

新型复合酶在肉鸡饲料中的应用

杨道秀, 李夏兰*, 陈培钦, 王林林

(华侨大学 化工学院, 福建 厦门 361021)

摘要: 为了降低麦糟中的非淀粉多糖抗营养因子, 提高饲料的转化率, 促进家禽对营养物质的吸收, 作者研究了溢多酶和阿魏酸酯酶在不同的温度、酶解时间、阿魏酸酯酶添加量、麦糟水分质量分数及酶的添加方式等条件下麦糟的降解效果, 以及酶解后的麦糟对肉鸡生产性能的影响。结果表明: 酶解时间 2.5 d, 操作温度 40 ℃, 水分质量分数 50%, 添加阿魏酸酯酶量为 6.6–8.8 U/g 麦糟, 阿魏酸酯酶与溢多酶同时添加对麦糟酶解效果最好。将按不同方式酶解后的麦糟以 7% 的比例添加入肉鸡日粮中, 与不加酶组对比, 同时添加阿魏酸酯酶及溢多酶的实验组日增重提高 4.37 % ($P>0.05$), 料肉比降低 7.63% ($P<0.01$), 阿魏酸酯酶与溢多酶能够显著促进肉鸡的生长。

关键词: 阿魏酸酯酶; 木聚糖酶; 麦糟; 饲料; 抗营养因子

中图分类号: S 816.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2013)04—0410—07

Application of a Novel Compound Enzyme in Broiler Feed

YANG Dao-xiu, Li Xia-lan*, CHEN Pei-qin, WANG Lin-lin

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: In order to reduce non-starch polysaccharides antinutritional factors in brewers' spent grain, improve feed conversion rate and promote poultry's uptaking nutrients, the article studied into some factors, which contained operating temperature, enzymatic hydrolysis time, feruloyl esterase quantity, water content of spent grain, the way of adding enzyme, influence on the enzymatic hydrolyzing brewers' spent grain, and the effect of brewers' spent grain was treated by compound enzyme on broiler growth performance. The optimal conditions for enzymatic degradation of BSG were as follows: 2.5 d of enzymatic degradation, 40 ℃ operating temperature, 50% water content, 6.6–8.8 U/g brewers' spent grain of feruloyl esterase's dose and simultaneous addition of two kinds of enzymes that made the best degradation of spent grain. Brewers' spent grain enzymatic hydrolyzed differently was added into broiler feed with the scale of 7%. Compared the control group, which contained no enzyme, the feruloyl esterase and yiduoli enzyme group showed improvement of broilers growth as daily gain was increased by 4.37% and the feed conversion ratio was reduced by 7.63%.

Keywords: feruloyl esterase, xylanase, brewers' spent grain, feed, antinutritional factors

收稿日期: 2012-10-16

基金项目: 福建省科技重点项目(2011N0020); 华侨大学人才启动基金项目(11BS221)。

* 通信作者: 李夏兰(1965—), 女, 福建邵武人, 工学博士, 教授, 主要从事生物化工研究。E-mail: xialan@hqu.edu.cn

在家禽饲养上,随着玉米供给量的缺口越来越大,人们逐渐利用小麦、大麦和燕麦等饲料原料代替玉米来饲养家禽,但是当这类原料在家禽日粮中含量过多时,往往会造成饲料利用率差、家禽生长不良以及环境污染等问题,这主要与高木质纤维饲料原料中存在非淀粉多糖抗营养因子有关,这些抗营养因子会增加消化道食糜粘性,影响消化道生理形态,阻碍营养物质消化吸收,降低饲料转化率,影响肠道菌群,对家禽的健康成长造成不利的影响。消除抗营养因子的方法很多,主要包括物理方法、化学方法及生物方法。非淀粉多糖酶作为一种“绿色”添加剂,被认为是目前消除非淀粉多糖抗营养因子最有效的方法之一。饲料中的非淀粉多糖降解酶,主要包括木聚糖酶、纤维素酶、木糖苷酶等^[1-4]。从整个世界范围来看,饲料酶的添加率不足60%,而在中国尚不足20%,饲料酶的应用还具有很大的上升空间。

研究表明,在禾本植物纤维中,反式阿魏酸(4-羟基-3-甲氧基肉桂酸,ferulic acid,简称FA)是含量最多的酚酸,在谷物的细胞壁中,反式FA主要是以酯键与半纤维素连接。半纤维素中的FA、双FA含量及连接方式决定了细胞的延长性、可塑性及降解性,因此断裂FA与半纤维素连接的酯键是提高半纤维素降解程度的重要因素^[5]。阿魏酸酯酶(EC 3.1.1.73,feruloyl esterase,简称FAE),是重要的细胞壁降解酶,其主要生物功能是水解多糖与FA连接的酯键,释放FA^[6-7]。目前国内的发酵饲料中还未有添加FAE的报道。课题组的前期研究结果及已有报道都表明,木聚糖酶及FAE能够共同降解植物细胞壁,同时释放FA和低聚木糖(xylooligosaccharide,简称XOS)^[8-10]。XOS其无毒安全的特性,已成为最具潜力的动物保健品和抗生素替代品^[11]。FA具有抗菌、抗炎、抗氧化、抗突变、抗癌、抗动脉粥样硬化、抗血栓、降低胆固醇和降血脂等生理功能,在日本,反式FA已应用于食品添加剂中^[12]。随着畜牧业的迅速发展,研发高质量的饲料已经成为国内外研究的热点。另外,随着经济社会的发展,抗生素的危害已经越来越为人们所熟知,抗生素的少用或者不用是必然的发展方向。

作者主要报道了实验室自行发酵的FAE及商品饲料酶-溢多酶(主要含木聚糖酶(25 000 U/g)、纤维素酶(800 U/g)、甘露聚糖酶(2 000 U/g)、 β -葡聚糖酶(30 000 U/g)、 α -淀粉酶(300 000 U/g))酶解

麦糟的工艺,及将酶解后的麦糟添加于饲料中饲喂肉鸡的实验结果。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 主要试剂 反式阿魏酸标准品:Sigma公司产品;阿魏酸甲酯:华侨大学曾庆友老师自行合成;低聚木糖标准品、木二糖标准品:日本和光纯药工业株式会社产品;葡萄糖标准品:上海国药化学试剂有限公司产品;溢多酶AF831:广州溢多利公司产品;玉米及豆粕:厦门市振裕饲料有限公司产品;预混料:厦门百惠行科技有限公司产品;麦糟:厦门青岛啤酒厂产品。

1.1.2 仪器 Agilent 1100 高效液相色谱仪:美国安捷伦公司产品;HPX-42A柱:美国Bio-Rad公司产品;ODS-C18色谱柱:美国Thermo公司产品;SP-2102UV紫外可见分光光度计:上海光谱仪器有限公司产品;超滤膜包Vivaflow 200:北京赛多利斯仪器有限公司产品。

1.1.3 菌种 黑曲霉:作者所在实验室筛选保藏。

1.1.4 鸡苗 青脚麻鸡:厦门五显镇三秀种禽厂提供。

1.2 培养基及其培养条件

1.2.1 种子培养基 PDA培养基,36℃培养2 d。

1.2.2 发酵培养基 将麦糟烘干过65目筛,按 m (麦糟): m (麦麸)=4:1的比例,每个搪瓷盘中加入麦糟和麦麸的混合物50 g及75 mL营养盐溶液,混匀,121℃灭菌30 min。每个搪瓷盘中接种12.5 mL菌液,33℃培养6 d。

营养盐溶液:蛋白胨2 g,酵母粉4 g, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.52 g, KH_2PO_4 1 g, CaCl_2 0.3 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.3 g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 31.4 g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 15.6 g,用蒸馏水定容至1 L。

1.2.3 FAE粗酶液制备

1) 发酵培养基抽提 将发酵液加入1 000 mL蒸馏水,置于33℃,180 r/min的摇床中振荡2.5 h,取出静置,用8层纱布过滤。

2) 发酵液浓缩 在超滤膜相对分子质量为30 000,进口压力为0.1 MPa,进料速度为200 mL/min,20℃操作条件下,超滤浓缩,浓缩后的FAE酶活达到20 U/mL以上。

1.3 各种物质测定方法

1.3.1 FA 测定 按文献方法分析^[13]。

1.3.2 XOS 测定 按文献方法分析^[13]。

1.3.3 还原糖测定 采用 DNS 法^[14]。

1.4 复合酶酶解麦糟工艺研究

1.4.1 FAE 添加量对麦糟酶解效果的影响 称取 5 g 含水量 70 % 的麦糟置于 50 mL 三角瓶中,固定溢多酶的添加量为质量分数 0.012%, 分别以 0、11、22、33、44、55 U 添加浓缩后的粗酶液, 50 ℃, 酶解 24 h。酶解后, 往每个锥形瓶中加入 20 mL 的蒸馏水, 40 ℃, 浸提 2.5 h 后, 4 ℃, 10 000 r/min, 离心 20 min。取上清液测定 FA、XOS、还原糖含量。

1.4.2 不同温度对麦糟酶解效果的影响 添加 FAE 8.8 U/g 麦糟, 控制酶解温度为 20、30、40、50、60 ℃, 其他操作同 1.4.1。

1.4.3 不同酶解时间对麦糟酶解效果的影响 酶解温度为 40 ℃, 控制酶解时间为 0、0.5、1、1.5、2、2.5、3 d, 其他操作同 1.4.2。

1.4.4 不同含水量对麦糟酶解效果的影响 酶解时间为 2.5 d, 调节麦糟含水量为 30、40、50、60、70%, 其他操作同 1.4.3。

1.4.5 不同的酶解方式对麦糟酶解效果的影响 麦糟含水量为 50%, 按(1)~(5)组添加各酶液, 其他操作同 1.4.4。

(1)不加任何酶液, 放置 60 h; (2)往麦糟中添加溢多酶 0.006%, 酶解 24 h 后, 添加溢多酶 0.006% (g/g 麦糟), 再酶解 36 h; (3)往麦糟中添加 FAE 4.4 U/g 麦糟, 酶解 24 h 后, 添加 FAE 4.4 U/g 麦糟, 再酶解 36 h; (4)往麦糟中添加 FAE 8.8 U/g 麦糟及溢多酶 0.012% (g/g 麦糟), 酶解 60 h; (5)往麦糟中添加 0.006% 溢多酶, 酶解 12 h 后, 添加 FAE 4.4 U/g 麦糟, 酶解 12 h 后; 加入溢多酶 0.006%, 酶解 12 h 后, 最后加入 FAE 4.4 U/g 麦糟, 酶解 24 h。

1.5 复合酶对肉鸡生产性能的影响

1.5.1 麦糟的处理及饲料配方

1) 麦糟的处理 各组麦糟分别按如下处理: 组, 每克含水量 50% 的麦糟加入 0.3 mL 蒸馏水; 组, 每克含水量 50% 的麦糟加入 0.3 mL 蒸馏水及溢多酶 0.012%; 组, 每克含水量 50% 的麦糟加入 6.6 U FAE 粗酶液; 组, 每克含水量 50% 的麦糟加入 6.6 U FAE 粗酶液及 0.012% 溢多酶; 将上述麦糟在 40 ℃ 下酶解 60 h 后, 按肉鸡日粮配方添加入饲料中。

2) 饲料配方及营养水平 肉鸡日粮标准参照 (NY/T33-2004 鸡饲养标准) 中肉鸡营养需要, 配制粉状饲料, 粗蛋白含量为 19%, 代谢能为 12.34 MJ/kg。

3) 实验分组 选用 15 日龄青脚麻鸡, 称重, 选出实验鸡, 将肉鸡分为 4 组, 每组 5 个重复, 每个重复 8 只鸡 (公母混合雏), 实验组 1、2、3、4 添加的麦糟分别按上述 、 、 、 的方法处理, 其他成分相同。

1.5.2 肉鸡饲养及管理 试验场地为厦门市“仙灵旗”生态农牧科技有限公司新搭建养鸡场。采用地面平养方式饲养, 全天光照, 每天饲喂 3 次, 自由采食、饮水, 定时对鸡舍进行消毒清扫 (每周两次), 预饲期 3 d, 实验时间为 24 d, 按正常肉鸡免疫程序进行免疫。在第 17 d, 41 d 的早晨 9:00 空腹称重, 记录投料量与剩料量, 统计肉鸡的死亡率, 计算每只鸡日增重, 平均日采食量, 料肉比。

1.5.3 数据统计分析 数据采用 SPSS 19.0 软件的 ANOVA 进行方差分析, Duncan 法进行多重比较, 各组数据以平均数±标准差表示。

2 结果与讨论

2.1 复合酶酶解麦糟工艺

2.1.1 添加不同量 FAE 对酶解效果的影响 添加不同 FAE 酶量对麦糟进行酶解, 结果如图 1。

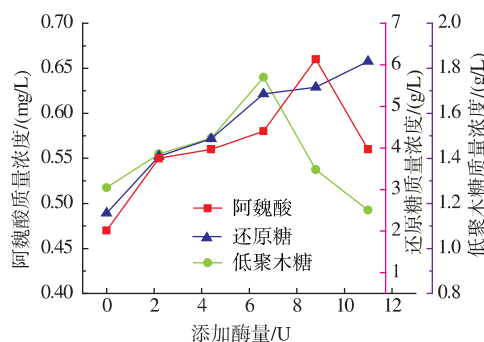


图 1 添加酶量对酶解效果的影响

Fig. 1 Influence of the amount of enzyme on the enzymatic hydrolysis effect

由图 1 可知, 随着 FAE 添加量的增大, FA、还原糖和 XOS 的含量都逐渐增大。添加的 FAE 酶活为 6.60 U/g 麦糟时, 酶解得到的 XOS 含量达到最大, 为 1.76 g/L; 添加酶量为 8.80 U/g 麦糟时, FA 含量达到最大, 为 0.66 mg/L。但是进一步加大酶的添加量, FA 及 XOS 的含量却减少, 一方面可能是酶液中的 FA 对酶产生抑制作用, 从而影响了酶对麦糟

的酶解效果;同时在固定溢多酶的添加量时,只有使得FAE添加的量合适,才能使两者的协同作用达到最大。综合考虑,选择FAE的添加量为6.60~8.80 U/g麦糟,酶解效果较好。

2.1.2 不同温度对酶解效果的影响 在不同温度下进行酶解,结果如图2。

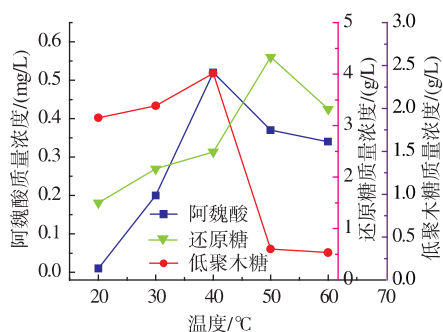


图2 温度对酶解效果的影响

Fig. 2 Influence of temperature on the enzymatic hydrolysis effect

由图2可知,随着温度的升高,FA、还原糖及XOS的质量浓度均有所增加,当温度达到40℃时,FA及XOS的含量都达到最大,分别为0.52 mg/L和2.41 g/L,但是随着温度的继续升高,两者的质量浓度都下降,主要的原因是FAE和木聚糖酶都是不耐热的酶,当温度超过40℃时,酶活稳定性迅速降低^[15-16]。温度达到50℃时,还原糖的质量浓度达到最大,为4.33 g/L,温度继续升高还原糖含量也下降。由此可知,复合酶最佳的酶解温度为40℃,此时复合酶的协同效应最佳。

2.1.3 不同酶解时间对酶解效果的影响 对麦糟酶解不同时间,结果如图3。

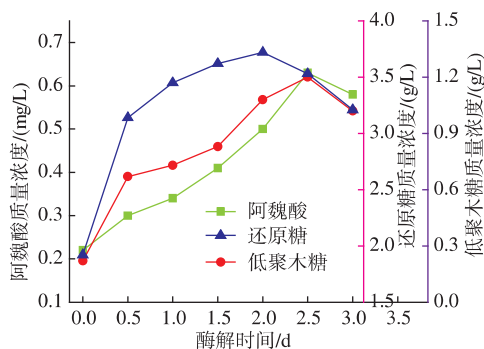


图3 酶解时间对酶解效果的影响

Fig. 3 Influence of the time on the enzymatic hydrolysis effect

由图3可知,随着酶解时间的延长,各个产物质量浓度均在不断的增加,2 d时,还原糖达到最大值,为3.72 g/L,而2 d之后随着时间的延长含量逐渐下降。FA及XOS则在2.5 d时达到最大值,分别为0.63 mg/L和1.20 g/L。反应酶解时间超过60 h,各产物的含量均在降低。这是因为随着酶解时间的延长,FA和XOS易被氧化而破坏。由于在2.5 d时,FA及XOS达到最高值,且还原糖含量也处于一个较高值,因此选定2.5 d为最佳的酶解时间。

2.1.4 不同水分质量分数对酶解效果的影响 在不同水分质量分数下对麦糟进行酶解,结果如图4。

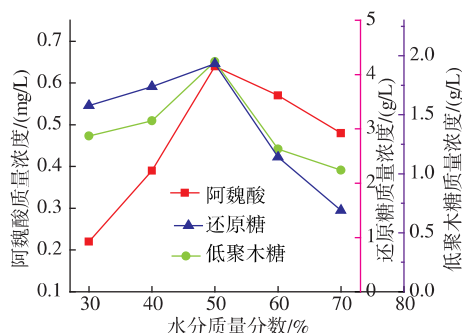
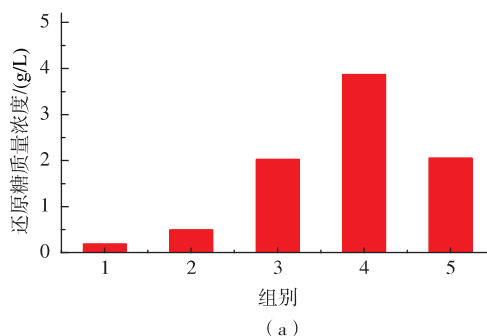


图4 水分质量分数对酶解效果的影响

Fig. 4 Influence of the water content on the enzymatic hydrolysis effect

由图4可知,当麦糟水分质量分数为50%时,酶解得到的FA、还原糖和XOS的含量都达到最大,分别为0.64 mg/L,4.20 g/L和1.95 g/L。当麦糟水分质量分数高于或者小于50%时,FA、XOS和还原糖质量浓度都下降。因此选定50%为最佳的水分质量分数,进行酶解。

2.1.5 不同酶解方式对酶解效果的影响 采用1.4.5的方法进行实验,结果如图5。



(a)

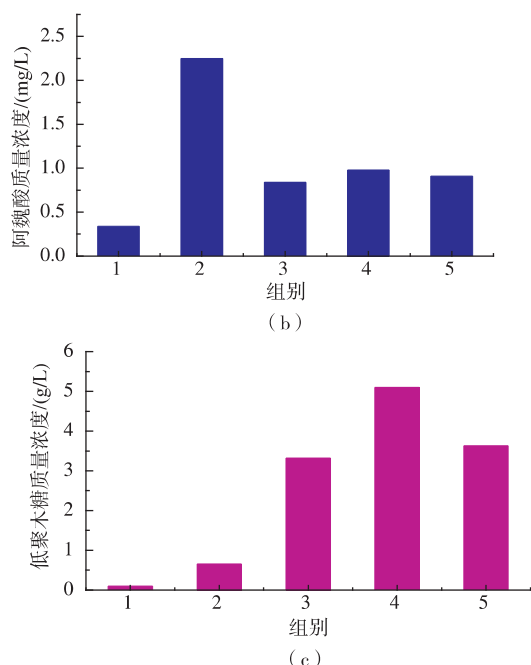


图 5 不同酶解方式对酶解效果的影响

Fig. 5 Content of each enzymatic hydrolysis product

由图 5 可知,同时加入溢多酶和 FAE 的实验组 XOS 及还原糖质量浓度最高,达到了 5.1 g/L 和 3.87 g/L,FA 质量浓度也较高,达到 0.98 mg/L,所得的 FA、XOS 和还原糖含量较未添加任何酶的对照组分别提高了 1.88 倍,50 倍,19.37 倍;只加入溢多酶的实验组 FA 含量最高,达到了 2.25 mg/L,但 XOS 和还原糖质量浓度都很低;只加入 FAE 的实验组 FA、XOS 和还原糖质量浓度分别为 0.84 mg/L,3.32 g/L,2.03 g/L,但是比两种酶都加的效果差;分批加入溢多酶及 FAE 的各物质含量比起同时添加的质量浓度都低,FA、XOS 和还原糖含量为 0.91 mg/L,3.63 g/L,2.06 g/L。由此可知两种酶协同降解麦糟比单独添加,降解的效果更为显著,多酶协同降解麦

糟具有更大的优越性,两种酶同时添加的效果又比分批添加的效果要好。

2.2 复合酶对肉鸡死亡率的影响 将按 5.2.4.1 处理后的麦糟,以 7%的比例添加入肉鸡基础日粮中,肉鸡饲养成活率结果如表 1。饲喂全程中,饲料中未添加任何的抗生素及其他的药,由表 1 可知各组鸡的病死亡率均为 0,差异不显著($P < 0.05$),病死亡率中并未体现出(溢多酶+FAE)组抗病的优势。这可能与新建场地卫生条件好,通风,未遇到瘟病有关。

表 1 复合酶对肉鸡成活率的影响

Tab. 1 Effect of compound enzyme on survival rate of broiler

组 别	饲养数/只	成活数/只	成活率/%
对照组	40	40	100 ^a
溢多酶组	40	40	100 ^a
FAE 组	40	40	100 ^a
(溢多酶+FAE)组	40	40	100 ^a

同一行所列数据,小写字母完全不同者为差异显著($P < 0.05$)。

2.3 复合酶对肉鸡生产性能的影响

按 1.5.2 进行肉鸡饲养,饲养结果如表 2。从表 2 可知,与对照组相比,溢多酶组和(FAE+溢多酶)组均能提高肉鸡日增重,分别提高了 0.78%,4.37%,但是差异不显著。而溢多酶组、FAE 组和(FAE+溢多酶)组均有降低日采食量的趋势,分别降低了 3.28%,4.83%,3.51%,但是差异不显著($P > 0.05$)。(FAE+溢多酶)组对降低料肉比具有极显著的作用($P < 0.01$),降低了 7.63%;而添加 FAE 组及溢多酶组均能降低料肉比,分别降低了 3.25%、4.01%,但是差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 复合酶对肉鸡生产性能的影响

Tab. 2 Influence of compound enzyme on the production performance of broiler

组 别	对照组	溢多酶组	FAE 组	(溢多酶+FAE)组
日增重,ADG/(g/d)	29.71 ^a ±1.30	29.94 ^a ±0.73	29.22 ^a ±1.45	31.01 ^a ±1.86
日采食量,ADFI/(g/d)	70.12 ^a ±3.19	67.83 ^a ±1.48	66.73 ^a ±2.91	67.66 ^a ±2.75
料肉比,F/G/(g/g)	2.36 ^{aA} ±0.08	2.27 ^{aB} ±0.06	2.28 ^{aB} ±0.04	2.18 ^{iB} ±0.09

表中所列数据,小写字母完全不同者为差异显著($P < 0.05$),大写字母完全不同者为差异极显著($P < 0.01$)。

Yu 等^[17]报道了将 FAE、木聚糖酶、纤维素酶及 β-葡萄糖酶共同作用,燕麦的消化性比不加 FAE 提高了 79%。Bartolome 等^[15]把来自黑曲霉的 FAE 或

荧光假单胞杆菌的 FAE 与木聚糖酶共同作用于大麦和小麦的细胞壁,其游离的 FA 释放量提高了 2~6 倍。但单独使用 FAE 降解植物细胞壁,降解率也

是较低的。Topakas 等^[18]报道,FAE 与木聚糖酶同时作用从植物细胞壁中释放的 FA 量是仅木聚糖酶单独作用时的 6.3 倍。作者主要是在饲料中同时添加溢多酶和 FAE,二者对木质纤维的降解具有协同作用,共同促进植物细胞壁的降解提高饲料的饲用效率,促进营养物质的吸收利用,同时产生 FA 及 XOS 也具有生理活性。

3 结 语

1)麦糟酶解工艺最佳酶解条件为:时间 2.5 d,

操作温度 40 ℃,水分质量分数为 50%,添加酶量为 6.6~8.8 U/g 麦糟。同时添加 FAE 和溢多酶,对麦糟的酶解效果较好,所得的 FA、XOS 和还原糖质量浓度较未添加酶的实验组分别提高了 1.88 倍、50 倍、19.37 倍。

2)FAE 及溢多酶均能够促进肉鸡的生长,但效果不显著,而同时添加 FAE 及溢多酶组能够显著促进肉鸡的生长,日增重提高 4.37%,料肉比降低 7.63%。

参考文献:

- [1] Choct M. Enzymes for the feed industry: past, present and future[J]. **World Poultry Science Journal**, 2006, 62(1): 5-16.
- [2] Sinha A K, Kumar V, Makkar H P S, et al. Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition—A review [J]. **Food Chemistry**, 2011, 127(4): 1409-1426.
- [3] 熊飞. 饲用酶制剂应用现状与前景[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(3): 22-23.
XIONG Fei. Current status and prospect of noprozyme [J]. **Animal Husbandry and Feed Science**, 2010, 31 (3): 22-23. (in Chinese)
- [4] 陈坚, 刘龙, 堵国成. 中国酶制剂产业的现状与未来展望[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(1): 1-7.
CHEN Jian, LIU Long, DU Guo-cheng. Current status and prospect of enzyme preparation industry in China[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 31(1): 1-7. (in Chinese)
- [5] Bartolome B, Santos M, Jimenez J, et al. Pentoses and hydroxycinnamic acids in brewer's spent grain [J]. **Journal of Cereal Science**, 2002, 36(1): 51-58.
- [6] 许晖, 孙兰萍, 张斌, 等. 微生物阿魏酸酯酶的研究进展[J]. 中国酿造, 2008, 8(10): 23-41.
XU Hui, SUN Lan-ping, ZHANG Bin, et al. Advance research on feruloyl esterases produced by microbes [J]. **China Brewing**, 2002, 36(1): 51-58. (in Chinese)
- [7] 邓轶韬, 李夏兰, 陈宗香, 等. 阿魏酸酯酶产生菌的筛选及产酶条件的优化[J]. 华侨大学学报: 自然科学版, 2011, 32(3): 300-303.
DENG Yi-tao, LI Xia-lan, CHEN Zhong-xiang, et al. Screening of feruloyl esterases producing strain and optimization of the enzyme production[J]. **Journal of Huaqiao University: Nature Science**, 2011, 32: 300-303. (in Chinese)
- [8] Krueger N, Adesogan A, Staples C, et al. The potential to increase digestibility of tropical grasses with a fungal, ferulic acid esterase enzyme preparation[J]. **Anim Feed Science and Technology**, 2008, 145(1-4): 95-108.
- [9] Yang H J, Xie C Y. Assessment of fibrolytic activities of 18 commercial enzyme products and their abilities to degrade the cell wall fraction of corn stalks in in vitro enzymatic and ruminal batch cultures[J]. **Anim Feed Science and Technology**, 2010, 159(3-4): 110-121.
- [10] 刘亮伟, 杨海玉, 胡瑜, 等. F/10 木聚糖酶研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2009, (006): 727-732.
LIU Liang-wei, YANG Hai-yu, HU Yu, et al. A review of F/10 xylanase[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2009 (006): 727-732. (in Chinese)
- [11] 陈瑞娟. 新型低聚糖的介绍[J]. 食品与发酵工业, 2003(2): 82-90.
CHEN Rui-juan. Introduction of new type oligosaccharide [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2003 (2): 82-90. (in Chinese)
- [12] 赵东平, 杨文钰, 陈兴福. 阿魏酸的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(8): 1839-1841.
ZHAO Dong-ping, YANG Wen-yu, CHEN Xing-fu. Research progress of ferulic acid [J]. **Lishizhen Medicine and Materia Medica Research**, 2008, 19(8): 1839-1841. (in Chinese)

- [13] 李夏兰,程珊影,杨道秀,等. 阿魏酸酯酶和木聚糖酶协同降解麦糟[J]. 化工进展,2012,31(005):1096-1102.
LI Xia-lan, CHENG Shan-ying, YANG Dao-xiu, et al. Utilization of feruloyl esterase and xylanase for the degradation of brewers' spent grain[J]. **Chemistry Industry and Engineering Progress**, 2012, 31:1096-1102. (in Chinese)
- [14] 赵凯,许鹏举,谷广烨. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J]. 食品科学,2008,29(8):534-536.
ZHAO Kai, XU Peng-ju, GU Guang-ye. Study on determination of reducing sugar content using 3,5-dinitrosalicylic acid method [J]. **Food Science**, 2008, 29:534-536. (in Chinese)
- [15] 张璟,欧仕益,张宁,等. 酶解麦麸制备低聚糖和阿魏酸的研究[J]. 广州食品工业科技,2003,19(11):17-22.
ZHANG Jing, OU Shi-yi, ZHANG Ning, et al. Processing study on ferulic acid and oligosaccharides prepared from enzymatic hydrolysis of destorched wheat bran[J]. **Food Science**, 2004, 24:63-68. (in Chinese)
- [16] 刘莎莎,李华,石庆华,等. 大麦芽阿魏酸酯酶的分离纯化及其部分酶学性质的测定[J]. 中国畜牧兽医,2008,(1):28-31.
LIU SS, LI Hua, SHI Qing-hua, et al. Purification and partial characterisation of feruloyl esterase from barley malt [J]. **China Animal Husbandry & Veterinary Medicine**, 2010(1):28-31. (in Chinese)
- [17] Yu P, Maenz D D, McKinnon J J, et al. Release of ferulic acid from oat hulls by *Aspergillus* ferulic acid esterase and *Trichoderma* xylanase[J]. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 2002, 50(6):1625-1630.
- [18] Topakas E, Vafiadi C, Stamatis H, et al. *Sporotrichum thermophile* type C feruloyl esterase (StFaeC): purification, characterization, and its use for phenolic acid(sugar) ester synthesis[J]. **Enzyme Microbial Technology**, 2005, 36(5):729-736.

会 议 信 息

会议名称(中文):第 72 届国际糖业科技大会

会议名称(英文):72th Technical Meetings of Sugar Industry Technologists

所属学科:植物营养学,动物食品科学,生物及医药化工

开始日期:2013-05-12

结束日期:2013-05-15

所在城市:广东省 广州市

具体地点:广州万达希尔顿酒店

主办单位:国际制糖工程师协会(Sugar Industry Technologists Inc., S.I.T)

承办单位:华南理工大学与广东省制糖学会

联系人:赵振刚

联系电话:020-87113668/ 18925008785

传真:020-87113668

E-MAIL:SIT72th2013@163.com

会议网站:<http://www.ynsugar.com/Article/HuiX/201301/37700.html>

会议背景介绍:为了进一步加强我国糖业与世界糖业的科学技术交流与合作,共同促进糖品加工行业的发展进步,华南理工大学与广东省制糖学会申请承办“第 72 届国际糖业技术大会”(72th Technical Meetings of Sugar Industry Technologists, SIT'2013)。本次会议将约有 250 位来自美国、南非、加拿大、德国、英国、荷兰、澳大利亚、新西兰、日本、韩国、中国等约 20 个国家及地区的高等院校、科研院所、制糖企业、仪器设备制造商的专家、学者与科技人员出席,针对本学科领域的最新科研成果及新技术、新工艺及新的装备进行研讨与交流。本次会议将提供技术交流平台,促进相关技术人员交流,积极扩大我国在相关领域的国际影响力,推动我国制糖行业的发展和科技进步。会议将于 2013 年 5 月 12-15 日于广东省广州万达希尔顿酒店举行。(详情见第二轮通知)

制糖工业工艺师协会(S.I.T),成立于 1941 年,并逐渐发展成为一个联合着 50 个精糖公司、70 个联合公司和 400 个来自世界各地独立成员的国际化组织。每年都会在不同的国家举办技术交流大会。协会总部位于美国佛罗里达州塞浦路斯市,每年 5 月都会在不同的国家地区举办技术交流大会,其宗旨是满足会员的专业兴趣,这主要是通过会员间传播与蔗糖精炼相关的科学及工艺技术、鼓励原创性的研究、提升会员间的相互了解及与其它科学技术团体合作来实现。

征文的内容主要包括:

- 1) 糖品(含淀粉糖、多糖等)加工新技术新装备;
- 2) 糖类(含各类功能性糖等)新产品研发;
- 3) 糖品生产中节能减排新技术新方法;
- 4) 糖品生产过程的自动控制新技术;
- 5) 糖品生产检测仪器设备与方法、糖类产品包装材料与装备;
- 6) 糖品生产的标准化;
- 7) 世界糖业发展与途径。