

复合酶在畜禽生产中的研究与应用

邝声耀, 唐凌, 张纯, 曾礼华

(四川省畜科院动物营养研究所, 四川省饲料科技研发中心, 成都 610066)

摘要: 复合酶作为安全高效的饲料添加剂, 既能改善饲料消化率和畜禽生产性能, 又可提高我国地方饲料资源的利用程度和利用效率, 有利于保护生态环境, 当前在畜禽生产中正大面积推广应用。

关键词: 复合酶; 畜禽生产; 饲料利用率

中图分类号: S816.79

文献标识码: B

文章编号: 1671-7236(2007)09-0021-03

复合酶制剂的研究与开发及在畜禽饲料中的应用展现出巨大的潜力, 欧盟应用该技术的普及率达90%以上, 在我国复合酶制剂伴随着饲料工业发展也有近20年历程, 它不仅为畜牧业发展所必需, 而且具有明显的经济、生态和社会效益。

1 组成与机理

1.1 复合酶组成 酶是由活细胞产生的具有消化作用的蛋白质。根据是否在畜禽体内大量分泌将酶制剂分为内源酶和外源酶, 内源酶包括蛋白酶、淀粉酶、糖化酶和脂肪酶等, 外源酶包括植酸酶和非淀粉多糖酶, 其中非淀粉多糖酶又包括木聚糖酶、葡聚糖酶、甘露聚糖酶、果胶酶和纤维素酶等。

根据作用底物的不同, 饲用酶制剂可分为蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶、木聚糖酶、 β -葡聚糖酶、 β -甘露聚糖酶、纤维素酶、果胶酶和植酸酶。根据动物自身能否分泌产生又可将饲用酶分为消化酶和非消化酶, 消化酶是指动物自身能分泌的蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶等; 非消化酶是指动物自身不能分泌的酶, 这些酶能消化分解动物自身不能消化的饲料成分, 主要包括木聚糖、 β -葡聚糖酶、 β -甘露聚糖酶、纤维素酶、果胶酶和植酸酶。

复合酶制剂: 如以蛋白酶、淀粉酶为主的饲用复合酶, 以木聚糖酶、 β -葡聚糖酶为主的饲用复合酶, 以纤维素酶、果胶酶为主的饲用复合酶, 以纤维素酶、蛋白酶、淀粉酶、糖化酶、葡聚糖酶、果胶酶等为主的饲用复合酶。

1.2 复合酶机理 复合酶可提高饲料营养价值, 改善饲养效果的主要原因并非是NSP被大量水解成动物可利用的单糖而提高了饲料的营养价值, 而是因为复合酶作用于饲料原料后, 首先破坏植物细胞壁的胞间层, 植物细胞壁结构被破坏, 细胞内容物裸

露并释放被包裹的蛋白质和淀粉等营养物质, 能够与动物内源消化酶接触并被降解, 提高了饲料养分的利用率, 同时饲料原料中的非淀粉多糖被复合酶降解后吸水能力降低, 改变了肠道粘性, 减少了食糜粘度增加对养分利用及吸收所带来的负面影响。

2 功效及作用

2.1 复合酶的作用 随着对复合酶研究的深入, 对其作用、降解特性及功效的了解也日益增多, 饲料中添加复合酶有诸多作用: ①摧毁细胞壁, 降低其抗营养作用; ②释放胞内养分, 促进营养物质吸收; ③提高机体代谢水平, 增强免疫力; ④激活内源酶的分泌; ⑤维持小肠形态完整; ⑥改变营养物质的消化部位; ⑦影响肠道微生物区系。

2.2 复合酶的功效

2.2.1 消除抗营养因子提高植物性饲料的利用效率 复合酶能使麦类日粮中高粘度的水溶性NSP水解成多糖片段, 降低肠道内容物粘度, 减少粘度对养分和内源消化酶的扩散阻碍作用, 提高麦类日粮养分的消化率和吸收利用率。酶也用于促进蛋白质和糖从禾本科原料的细胞器中释放。完成这一过程需要几种酶协同作用, 包括纤维素酶、糖化酶、多种戊聚糖酶和蛋白酶。植物细胞壁的分解可使更多贮藏起来的多聚糖变为适合于生长的营养物。饲料原料中非淀粉葡聚糖(NSP)中可利用葡聚糖的额外能值为0.6~1.0 MJ/kg。植物细胞壁降解释放出这一额外能值是一相当复杂的化学反应过程, 需要几种不同的酶共同作用。

2.2.2 补充内源酶的不足, 激活内源酶的分泌消化功能, 提高内源酶活性 正常的健康成年动物, 在适宜的生产条件下, 能分泌足够的消化饲料中淀粉、蛋白质、脂类等养分的酶。但幼年动物或动物处于高温、寒冷、转群、疾病等应激状态时, 动物分泌酶的能

力较弱或者易出现消化机能紊乱,内源消化酶分泌减少,因此在日粮中添加外源性消化酶,可以补充内源酶的不足,提高饲料利用率,改善动物的消化能力,减少应激条件下生产能力的下降。同时还可以促进内源酶的分泌。由于水溶性 NSP 降低内源酶活性,添加 NSP 酶降解水溶性 NSP,可提高肠道内源酶的活性,如肠道内源酶 α -淀粉酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶的活性。

2.2.3 改善肠道内微生物区系 复合酶制剂有很好的杀灭有害菌促进有益菌生长的作用:李永富等通过研究复合酶对鼠伤寒沙门氏菌 S0013 (*salm no-ella typhim urium* 0013) 的杀菌效果试验发现,经复合酶杀菌处理后,沙门氏菌数目比对照组减少了 1000 倍,比正对照的溶菌酶组减少了 10 倍。

张石磊等研究发现,猪生长前期,在用稻谷代替部分(60%)和全部玉米的情况下加酶,比玉米-豆粕基础日粮组不加酶(正对照组)情况下大肠杆菌计数分别降低 5.57% ($P < 0.05$)、2.55% ($P > 0.05$);乳酸杆菌计数分别提高 0.58% ($P > 0.05$)、0.12% ($P > 0.05$);双歧杆菌计数分别提高 0.89% ($P > 0.05$)、0.22% ($P > 0.05$)。生长猪后期,上述相应组大肠杆菌计数分别提高了 0.66% ($P > 0.05$)、1.66% ($P > 0.05$);乳酸杆菌计数分别提高 1.26% ($P > 0.05$)、0.79% ($P > 0.05$);双歧杆菌计数分别提高 0.11% ($P > 0.05$)、0.33% ($P > 0.05$)。由此可见,添加复合酶制剂可以有效改善猪肠道微生物菌群,有利于猪的健康。

余有贵等试验发现在不同谷物组成的日粮中添加 NSP 复合酶,均能显著降低($P < 0.05$)生长猪直肠 pH、大肠杆菌数和沙门氏菌数,显著提高($P < 0.05$)双歧杆菌数和乳酸杆菌数,有利于改善生长猪直肠的微生物菌群。

RAMESH 给肉鸡饲喂含有特威宝 SSF(一种复合酶制剂的名称)的日粮后,在回肠和盲肠的食糜中,大肠杆菌、链球菌计数和细菌总计数显著减少($P < 0.05$),而回肠食糜中的乳酸杆菌数目不受影响,但是盲肠食糜中的乳酸杆菌数目有所增加。

王金全等经试验发现,与玉米对照组相比,小麦日粮 NSP 增加了肉仔鸡回肠厌氧菌、乳酸菌、大肠杆菌、粪链球菌的数量($P < 0.05$),其中厌氧菌数量对比照组增加 13.1% ($P < 0.05$),而需氧菌的数量出现降低趋势,加酶后增加了需氧菌、乳酸菌、粪链球菌的数量($P > 0.05$),降低了厌氧菌和大肠杆菌的数量($P > 0.05$)。

2.2.4 提高免疫功能 NSP 酶可使日粮中的 NSP 降解成一些寡糖,如将豆粕中的甘露聚糖降解成甘露寡糖。后者可防止致病菌在后肠道定植,增强畜禽的免疫力和健康水平。高峰等利用伊莎蛋公雏鸡进行试验,结果发现,小麦米糠基础日粮添加 NSP 酶制剂,使雏鸡的免疫器官相对重量增加($P < 0.05$)。T 淋巴细胞对植物血凝素(PHA)的反应性、自然杀伤细胞(NK 细胞)活力、血清新城疫疫苗抗体效价显著提高($P < 0.05$)。韩正康的试验结果证明在饲喂大麦基础日粮条件下,适量添加粗酶制剂可使雏鸡血液胰岛素样生长因子-1(IGF-1)、三碘甲状腺素(T3)水平明显提高,促进生长,提高免疫力。艾晓杰等的试验结果表明,在 7 日龄雏鹅日粮中添加粗酶制剂后,血浆的促甲状腺素(TSH)和 T3 分别较对照升高 11.76% 和 11.43% ($P < 0.05$)。高峰等的试验结果表明,小麦日粮添加酶制剂可使雏鸡甲状腺素(T4)、IGF-1 水平显著提高($P < 0.05$),对 T3、胰岛素、血糖和尿酸含量未发现明显影响($P > 0.05$),因此酶制剂可以通过影响机体的代谢激素促进雏鸡生长。朱忠珂等在 AA 肉仔鸡日粮中添加外源酶可以提高肉仔鸡免疫器官指数,21 日龄,添加低、中、高酶活外源酶的试验组的法氏囊相对重量较对照组分别提高 30.77% ($P < 0.05$)、19.62% ($P < 0.05$) 和 27.69% ($P < 0.05$),血清总蛋白含量分别提高 11.32% ($P < 0.05$)、17.58% ($P < 0.05$) 和 13.19% ($P < 0.05$),血清球蛋白含量分别提高 14.11% ($P < 0.05$)、21.86% ($P < 0.05$) 和 10.54% ($P < 0.05$)。42 日龄各试验组的胸腺相对重量分别较对照组提高 23.82% ($P < 0.05$)、43.16% ($P < 0.05$) 和 29.01% ($P < 0.05$)。

3 应用效果

复合酶用于畜禽生产中,可得到明显的效果。从复合酶在试验、生产中的实际应用效果可以看出,复合酶的应用提高了饲料转化效率,节约了饲料资源,提高了我国地方饲料资源的利用程度和利用效率。通过降低粪、尿中氮、磷的排出量,减少了养殖业对环境的污染,对饲料工业的结构优化和饲料产品的更新换代起到重要推动作用,推广应用效果十分明显。

3.1 提高了饲料消化利用率和动物生产性能 复合酶的主要作用是提高饲料营养价值,提高饲料产品质量和降低饲料成本。大量试验结果表明,饲料养分利用率提高:能量 6% ~ 8%,蛋白质、氨基酸 7% ~ 13%;仔猪增重提高 8% ~ 15%,饲料利用率

提高6%~9%; 生长育肥猪增重提高6%~14%, 饲料利用率提高5%~8%; 禽增重提高7%~10%, 产蛋率提高5%~8%, 饲料利用率提高4%~7%。

3.2 消除抗营养因子, 补充动物消化酶的不足, 发挥饲料的潜在营养价值 提高现有饲料资源的利用, 尤其是一直短缺的豆粕等蛋白质资源, 更是包括玉米能量饲料来源。配方中添加酶制剂, 补充幼龄动物消化酶的不足, 破坏植物细胞壁, 释放营养物质, 消除饲料中的抗营养因子, 可充分利用杂粕: 棉粕、菜籽饼、花生粕等蛋白原料; 还可选用麦类、高粱、糠麸等谷物副产物作饲料, 再正确合理选择酶制剂, 谷物含有不能够被猪禽消化的非淀粉多糖类(NSP)即能被消化分解, 释放有营养价值的自然资源生产更多的畜产品。

3.3 增强低成本配方设计中的灵活性及饲料原料的可选择性 饲料工业的快速发展, 我国玉米年用作饲料达9000万t, 占总产量74%, 且价格上涨。玉米在饲料配方中添加55%~70%不等, 占配方总成本60%以上, 提供了配方60%~70%的能量来源。加入酶制剂, 寻找可代替玉米的能量饲料原料, 小麦、大麦、高粱、稻谷等谷物原料, 麦麸、次粉、米糠等谷物副产品原料, 玉米加工副产品。杂粕(棉粕、菜粕、花生粕、葵花粕等)代替豆饼、鱼粉等, 充分利用酶制剂酶解抗营养因子应用技术, 增强筛选饲料配方的灵活性和选料的多样性。

3.4 降低原料营养价值的差异性, 提高饲料质量稳定性 试验结果, 同一饲料原料表现不同的品质, 抗营养因子水平可随原料批次的不同而不同, 饲料原料品质主要与原料中所含抗营养因子水平有关, 酶制剂的使用效果取决于饲料原料的品质, 品质越差添加酶制剂的使用效果就越好。酶制剂可以减少同一饲料的品质差异, 使其质量达到最优化。

3.5 改善动物健康, 利于环境保护 正确添加酶制

剂, 通过消除抗营养因子, 减少畜禽腹泻; 通过降低食糜粘度, 改善消化道内环境; 通过提高机体代谢水平, 改善动物健康; 通过提高养分消化吸收, 降低养分排泄, 减少环境污染。

4 发展趋势

饲料安全是事关人类健康的重大问题, 研究开发高效、优质、无残留、无公害的安全饲料添加剂是解决这个问题的重要途径之一。欧盟从2006年元月起禁止在饲料中使用抗生素; 美国的FDA正在研究在食用动物的生产中限制使用饲料级抗生素。饲用复合酶制剂作为替代抗生素已逐渐被各国动物营养学家所关注。

饲用复合酶制剂可以提高畜、禽生产性能, 提高饲料转化率, 减少疾病, 减少环境污染, 提高经济社会效益。而且, 我国各地主要粮食作物差异较大, 酶制剂对潜在饲料资源的利用和新饲料资源的开发有较大的作用。但是, 商品酶制剂, 要选择技术成熟、产品质量保证、饲用安全、针对性强、性价比合算的高效复合酶。加之饲用酶的效果还受到多种因素的影响, 如酶的种类、动物的种类和年龄以及酶的使用方法等, 使其应用范围受到很大限制。近年来, 微生物发酵法生产饲用酶制剂已取得突破性进展: 采用DNA重组技术, 从细菌或真菌中分离出所需的产酶基因, 经克隆扩增后, 转导到成本低且能大规模生产的微生物体内, 经过液体或固体发酵、提取、包被、载体吸附、干燥、粉碎等一系列过程制成粗酶商品制剂。这使得酶制剂的活性和效价已能为当前的饲料工业和养殖业所接受。今后应该加强研制用于不同使用对象、不同日粮类型的专用性酶制剂, 如英特威推广的麦类杂粕饲粮复合酶好特美。随着人们生活水平的提高及环境意识的增强, 饲用复合酶制剂以其不产生残留、无抗药性、有利于生态环境等优势将会显示出巨大的发展前景。

Research and Application of Compound Enzymes in Swine and Poultry Breeding

KUANG Sheng-yao, TANG Ling, ZHANG Chun, ZENG Li-hua

(Animal Nutrition Institute, Sichuan Academy of Animal Science Sichuan Feed Science Research and Development Centre, Chengdu 610066, China)

Abstract: As a safe and efficient feed additive, compound enzymes can improve feed digestion and performance of swine and poultry, they can increase the utilization of the local feed resources and they are environmentally beneficial as well, consequently, they are popularized in swine and poultry breeding.

Key words: compound enzymes; swine and poultry breeding; feed utilization