

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
C12P 7/10 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017121.2

[43] 公开日 2007年2月14日

[11] 公开号 CN 1912129A

[22] 申请日 2006.8.21

[21] 申请号 200610017121.2

[71] 申请人 杨颖奇

地址 130012 吉林省长春市朝阳区延安大街  
1435号维多利亚庄园G-1栋402室

[72] 发明人 杨颖奇

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

### [54] 发明名称

秸秆固体发酵生产乙醇的方法

### [57] 摘要

本发明属于利用微生物发酵技术领域，特别涉及一种以秸秆为原料，循环利用富含纤维素酶和酵母的混合菌液，固体发酵生产乙醇的方法。本发明的技术方案包括：灭菌处理，第一次发酵，排菌液，蒸馏，排渣，再次发酵，再次蒸馏，循环生产。采用本工艺将提高生产效率，减少纤维素酶和酵母的用量，降低生产成本，发酵后的秸秆废渣可以经过再处理，可生产成畜牧业所需的蛋白饲料。

1. 一种秸秆固体发酵生产乙醇的方法，包括以下步骤：
  - a. 灭菌—将秸秆粉装入发酵罐中，进行灭菌处理，从发酵罐底部通入高温高压蒸气，进行高温灭菌，而后冷却至 30-36 摄氏度；
  - b. 第一次发酵处理—从发酵罐顶部向下喷淋纤维素酶和酵母的混合溶液，活性为 1000IU/g 的纤维素酶的加入量为秸秆重量的 1-2%，活性为 60-80 亿/g 的酵母加入量为秸秆重量的 0.8-1%，水的加入量为秸秆重量的 2.5-3 倍，发酵温度为 30-36 摄氏度，发酵时间为 20-24 小时；
  - c. 排菌液—从发酵罐顶部通入无菌压缩空气，将含有纤维素酶和酵母的混合菌液从发酵罐底部的排液管中排出；
  - d. 蒸馏—菌液排出后，从发酵罐底部的蒸汽管道通入压力蒸汽，蒸汽的温度为 100-130 摄氏度，蒸汽压力为 0.1-0.28Mpa，蒸馏时间为 2-3 小时，乙醇在蒸汽作用下，通过冷却器冷却，成为低浓度乙醇，其度数可达到 50-65 度；
  - e. 排渣—蒸馏后的秸秆渣排出发酵罐；
  - f. 再次发酵：将从上一次发酵过程中排出的，富含纤维素酶和酵母的混合菌液，全部喷淋加入到下一罐灭菌后的秸秆中，进行再次发酵；如此反复循环进行灭菌、发酵、排菌液、蒸馏、排渣；一批发酵菌液可以循环使用 40-50 次；
2. 根据权利要求 1 所述秸秆固体发酵生产乙醇的方法其特征在于能够将上一次发酵过程中，产生的富含纤维素酶和酵母菌的混合菌液用于下一罐的发酵过程中，并循环使用。

## 秸秆固体发酵生产乙醇的方法

### 技术领域

本发明属于利用微生物发酵技术领域，特别涉及一种以秸秆为原料，重复利用含有纤维素酶和酵母的菌液生产乙醇的方法。

### 背景技术

现在我国采用生物发酵技术利用秸秆发酵生产乙醇已广为人知。但没有形成大规模工业化生产，主要原因就是生产的成本问题，能使秸秆内的纤维素半纤维素转化为多糖的纤维素酶，价格较高，造成以秸秆为原料生产的乙醇成本增加，无法实现工业生产。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种以秸秆为原料，重复利用菌种，工业化生产乙醇的工艺方法。

为达到本发明的目的，所采取的技术方案包括：

- a. 灭菌处理：将秸秆粉装入发酵罐后，从发酵罐底部通入高温蒸汽，进行高温灭菌处理。而后用无菌冷空气冷却到 30-36 摄氏度。
- b. 第一次发酵处理：从发酵罐顶部向下喷淋纤维素酶和酵母菌种，纤维素酶的活性为 1000IU/g，加入量为秸秆重量的 1-2%，酵母细胞数在 60-80 亿个/g 的酵母加入量为秸秆粉重量的 0.8-1%，水的加入量为秸秆粉重量的 2.5-3 倍，发酵温度为 30-36 摄氏度，发酵时间为

- 20-24 小时。纤维素酶将秸秆中的纤维素和半纤维素转变成为淀粉质，而后在酵母的作用下糖化水解，最后发酵成为乙醇。
- c. 排菌液：发酵完成后，从发酵罐顶部通入无菌压缩空气，迫使含有纤维素酶和酵母的液体菌种从发酵罐底部的排液管中排出。以用于下次发酵使用。
  - d. 蒸馏：菌液排出后，再从发酵罐的底部进气管道通入带压力蒸汽，蒸汽温度为 100-130 摄氏度，蒸汽压力为 0.1-0.28Mpa，开始蒸馏低浓度乙醇。蒸馏时间为 2-3 小时，物料中的乙醇在蒸汽的作用下，随水蒸气一起上升，通过冷却器冷却，冷却后为低浓度乙醇，其度数可达到 50-65 度。
  - e. 排渣：蒸馏后的秸秆渣排出发酵罐。
  - f. 再次发酵：将第一次发酵后排出的菌液，全部喷淋进入灭菌冷却后的第二个发酵罐中，进行再次发酵，发酵时间为 20-24 小时。
  - g. 再次排菌液：发酵完成后，从发酵罐顶部通入无菌压缩空气，迫使含有纤维素酶和酵母的液体菌种从发酵罐底部的排液管中排出，并含有少量乙醇。以后所有的发酵都是用上次发酵排出的菌液，如此往复。菌液可以循环使用 40-50 次，达到循环次数后，此批混合菌液废弃，重新开始第一次发酵过程。
  - h. 再次蒸馏：蒸馏采用 100-130 摄氏度的蒸汽，压力为 0.1-0.28Mpa，蒸馏时间为 2-3 小时。蒸馏出的乙醇浓度为 50-65 度。

效益效果：此种方法的效果体现在将菌液重复使用和综合发酵罐的自动化发酵过程，提高了生产效率，减少了酶制剂和菌种的用量，

降低了生产成本。秸秆废渣还可以用作畜牧业所需的养牛饲料，为企业创造附加价值。

附图说明：

附图是本发明中的综合发酵罐结构示意图

如图所示：1.进料口；2.发酵菌液喷淋入口管；3.发酵罐，4.出料口；5.蒸汽和冷却气入口；6.菌液排出口；7.无菌压缩空气进气管；8.乙醇蒸汽出口管；9.冷却器。

实施例 1：如图所示

1. 将 2 吨玉米秸秆粉通过进料口（1）装入发酵罐（3）后，从蒸汽和冷却气入口（5）向装满秸秆粉的发酵罐（3）中通入温度 130 摄氏度，压力 0.28Mpa 的蒸汽进行灭菌。灭菌时间 20 分钟，灭菌结束再从蒸汽和冷却入口（5）通入压缩无菌冷空气，将罐内温度冷却到 35-36 摄氏度。
2. 选用纤维素酶的酶活性为 1000IU/g，加入量为 30 千克，酵母的活性为 80 亿个/g，加入量为 20 千克，将纤维素酶和酵母溶于秸秆粉重量 2.5 倍的水中，通过综合发酵罐的发酵菌液喷淋入口管（2）进行喷淋接种，接种温度为 35-36 摄氏度，发酵时间为 22 小时。
3. 发酵完成后，从发酵罐的无菌压缩空气进气管（7）通入无菌空气，将纤维素酶和酵母的混合液体从发酵罐的菌液排出口（6）中排出，排出后的纤维素酶和酵母混合液体作为下次发酵的菌液继续使用。
4. 菌液排出后，从发酵罐（3）的蒸汽和冷却气入口（5）通入蒸

汽，蒸汽温度为 110 摄氏度，蒸汽压力为 0.15Mpa，开始蒸馏低浓度乙醇。蒸馏时间为 2 小时，物料中的乙醇在蒸汽的作用下，随蒸气一起上升，通过乙醇蒸汽出口管（8）进入冷却器（9）进行冷却，冷却成为低浓度乙醇，生产出 59 度乙醇 417 千克。

5. 将蒸馏后的剩余废渣物料从出料口（4）排出发酵罐。
6. 将从菌液排出口（6）排出的混合菌液通入下一个发酵罐中，进行再次发酵，加入量为上次发酵排出的全部菌液，再次发酵 24 小时。
7. 再次发酵结束后，再次排出混合菌液，如此往复。在进行循环发酵 46 次后，菌液中有害菌群浓度超标，此批次菌液停止使用。平均每 2 吨玉米秸秆能生产 59 度的乙醇 416 千克。此次循环生产效果见表。

玉米秸秆循环发酵乙醇实验效果记录表

循环发酵次数	玉米秸秆粉加入量	生产乙醇重量 (59度)
1	2000千克	417千克
2	2000千克	416千克
3	2000千克	418千克
4	2000千克	421千克
5	2000千克	423千克
6	2000千克	424千克
7	2000千克	423千克
8	2000千克	426千克
9	2000千克	423千克
10	2000千克	425千克
11	2000千克	423千克
12	2000千克	422千克
13	2000千克	425千克
14	2000千克	425千克
15	2000千克	424千克
16	2000千克	423千克
17	2000千克	424千克
18	2000千克	423千克
19	2000千克	426千克
20	2000千克	425千克
21	2000千克	424千克
22	2000千克	425千克
23	2000千克	424千克
24	2000千克	426千克

玉米秸秆循环发酵乙醇实验效果记录表

循环发酵次数	玉米秸秆粉加入量	生产乙醇重量 (59度)
25	2000千克	424千克
26	2000千克	423千克
27	2000千克	420千克
28	2000千克	417千克
29	2000千克	418千克
30	2000千克	415千克
31	2000千克	412千克
32	2000千克	411千克
33	2000千克	413千克
34	2000千克	410千克
35	2000千克	408千克
36	2000千克	406千克
37	2000千克	407千克
38	2000千克	403千克
39	2000千克	402千克
40	2000千克	403千克
41	2000千克	401千克
42	2000千克	402千克
43	2000千克	401千克
44	2000千克	402千克
45	2000千克	401千克
46	2000千克	402千克



