

# 蒸汽爆破预处理和微生物发酵对玉米秸秆降解率的影响

常娟<sup>1</sup>, 尹清强<sup>1,2\*</sup>, 任天宝<sup>3,4</sup>, 张百良<sup>3</sup>,  
宋安东<sup>3</sup>, 左瑞雨<sup>1</sup>, 卢敏<sup>1</sup>, 刘俊熙<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学牧医工程学院, 郑州 450002; 2. 河南省饲料微生物工程技术研究中心, 周口 466000;  
3. 河南农业大学农业部可再生能源重点开放实验室, 郑州 450002; 4. 河南科技学院, 新乡 453000)

**摘要:** 为了提高玉米秸秆的利用效率, 首先对玉米秸秆进行蒸汽爆破预处理(压力 2.5 Mpa, 维压 200 s), 然后再进行米曲霉发酵, 研究物理和生物学处理对秸秆成分及相关酶活变化的影响。结果表明, 蒸汽爆破使秸秆中纤维素、半纤维素和木质素的降解率分别达到 8.47%、50.45% 和 36.65% ( $p < 0.05$ )。爆破预处理的秸秆再经米曲霉发酵 6 d 后, 秸秆中纤维素和半纤维素的降解率分别为 27.89% 和 64.80% ( $p < 0.05$ ), 发酵秸秆中的滤纸酶、羧甲基纤维素酶、淀粉酶和蛋白酶活力分别达到 335.10、1138.92、1954.20 和 201.99 U/g。爆破预处理后进行米曲霉发酵, 对于提高玉米秸秆的降解率具有非常重要的意义。

**关键词:** 秸秆, 发酵, 试验, 蒸汽爆破, 米曲霉

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.04.049

中图分类号: S816.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-04-0277-04

常娟, 尹清强, 任天宝, 等. 蒸汽爆破预处理和微生物发酵对玉米秸秆降解率的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 277-280.

Chang Juan, Yin Qingqiang, Ren Tianbao, et al. Effects of steam explosion and microbial fermentation on corn straw degradation [J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(4): 277-280. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

木质纤维素是地球上数量最大的可再生能源物质, 据初步统计全世界每年产量大约为 100 亿 t<sup>[1]</sup>。然而, 植物细胞壁的复杂结构限制了其在畜牧业生产中的应用。玉米秸秆的主要成分为粗纤维, 包括纤维素、半纤维素和木质素, 纤维素大分子的高度聚合和结晶性以及半纤维素、木质素与其交互缠绕的保护作用, 使传统的水解和生物发酵等方法降解粗纤维的效率较低。

蒸汽爆破是采用饱和水蒸汽加热原料至一定的压力, 高压蒸汽渗入纤维内部, 以气流的方式从封闭的孔隙中释放出来, 使纤维发生一定的机械断裂, 然后骤然减压至大气压的生物质预处理手段。研究表明, 蒸汽爆破预处理可使原料中大部分半纤维素和少量木质素和纤维素降解而溶出, 有利于后续纤维素酶对纤维素的降解, 是秸秆类资源预处理的有效方法之一<sup>[2]</sup>。规模化的生产可以节省能耗和成本。目前, 国内外将秸秆的爆破技术应用到动物饲料生产方面的研究较少。

本研究采用的蒸汽爆破装置的爆破脉冲宽度仅为 0.00875 s, 在此瞬间释放高密度能量完成爆破, 从而破坏

秸秆中木质纤维素的结构。本试验研究了爆破秸秆经米曲霉发酵后营养价值及酶活的变化, 筛选出经济有效、安全可行的玉米秸秆饲料生产工艺, 为秸秆资源的规模化开发及在畜牧业生产中的应用提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

玉米秸秆来自于河南农业大学农业部能源研究重点实验室, 经粉碎机粉碎后, 过 20 目筛备用。

### 1.2 试验设备

秸秆蒸汽爆破机 QB-200 由河南省鹤壁市正道重机厂生产, 最高蒸汽压力可达 6 MPa, 加热功率为 8 kW, 有效爆腔容积为 0.405 L。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 秸秆蒸汽爆破预处理

参照 Viola 等的研究结果<sup>[3]</sup>, 将粉碎的玉米秸秆在 2.5 MPa 压力下, 保压 200 s, 然后突然释放压力, 进行爆破预处理。处理后的样品, 自然晾晒干燥备用。

#### 1.3.2 米曲霉固体发酵种子液的制备

将分离纯化后的米曲霉菌株(河南农业大学动物营养与生物技术实验室分离保藏)接种到 PDA 培养基中, 30℃ 条件下静止培养 3 d, 然后用无菌加有吐温的生理盐水冲洗平板, 将琼脂平面的孢子刮下, 转移到已经灭菌的三角瓶中, 采用平板计数法计算种曲孢子浓度为  $1 \times 10^6$  个/mL 左右。

试验设 4 个处理组, 即普通秸秆组、爆破秸秆组、普通秸秆+米曲霉发酵组、爆破秸秆+米曲霉发酵组。每

收稿日期: 2010-11-11 修订日期: 2011-02-15

作者简介: 常娟(1978—), 女, 河南社旗人, 讲师, 博士生, 研究方向为饲料资源的开发利用。郑州 河南农业大学牧医工程学院, 450002。

Email: changjuan2000@126.com.

\*通信作者: 尹清强(1964—), 男, 河南南阳人, 教授, 博士生导师, 研究方向为饲料资源的开发利用。郑州 河南农业大学牧医工程学院, 450002。

Email: QQZ22@yahoo.com.cn

组 6 个重复, 各组均按比例配制固体发酵培养基, 按照质量分数为 4% 的接种量接种米曲霉孢子悬液, 普通秸秆和爆破秸秆组按质量分数为 4% 的比例接种灭菌的生理盐水。在 30℃ 的恒温培养箱中培养 7 d, 每隔 24 h 取样进行相关指标的测定。

固体发酵培养基: 500 mL 的三角瓶中加入 18 g 普通秸秆或爆破秸秆、2 g 麸皮和 30 mL 的矿物元素营养液, 混合均匀后, 用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  调整 pH 值为 7.0, 在 121℃ 下高压灭菌 15 min。

矿物元素营养液:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  1.4 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  2.0 g,  $\text{MgSO}_4$  0.3 g,  $\text{CaCl}_2$  0.3 g,  $\text{NaCl}$  0.5 g,  $\text{FeSO}_4$  5.0 mg,  $\text{MnSO}_4$  1.6 mg,  $\text{ZnCl}_2$  1.7 mg,  $\text{CoCl}_2$  2.0 mg, 加入 1000 mL 蒸馏水。

### 1.3.4 理化指标的测定

发酵后的秸秆样品, 一部分 105℃ 烘至绝干后测定其主要成分的变化, 另一部分在 50℃ 烘至恒质量, 取 4.0 g 发酵样品, 加入 36 mL 生理盐水浸泡 2 h 后, 3 000 r/min 离心 10 min, 取上清液作为粗酶液, 测定酶液中滤纸酶、羧甲基纤维素 (CMC) 酶、蛋白酶和淀粉酶活力及可溶性糖含量。

秸秆中纤维成分的测定: 中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、纤维素、半纤维素和木质素的测定方法采用范氏 (Van Soest) 纤维测定方法<sup>[4]</sup>。

滤纸酶活的测定: 取酶液和煮沸 10 min 灭活的酶液各 0.5 mL, 加入 1.5 mL 浓度为 0.05 mol/L、pH 值为 4.5 的柠檬酸缓冲液和 50 mg 滤纸条, 于 50℃ 水浴保温 1 h, 然后加入 1.5 mL 的 DNS, 煮沸 5 min, 以灭活酶组为对照, 在波长 550 nm 处测定吸光度。酶活力单位定义为: 以水解反应每小时催化底物水解形成 1  $\mu\text{mol}$  葡萄糖的酶量为一个单位<sup>[5]</sup>。

CMC 酶活的测定: 取酶液和煮沸 10 min 灭活的酶液各 0.5 mL, 加入 1.5 mL 质量分数为 0.51% 的 CMC 柠檬酸缓冲液中, 在 50℃ 恒温水浴锅中酶解 30 min 后, 加入 1.5 mL DNS 显色液终止反应, 充分混匀后, 沸水浴 15 min, 以灭活酶组为对照在波长 550 nm 处测定吸光度。酶活力单位定义为: 以水解反应每小时催化底物水解形成 1  $\mu\text{mol}$  葡萄糖的酶量为一个单位<sup>[5]</sup>。

淀粉酶活的测定: 取 1.25 mL 质量分数为 1% 的淀粉, 0.25 mL 0.1 mol/L 的醋酸缓冲液 (pH 值 5.0), 0.25 mL 的酶液在 50℃ 保温 10 min 后, 加入 1.5 mL 的 DNS, 沸水浴 15 min, 以灭活酶组为对照, 在波长 550 nm 处测定吸光度。酶活力单位定义为: 以水解反应每小时催化底物水解形成 1  $\mu\text{mol}$  葡萄糖的酶量为一个单位<sup>[6]</sup>。

蛋白酶活的测定: 采用 Folin—酚法测定蛋白酶的活力<sup>[7]</sup>。

可溶性糖的测定: 采用 3,5—二硝基水杨酸比色法测定水解液中可溶性糖含量<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 爆破及米曲霉发酵对秸秆降解率的影响

由表 1 可知, 在本试验爆破条件下, 爆破过程显著降低了秸秆中的纤维素、半纤维素和木质素的含量 ( $p < 0.05$ ), 本爆破条件与 Viola 等研究的谷物秸秆爆破提高反刍动物体外消化率的最优条件一致<sup>[3]</sup>, 另外, 王许涛等<sup>[9]</sup>的研究结果也表明本爆破设备爆破后的秸秆厌氧发酵产沼气量最高的压力条件是 2.5 MPa。在秸秆资源的预处理过程中最重要的是减少秸秆中的木质素的比例, 并尽量避免纤维素的降解<sup>[10]</sup>, 本次爆破使秸秆中纤维素降解率为 8.47%, 显著低于米曲霉发酵普通秸秆组 ( $p < 0.05$ ), 半纤维素的降解率为 50.45%, 木质素的降解率达 36.65%, 显著高于普通秸秆组及米曲霉发酵普通秸秆组 ( $p < 0.05$ ), 这说明爆破处理在减少秸秆中纤维素的降解, 降低秸秆中的半纤维素和木质素方面的效果要优于单一的微生物发酵处理。木质素是秸秆生物利用的屏障, 在秸秆的爆破过程中伴随着半纤维素和木质素的降解, 秸秆中的结构性木质素受到破坏, 从而更有利于微生物和酶的作用。Moysen 和 Verachtert 的研究表明, 动物对玉米秸秆的消化率随着秸秆中木质素的降低而增加<sup>[11]</sup>, 这也同时说明本爆破处理对秸秆饲料营养价值的提高具有重要的意义。

普通秸秆和爆破秸秆经米曲霉发酵 7d 后, 其纤维素的含量均显著低于爆破秸秆组 ( $p < 0.05$ ), 说明微生物发酵的过程利用了秸秆中的纤维素成分。爆破秸秆经米曲霉的发酵处理能够促进其转化为菌体自身的营养及部分活性物质, 对动物生产具有一定的促进作用。

表 1 不同处理组秸秆中的主要成分 (以干物质为基础)

Table 1 Main compositions of the treated corn straw in different groups (dry basis)

项目	%				
	中性洗涤纤维 质量分数	酸性洗涤纤维 质量分数	纤维素 质量分数	半纤维素 质量分数	木质素 质量分数
普通秸秆组	79.26±1.31A	59.23±2.00A	41.30±2.31A	20.02±1.18A	12.58±1.07A
爆破秸秆组	60.94±0.34C	51.12±1.12B	37.80±0.40B	9.92±0.86B	7.97±1.21B
普通秸秆米曲霉发酵组	71.78±1.27B	52.19±0.60B	33.77±1.23C	19.59±1.02A	14.58±2.18A
爆破秸秆米曲霉发酵组	52.76±2.36D	47.28±3.75C	29.78±2.92D	7.06±1.03B	9.54±0.97B

注: 以上数据为不同处理组秸秆发酵 7d 后的测定结果; 同列大写字母不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 同列大写字母相同表示差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 下表同; 爆破处理条件为压力 2.5 MPa, 保压时间 200s。

## 2.2 米曲霉发酵过程中爆破秸秆化学成分、酶活力及可溶性糖的变化

### 2.2.1 米曲霉发酵过程中爆破秸秆化学成分的变化

由表 2 可知, 随着发酵时间的延长, 秸秆中的中性

洗涤纤维、酸性洗涤纤维、纤维素和半纤维素的含量呈下降的趋势。在米曲霉发酵的第 1 天, 秸秆中的纤维素和半纤维素的含量即有明显的降低 ( $p < 0.05$ )。在发酵的第 5 天, 秸秆中的半纤维素含量显著地低于第 1 天和

第 3 天, 比爆破秸秆组降低 39.11%, 而纤维素含量和第 3 天差异不显著 ( $p>0.05$ ), 比爆破秸秆组降低 17.35%。在秸秆饲料资源的利用过程中, 要求最大程度地减少半纤维素和木质素的含量, 并使微生物转化纤维素的量在可接受的范围内, 因此从秸秆成分降解情况考虑, 发酵

5d 后的效果优于前 3d, 发酵爆破秸秆生产动物饲料的合适时间为 5~7d。在发酵过程中米曲霉发酵不能降低爆破秸秆中的木质素含量, 这与前人研究的单一生物处理对秸秆类资源转化效率较低的结论一致<sup>[12]</sup>。

表 2 不同发酵时间爆破秸秆的主要成分 (以干物质为基础)

Table 2 Main compositions of the steam exploded corn straw during microbial fermentation (dry basis)

发酵时间/d	中性洗涤纤维质量分数	酸性洗涤纤维质量分数	纤维素含量质量分数	半纤维素含量质量分数	木质素含量质量分数
0	60.94±0.34 A	51.12±1.12 A	37.80±0.40 A	9.92±0.86 A	7.97±1.21 A
1	59.12±1.85 A	53.02±1.51 A	34.11±0.85 B	8.04±0.53 B	9.54±0.49 A
3	58.59±0.48 AB	50.47±0.09 AB	32.67±0.49 BC	7.82±0.50 B	9.22±0.06 A
5	56.02±0.90 B	49.99±1.40AB	31.24±0.92 CD	6.04±0.52 C	9.74±0.37 A
7	52.76±2.36 C	47.28±3.75 B	29.78±2.90 D	7.06±1.03 BC	9.54±0.97 A

2.2.2 米曲霉发酵过程中爆破秸秆的酶活及可溶性糖的变化

米曲霉的酶系较为丰富, 能够分泌木聚糖酶、纤维素酶、蛋白酶、淀粉酶等, 而且能够提高发酵产品的品质和风味, 被广泛地应用在工业生产当中<sup>[13]</sup>。相关研究表明秸秆爆破过程中会产生一定的酸、醛及酚类等抑制微生物生长的因子<sup>[14]</sup>。林贝等的试验结果表明  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过氧化处理可除去少量的呋喃衍生物及酚类化合物, 提高培养基的 pH 值, 明显改善乙酸存在造成的菌体生长延迟现象<sup>[15]</sup>。本研究也采用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  调整固体发酵培养基的 pH 值与普通秸秆发酵组完全一致, 在一定程度上消除了抑制因子对微生物生长的负面作用, 使发酵秸秆具有相对较高的酶活。

滤纸酶是以滤纸作为反应底物反映纤维素的总酶活高低的一个指标。由图 1 可知, 在米曲霉发酵爆破秸秆的过程中, 前期的酶活较低, 第 2 天后逐渐升高, 第 6 天显著高于其他时间点 ( $p<0.05$ )。米曲霉在发酵爆破秸秆过程中随着发酵时间的增加, 爆破秸秆中的可溶性糖逐渐减少, 也说明微生物生长过程中前期利用了秸秆中的糖类来维持自身的生长繁殖, 后期分泌纤维素酶以利用秸秆中的能源。

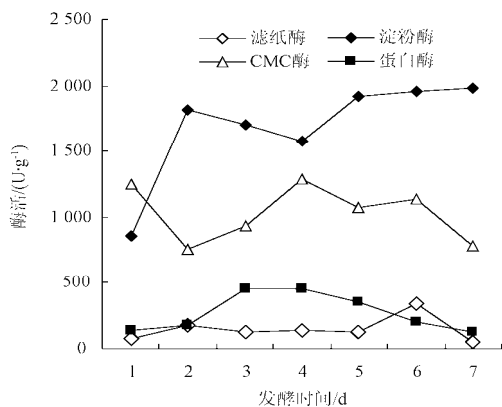


图 1 米曲霉发酵爆破秸秆过程中酶活的变化

Fig.1 Enzyme activity of the steam exploded corn straw during fermentation

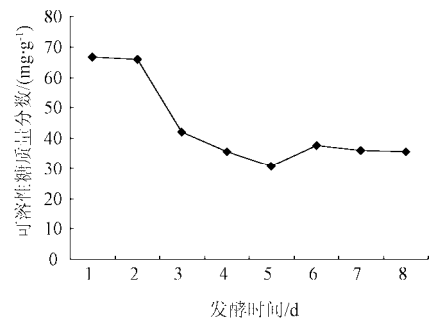


图 2 爆破秸秆中可溶性糖质量分数随时间的变化

Fig.2 Soluble sugar contents of the steam exploded corn straw during fermentation

CMC 酶活是反映纤维素内切酶高低的一项指标, 米曲霉发酵爆破秸秆的 CMC 酶活, 在第 1 天即达到最高, 这可能与秸秆爆破过程中产生较多的短链纤维及短链的糖类有关, 这些物质可促使米曲霉分泌较多内切酶来促进其利用。之后第 2 天逐渐降低, 第 4 天又升至最高, 发酵第 7 天酶活显著降低 ( $p<0.05$ )。许多研究表明, 秸秆的爆破处理有助于削弱木质纤维素的结构, 使其易于受到酶和微生物的攻击。本结果也说明, 爆破后的秸秆木质纤维素的结构受到破坏, 使其中的短链纤维素更容易被微生物利用。

爆破秸秆的淀粉酶活从发酵的第 2 天起显著升高, 发酵后几天内均保持较高的水平。爆破秸秆的蛋白酶活呈现先升高后下降的变化趋势, 发酵第 3 天和第 4 天的酶活达到最高, 发酵第 7 天酶活降至最低。

因发酵培养基中含有的氮源相对较少, 主要分解纤维素的滤纸酶在第 6 天达到最高为 335.10 U/g, 第 6 天的 CMC 酶和淀粉酶活相对较高, 分别为 1138.92 和 1954.20 U/g, 第 6 天的蛋白酶活为 201.99 U/g。在爆破秸秆微生物转化利用过程中可考虑发酵 6 d 使发酵产品达到最优酶活, 有效发挥其对动物生产的促进作用。

由图 2 可知, 爆破秸秆在发酵第 1~2 天时可溶性糖含量最高, 随后显著下降, 维持在一个较低的水平, 这与微生物在发酵过程中利用了爆破产生的可溶性糖有关。

### 3 结 论

1) 玉米秸秆经爆破预处理(压力 2.5 Mpa, 保压 200 s), 其中的纤维素、半纤维素和木质素的降解率分别达到 8.47%、50.45%和 36.65%, 爆破处理在降低秸秆中的半纤维素和木质素方面的效果要优于单一的微生物发酵处理。

2) 爆破秸秆经米曲霉发酵 6 d 后, 其中的半纤维素和纤维素含量分别比爆破秸秆组降低 39.11%和 17.35%, 发酵秸秆中的滤纸酶达到最高, 为 335.10 U/g, 其 CMC 酶、淀粉酶和蛋白酶活力分别达到 1 138.92、1954.20 和 201.99 U/g。说明玉米秸秆经爆破和米曲霉发酵联合处理后, 其降解率和营养价值都得到了大幅度提高。

3) 玉米秸秆经爆破和微生物发酵后产品的营养价值和动物生产试验的效果有待进一步研究。

#### [参 考 文 献]

- [1] Sánchez O J, Cardona C A. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks[J]. *Bioresour Technol.* 2008, 99(13):5270—5295.
- [2] Montane D, Farriol X, Salvadoa J, et al. Application of steam explosion to the fraction and rapid vapor phase alkaline pulping of wheat straw[J]. *Biomass and Bioenergy.* 1998,14(3):261—276.
- [3] Viola E, Zimbardi F, Cardinale M, et al. Processing cereal straws by steam explosion in a pilot plant to enhance digestibility in ruminants[J]. *Bioresour Technol.* 2008, 99: 681—689.
- [4] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1999.
- [5] 孙军德, 陈南. 秸秆纤维素降解细菌的筛选及其产酶条件的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2010, 41(2): 210—213. Sun Dejun, Chen Nan. Selection and fermentation conditions of bacillus licheniformis H-5 Producing Cellulases[J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2010,41(2):210—213. (in Chinese with English abstract)
- [6] Yasser B, Masson M, Philippe T. Isolation and identification of a new fungus strain for amylase biosynthesis[J]. *Polish Journal of Microbiology*, 2009, 58(3): 269—273.
- [7] 王朋朋, 常娟, 王平, 等. 蛋白酶和淀粉酶产生菌的筛选及酶学性质分析研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2009, 45(21): 48—51.
- [8] 王平, 王朋朋, 左瑞雨, 等. 牛瘤胃中米曲霉的分离鉴定及对玉米秸秆降解效果的研究[J]. *河南农业大学学报*, 2010, (44)3: 295—299. Wang Ping, Wang Pengpeng, Zuo Ruiyu, et al. Study on isolation and identification of *Aspergillus oryzae* from bovine rumen and analysis of its effect on corn straw degradation[J]. *Journal of Henan Agricultural University*. 2010, (44)3: 295—299. (in Chinese with English abstract)
- [9] 王许涛, 张百良, 宋安东, 等. 蒸汽爆破技术在秸秆厌氧发酵中的应用[J]. *农业工程学报*, 2008,24(8):189—192. Wang Xutao, Zhang Bailiang, Song Andong, et al. Application of steam-exploded technology to anaerobic digestion of corn stover[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(8): 189—192. (in Chinese with English abstract)
- [10] Vansoest P J. Rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Animal Feed Science and Technology*[J]. 2006,130:137—171.
- [11] Moyson E, Verachtert H. Growth of higher fungi on wheat straw and their impact on the digestibility of the substrate[J]. *Appl Microbial Biotechnol.* 1991, 36: 421—424.
- [12] Sun Y, Cheng J. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review[J]. *Bioresour Technol.* 2002, 83(1): 1—11.
- [13] Yuichi Y, Jin F, Shinya I, et al. Properties of cellulose-degrading enzymes from *Aspergillus oryzae* and their contribution to material utilization and alcohol yield in sake mash fermentation[J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering.* 2002,93(5):179—484.
- [14] Nasib Q, Badalc S, Ronalde H, et al. Removal of fermentation inhibitors from alkaline peroxide pretreated and enzymatically hydrolyzed wheat straw:Production of butanol from hydrolysate using *Clostridium beijerinckii* in batchreactors[J]. *Biomass and Bioenergy*, 2008, 32: 1353—1358.
- [15] 林贝. 玉米秸秆酸解副产物对酒精发酵影响的研究[D]. 大连: 大连理工大学环境与生命学院, 2007.

## Effects of steam explosion and microbial fermentation on corn straw degradation

Chang Juan<sup>1</sup>, Yin Qingqiang<sup>1,2\*</sup>, Ren Tianbao<sup>3</sup>, Zhang Bailiang<sup>3</sup>, Song Andong<sup>3</sup>, Zuo Ruiyu<sup>1</sup>, Lu Min<sup>1</sup>, Liu Junxi<sup>2</sup>

(1. Department of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Engineering and Technology Research Center of Feed Microbiology, Zhoukou 466000, China; 3. Key Laboratory of Renewable Energy of Ministry of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 4. Hennan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453000, China)

**Abstract:** The effects of steam explosion (2.5 MPa, 200 s) and *Aspergillus oryzae* fermentation on corn straw degradation were evaluated according to the changes of compositions and enzyme activities in the fermented products. The results showed that the steam explosion pre-treatment for corn straw could make the degradation rates of cellose, hemicelluloses and lignin reach to 8.47%, 50.45% and 36.65%, respectively ( $P < 0.05$ ). After pretreated with steam explosion the corn straw was fermented by *Aspergillus oryzae* for 6 days, the contents of cellulose and hemicellulose in the fermented corn straw were decreased by 27.89% and 64.80% respectively, compared with the original corn straw ( $P < 0.05$ ). The filter paper cellulase, CMCase, amylase and protease activities in the fermented products were 335.10, 1 138.92, 1954.20 and 201.99 U/g, respectively. Pre-treating with steam explosion and followed by *Aspergillus oryzae* fermentation seems to be a prospective method for corn straw degradation and application.

**Key words:** straw, fermentation, experiments, steam explosion, *Aspergillus oryzae*