食品级环氧树脂等)、无螺栓头,料仓采用大园角或园角。

7 提高饲料利用率就是减少环境污染

当动物食用的饲料消化吸收率较低时,不仅浪费了饲料资源,而且未消化吸收的物质必然从动物体内排出,排出的粪便中有机物增多如碳源和氮源增加,加剧了环境污染。

水产动物和畜禽食用了消化吸收率低的饲料,其排泄物一旦进入河或湖里,使水体易产生富营养化,BOD增加,造成水体溶解氧能力下降,加速水质衰老,即污染了水质,特别在高温季节,使水体溶解氧能力

下降得更为突出。因此这些污染物与其他的污染源共同作用下,加速了水体的污染。

畜禽食用了饲料消化吸收率低的饲料,其排泄物一旦进入到土壤中,多排出的蛋白质等成分经微生物的作用,增加了蛋白质转化成氮素的数量,使土壤中氮将变成氨态氮而挥发量增多,消耗大量氧气,严重时导致土壤中缺氧和氮元素增加了流失。使土壤肥力降低,影响植物生长。

如提高饲料的消化吸收率,使各种饲料的利用率能达到90%时,就可较大幅度降低污染物来保护环境。

从上不难看出:现有传统的蛋鸡饲料加工工艺,微量组分易分级,混合均匀度达不到要求,使微量组分易偏离配方;无水热处理工序,饲料含菌率高,饲料安全性不符合高标准要求等问题。所以,采用该饲料来喂养蛋鸡,将不能生产出优质的蛋品,蛋品的安全性不佳、蛋品的个体差异大和产蛋量稳定性差等缺点。

蛋鸡饲料加工工艺,应根据食品的安全标准来制定蛋鸡饲料加工工艺,即加强饲料熟化处理、混合后不提升工艺、适量添加油脂和输送设备选用优质低残留的自清输送机等技术,同时开展对霉菌毒素的灭活及重金属降解的研究和应用,来提高我国蛋品的质量,使全国人民吃到放心蛋和安全蛋。

参考资料

- [1] 对外科技交流资料选编[M].中国农业机械化科学研究院,1984:10.
- [2] 唐辉煌.蛋鸡饲养手册[M].中国农业大学出版社,2007:5.
- [3] 魏刚才,陈仕均.蛋鸡高效生产关键技术配套[M].化学工业出版社,2011:8.
- [4] 张宏福,张子仪.动物营养参数与饲养标准[M].中国农业出版社,1998:5.

(编辑:崔成德, cuichengde88@sina.com)

作者简介

王永昌,1959年~1964年在无锡轻工业学院机械系粮食机械专业学习,1965年~2002年在粮食部、商业部粮食局无锡科研设计院工作,历任技术员、工程师、高级工程师、教授级高级工程师,并先后任室主任、副院长等职务。1965年至今从事饲料加工工艺和设备的研究,是多种饲料加工成套设备设计、研发的技术负责人,并多次获得粮食部、商业部科技进步奖等。