



减少饲料酶制剂在高温加工过程中热损失的研究现状

作者:刘培峰 王顺喜

期号:2005年第20期

随着现代生物技术,尤其是微生物基因改造和发酵技术的迅速发展,生物酶制剂的生产成本越来越低。自20世纪90年代以来,已有多种酶制剂能够廉价地应用在饲料工业生产中。作为饲用生物酶,除了要求具有较高的催化活性外,还要求具有较好的热稳定性,能耐高温和高湿。但目前配合饲料中使用的生物酶制剂的热稳定性差,饲用酶制剂在压力加工过程中的高温、高湿、强剪切等复杂内力和外力体系作用下很容易失活。20世纪60年代,国内外许多生物、化学及饲料科学等方面的专家开始对生物酶的热稳定性进行了广泛深入的研究,提出了一些提高酶制剂热稳定性的方法,如耐高温酶的寻找和培养法,酶分子交联法和化学结构修饰法等。但这些方法技术难度较大、操作繁琐、成本很高,目前还无法被饲料行业所普遍接受。90年代中期,尤其是近5年来,西欧和北美的一些科研机构在提高饲用酶制剂的热稳定性方面取得了较大进步,目前不仅在常温条件下长期存放干酶粉的热稳定性有了提高,而且在饲料制粒高温和高湿条件下,酶的热稳定性也有了很大提高。含酶饲料经高温制粒以后酶活的保存率达85%以上,而且预处理简单,操作方便,费用也比以往的交联法和化学结构修饰法低很多,为酶制剂在饲料工业中的广泛应用提供了极为有利的条件。以下就有关方面的研究动态及提高饲用酶制剂热稳定性的几种方法作一简要介绍。

1 添加酶稳定剂

一般而言,酶在比较干燥的情况下,构象比较稳定,具有一定的耐热性,但当体系中含有一定水分或在高温水蒸汽的作用下,酶就极易变性失活。究其原因,酶的变是其空间三维结构发生变化(即构象发生了变化),导致酶活性中心的结构受到破坏,使其催化能力降低或丧失。在热作用下,酶蛋白的分子运动能力加强,当吸收了酶变性所需的活化能后,酶就会发生变性而失活。一般而言,作用温度越高,热作用时间越长,酶失活越严重。研究(赵海霞,2004)发现,氢键在维持酶的空间构象中起着重要的作用,当体系中含有大量自由水时,就会破坏酶分子内部的氢键,使酶分子构象容易发生的变化,酶就易于变性失活。在颗粒饲料制粒过程中,酶制剂经历的正是高温、高湿、高压、强剪切的加工过程,因此改善酶的热稳定性,提高其耐热性,已成为国内外饲用酶制剂研究的热点之一。

一般而言,酶液中盐类(主要是无机盐)能明显改善酶的机械稳定性和耐热性(史峰,2002)。盐离子对酶分子的疏水残基有“盐析”效应,这种效应是由溶液离子强度增加和酶分子周围水簇数目的增加引起的。Nishimura等研究了盐对链球菌核酸酶稳定性和折叠的影响后发现,浓度为0.4mol/l的硫酸钠使其自由能增加8kJ/mol。另外,盐离子能结合酶分子中配体阴离子,使分子内的静电排斥作用降至最低,因而进一步增加了酶的稳定性。许多实验发现,在酶溶液中溶入某些无机盐,如镁盐和锌盐,然后再进行喷雾干燥后,获得的酶制剂粉粒在常温条件下,稳定性可以大幅度提高(陆文清,2000)。荷兰的Gist公司曾作过实验(陆文清等,2000),在真菌发酵的植酸酶溶液中加入一定量的MgSO₄,酶液经喷雾干燥以后获得酶粉,将该酶粉储存在棕色玻璃瓶中,在避光、35℃条件下保存8周后测定其酶活,测得结果见表1。

表1 MgSO₄对储存过程中酶活性的影响

每克酶蛋白加入MgSO ₄ (g)	0	0.31	0.61	1.19	1.84	2.38
酶活损失(%)	52	37	26	15	15	17

从表1可以看出,不加MgSO₄时酶活损失达52%,每克酶蛋白加入1.2~1.8g的MgSO₄后,酶活损失可降低至15%。

酶液中海藻糖、蔗糖的添加也能改善酶的热稳定性。为了保持液体酶的活力,国外大多采用在浓缩液中加入金属离子、多元醇、多糖类化合物等方法。海藻糖作为一种多元醇化合物,可通过氢键与酶蛋白表面分子相连接,使酶蛋白分子稳定化(赵海霞,2004)。

其次,在含酶的颗粒中适当添加某些组分,其热稳定性可以大大提高,在饲料制粒过程中,能耐受较高的温度和湿度(陆文清,2000)。这些组分一般分为两大类:一类是疏水物质;另一类是水不溶物。饲料工业中常用的疏水性物质有各种甘油酯(包括单甘油酯、双甘油酯和三甘油酯),如牛脂、植物油和某些它们的衍生物。一般疏水性物质占含酶颗粒总量的5%(w/w)以上,最好能占8%(w/w)。水不溶性物质包括无机盐(如CaCO₃、CaSO₄、MgSO₄、CaHP0₄)、含有硅酸铝的矿物质(如粘土、高岭土、膨润土和皂土)、两性金属氧化物(如氧化镁、二氧化钛)、各种生物大分子物质(如多糖、纤维素和某些淀粉)、碎细的谷物(如燕麦、大麦、小麦磨成的细粉,大豆粉)和活性碳等。一般水不溶物至少占80%(w/w),较好的是占90%(w/w)(陆文清,2000)。

2 制备包被酶颗粒

欧洲著名的酶制剂生产商BASF公司和NOVO公司自20世纪90年代开始对饲用酶在饲料高温制粒条件下的热稳定性进行了研究,到1996年取得了重大进展。研制生产的包被型饲用植酸酶颗粒酶活性高,热稳定性好,在饲料工业中取得了广泛应用。其制备过程大致如下:先将基因工程菌CBS513.88(据报道是米曲霉)发酵,获得植酸酶溶液,酶活为300~1000FYT/ml。经过滤和超滤以后获得植酸酶浓缩液,酶活可达15000~20000FYT/ml。把浓缩酶液与淀粉、水溶性的无机盐和有机物按一定配比混合,在其加工设备中均匀揉合成面团状,经挤压、切割、圆整,制成小颗粒,再经低温气流干燥、筛分,获得直径适中的含酶球状颗粒。颗粒直径一般控制在0.2~1.6mm。

会员登录

用户名:

密码:

验证码: 3828

相关文章

- 酶法制备乳源性肽的工艺研...
- 植酸酶的耐热性及其耐热机理...
- 外源植酸酶对饲料钙、磷体外...
- 半纤维素酶在饲料工业中的应...
- 纤维素酶活力测定条件研究
- Bacillus subtilis T15产木聚...
- 中性植酸酶分子生物学研究进...
- 饲用植酸酶的应用研究
- 酶制剂在反刍动物上的应用
- 枯草芽孢杆菌XY1905木聚糖酶...
- 溶菌酶可溶性粉剂防治仔猪腹...
- 复合酶制剂对断奶仔猪生长性...

合作伙伴



DANISCO

First you add knowledge...

江苏正昌集团有限公司
JIANGSU ZHENGCHANG GROUP CO., LTD.安徽华原精盐有限公司
ANHUI HUAYUAN JINGYAN CO., LTD.

然后选用一些合适的水不溶物，按一定比例喷涂在颗粒表面，形成外表保护层，再经低温干燥后，制成包被型含酶颗粒。酶制剂颗粒中酶的热稳定性除了与酶蛋白自身的结构有关以外，主要受添加的无机盐和有机物的种类、含量及配比所影响。

有一种被称为T颗粒的包被颗粒酶制剂——Biofeed+T（专利EP0569468B1），这种颗粒除了需要溶入到包衣里的疏水性物质外，还需要其它物质，例如：纤维素（ArbocelTMBC200）、充分研碎的填充物（含有一种或多种水不溶物）、糊精（或其它结构的碳水化合物）、酶的水溶液等。颗粒化是在Lodge混合器中进行，该机内配置有混合浆和搅拌刮刀。工作时填充物、纤维素和部分糊精（或其它一些结合水的碳水化合物）在旋转混合浆的作用下预混合，而含酶的水溶液和配方中余下的糊精喷洒入混合器，混合均匀后，通过搅拌刮刀的推进和挤压作用，制成颗粒状酶制剂颗粒，然后进入流化床干燥器，对其进行冷却干燥，酶制剂颗粒冷却后，因水分降低、硬度增加而成为干颗粒，备用。下一步对干颗粒进行包被，干燥颗粒的温度调到70~85℃（取决于所用的疏水物质的理化性质），在此混合器中将疏水物质（氢化牛油）熔化，首先喷洒一部分氢化牛油到颗粒上，然后再喷洒一部分填充物（如硅酸镁）到氢化牛油涂层上，这一过程要反复进行几次，最后在酶颗粒上形成包衣制成T颗粒。制得的T颗粒冷却到室温后，通过筛分工艺，去掉不合格颗粒（直径很大和很小的颗粒），获得了直径在0.3~1.2mm之间的成品颗粒。

史峰等（2002）也提出一种制备稳定化颗粒酶的方案，可提高酶的耐热性，减少制粒时的酶活损失。其方法是：酶液+稳定剂→混合→造粒→干燥（这里常使用的干燥方法有：喷雾干燥、真空烘箱干燥、滚筒干燥、鼓风干燥及流化床干燥）。流化床干燥由于条件温和（温度低）、处理量大且能使产品颗粒化，已越来越多地受到人们的重视。他们采用流化床干燥法对酶进行稳定化处理，选用玉米淀粉作为载体，混合酶液是含有适量蔗糖和一定离子强度的离子，并具有一定的pH值的缓冲液；包被剂选用聚阴离子多羟基化合物，以期提高酶的热稳定性，尤其是耐湿热性。具体实验方法是：将3.0kg玉米淀粉载体置于FL型沸腾制粒机的流化床上，在设定温度下沸腾操作20min，然后将事先配好的交联剂-酶混合液在一定流速和气雾压力下从上方喷孔喷到载体上，待其干燥后，再喷入盐类稳定剂，干燥后间歇式喷入包被剂，干燥至水分含量5%~10%，约需1~2h。用该方法制备的稳定化酶制剂，酶活回收率可达90%，大大减少了酶活的损失。

3 液体酶制剂后添加

目前，国际上较先进的饲料酶制剂加工工艺是制粒后液体酶制剂后添加工艺。由于安排在饲料加工工序的最后，饲料成品之前进行，因而避免了高温对酶制剂的热损害。还可以根据需要进行调质、制粒、膨化等加工处理的温度，而不必考虑酶的热敏问题，因此这种后置添加工艺在许多国家得到应用，是目前最好的热敏性组分添加工艺。一般的后添加方法有两种：一种是直接添加悬浮液或胶体；另一种是喷雾添加液体。

3.1 直接添加悬浮液或胶体

将含有少量生物活性的物质（包括维生素、激素、酶、细菌等）先与一种惰性载体混合成泥状，然后制成均匀的悬浮液，再通过专用设备制成一层均匀薄膜，覆盖于粒料的表面。也可将添加物质与一种粘性胶体混合后，再与饲料颗粒混合。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，每吨饲料添加量为2~40kg。这两种添加方法比较适合于小批量饲料生产或农场自行加工。

3.2 喷雾添加液体

3.2.1 压力雾化式喷涂

压力雾化式喷涂是利用压力喷嘴将液体酶制剂雾化后喷于颗粒饲料表面。颗粒饲料由缓冲仓经过流量计量或重量计量后，进入喷涂室，混合喷涂。它主要由一个高精度的计量泵组成，它将精确量的液体酶制剂溶液经高压喷头喷出，并且泵的输出可根据饲料的不同而调整。压力雾化式喷涂系统的主要特点是：①在倾斜或水平布置的喷涂室内设有物料输送混合机构，在混合室轴线位置上或上部可以安装多个喷嘴；②机械化混合能力强；③由于物料是在被向前推进和在喷涂室内翻转的过程中完成与液体雾滴的接触和均化的，所以在推进和翻转的作用下物料容易破损，干物料破损率较高。

3.2.2 离心雾化式喷涂

离心雾化式喷涂是利用液体盘的离心运动将液体酶制剂雾化后喷在颗粒饲料表面。离心雾化喷涂设备一般由进料管、固定锥体、慢速旋转锥体、快速旋转液体盘和出料管等组成。工作时物料盘和液体盘同时启动，停留在物料盘上的干物料，在离心力和重力的作用下，在360°的范围内被抛出，形成一个向下流动的均匀干的“物料帘”。与此同时，液体罐内的液体酶制剂被泵入高速旋转的液体盘内，而后在离心力的作用下被向上抛出，从而形成一个向上的“液体帘”。两种逆向运动的料帘在喷涂室内，在桨叶辅助作用下充分接触后落入混合室，在混合室内再进一步混合后，从料口流出。离心雾化式喷涂工艺的优点是物料破损率低。干物料从上向下流经锥体表面的过程中，形成一个空心柱状“物料帘”，接受作旋转运动的喷嘴产生的“液体帘”的喷涂，这样对物料的损失很小。

3.2.3 真空喷涂

真空喷涂的工艺流程一般为：成型机挤出颗粒→干燥机→真空喷涂机（称量→抽真空）→混合喷涂→压入外界大气→冷却机。颗粒饲料经称量后进入真空喷涂混合室，在混合过程中对混合室抽真空，排出混合室内的空气，同时也吸出滞留在颗粒饲料内部空隙中的空气，当真空混合室内达到相当的真空度时，向颗粒饲料均匀而定量地喷洒液体酶制剂，充分混合后，打开空气阀门，让外界空气缓慢进入混合室，利用混合室内外的压力差将包在颗粒饲料表面的酶液微滴压入颗粒内部空隙，替代了原先在颗粒内部空隙中的空气，完成整个液体酶制剂添加过程，使酶制剂微滴能在颗粒内外均匀分布，容易实现饲料配方保真。真空喷涂设备有双轴桨叶式真空喷涂机、旋转式真空喷涂机和立式真空喷涂机等不同类型。

3.2.3.1 双轴桨叶式真空喷涂机

它源于双轴桨叶式混合机，要求其壳体能耐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。双出口排料快，机内积料少，清空效果好。为减少颗粒的破损，该类设备装有调整装置，可对混合机的转速等工作参数进行调整；同时桨叶可根据颗粒大小调节长度，从而可以实现桨叶与混合室侧板和底板的间隙调整。

3.2.3.2 旋转式真空喷涂机

该机最大的特点是整个喷涂室是可旋转的。混合室设有称重传感器，需要单独的颗粒称重系统，通过加强机电控制功能，提高了设备精度和可靠性，最大限度减少了设备的维护。另外，进出口合一，只用一个碟阀，轴端进行气密性处理，可大大减少空气泄漏。

3.2.3.3 立式真空喷涂机

该机中间装有一垂直螺旋输送机，将颗粒饲料推送到混合机上部，经过分配环，使颗粒从混合室顶部向中心四周分散，形成较薄的料层。此时，喷嘴喷出的液体恰好与暴露在混合室顶部的颗粒相遇而结合，然后在螺旋输送机作用下，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，最终达到液体酶制剂均匀添加的目的。

4 结束语

综合以上3种方法，可以看出添加酶制剂的稳定剂确实能够对酶活有一定的保护作用；制成包被酶颗粒，酶制剂的热稳定性能得到提高；酶制剂液体后添加技术可以避免酶制剂在成型热压加工过程中的热损失。液体后添加技术可以减少热损失，但也会造成颗粒饲料粉化率提高，表层酶制剂容易磕

碰剥落，使饲料颗粒外表面上的酶制剂易受氧化影响。酶制剂制成包被酶颗粒，可以提高酶制剂的机械稳定性和热稳定性，有效减少饲用酶制剂高温加工过程中的热损失，还可以有效地避免酶制剂的分解和氧化，减少酶制剂在贮藏期间的活性损失。但也存在不能完全解决饲用酶制剂在饲料制粒加工过程中的热损失问题。所以上述几种方法各有利弊，应当具体情况具体处理。随着饲料加工科学和酶科学的飞速发展，如何提高饲料酶制剂热稳定的问题必将会得到稳妥的解决。
(参考文献40篇，刊略，需者可函索)

(编辑：刘敏跃，lm-y@tom.com)

...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)