

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C12P 7/06 (2006.01)

C12R 1/865 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810042367.4

[43] 公开日 2009年1月28日

[11] 公开号 CN 101353674A

[22] 申请日 2008.9.2

[21] 申请号 200810042367.4

[71] 申请人 上海天之冠可再生能源有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园区蔡伦路720弄2号404室

[72] 发明人 王晨霞 杜风光 史吉平 刘 钺

孙沛勇 闫德冉

[74] 专利代理机构 上海天翔知识产权代理有限公司

代理人 刘粉宝

权利要求书1页 说明书8页

[54] 发明名称

一种淀粉酒精发酵的方法

[57] 摘要

本发明涉及发酵技术领域，特别涉及一种淀粉酒精发酵的方法。本发明公开了一种淀粉酒精发酵的方法，所述方法包括下列步骤：淀粉糊化：淀粉加水拌料，50-70℃，1-2h；液化、糖化和发酵：30-35℃下，接入液化酶、糖化酶和酒精酵母，水解和发酵。本发明所述方法的酒精发酵效果比中温双酶法更好，淀粉产酒率高于中温双酶法；本发明所述方法实现了低温处理原料，节约能耗，同时本发明方法简化酒精发酵流程，降低酒精发酵成本。

1. 一种淀粉酒精发酵的方法，所述方法包括下列步骤：
 - a) 淀粉糊化：淀粉加水拌料，50-70℃，1-2h；
 - b) 液化、糖化和发酵：30-35℃，pH4.2-3.4 下，接入液化酶、糖化酶和酒精酵母，水解和发酵。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述淀粉糊化步骤中还加入酸性蛋白酶 10-16u/g 淀粉干料和/或纤维素酶 15-20u/g 淀粉干料和/或半纤维素酶 100-150u/g 淀粉干料。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述淀粉糊化步骤中温度为 59-63℃。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述液化、糖化和发酵步骤中，pH 3.4-4.0。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述液化酶的加入量为 7-9u/g 干料。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述糖化酶的加入量为 170-200u/g 干料。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述酒精酵母为活性干酵母。
8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于所述活性干酵母的加入量为接种时接种量保持在 0.1 亿个细胞/mL 料液。
9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述淀粉选自小麦、玉米、木薯、山芋、大米、或马铃薯淀粉。

一种淀粉酒精发酵的方法

技术领域

本发明涉及发酵技术领域，特别涉及一种淀粉酒精发酵的方法。

背景技术

我国酒精发酵行业已约有百年的历史，是比较传统的淀粉或糖蜜发酵行业，原料可以是小麦、玉米、木薯、红薯、大米、马铃薯等淀粉原料，也可以是糖蜜如甘蔗糖、甜菜糖等，还有现在各大型企业及科研单位在致力研究的纤维质原料。酒精是食品、化工、医药不可缺少的原料，且随着石油资源的紧张，酒精作为一种替代能源，更加引起了国内外学者的注意。

酒精生产方法有发酵法和石油裂解法，随着石油资源的紧张，发酵法包括粉浆制备、蒸煮糊（液）化、糖化、发酵工序，制成成熟醪，出罐蒸馏，制取酒精。发酵法已经是酒精生产的主要方法。发酵法最大的优点是具有可再生性，缺点是工艺流程长，设备复杂，能耗高，污染大。随着酒精行业的发展，各种技术改造也应运而生，比如连续发酵、真空抽提，原料处理从高温蒸煮到中温双酶法、蒸馏塔改造及水循环回用等，以提高设备利用率、降低能耗节约成本。

中温双酶法工艺中，原料处理是拌料后逐渐升温至 90℃左右，然后加入液化酶，再于 95-105℃间进行蒸煮糊化 1-2h，冷却至 60℃后加入糖化酶，在该方法中，原料蒸煮仍是能耗较大的，约占总能耗的 30%左右，同时原料经过长时间高温蒸煮而使淀粉糖损失。

发明内容

本发明所要解决的技术问题为克服现有淀粉酒精发酵法所存在的问题，降低淀粉酒精发酵生产成本，特别是降低能耗。

本发明所需要解决的技术问题，可以通过以下技术方案来实现：

一种淀粉酒精发酵的方法，所述方法包括下列步骤：

- a) 淀粉糊化：淀粉加水拌料，55-65℃，1-2h；
- b) 液化、糖化和发酵：30-35℃，pH4.2-3.4 下，接入中温 α -淀粉酶、糖化酶（普通糖化酶即可）和酒精酵母，水解和发酵。

本发明所依据的理论为淀粉原料的糊化温度一般在 50-70℃ 间，在淀粉颗粒在吸水膨胀起始，加入的液化酶及糖化酶可以随水分子进入淀粉颗粒内部，从而共同对葡萄糖链进行酶解作用，进而使淀粉链水解，同时借助酒精酵母对葡萄糖的消耗，边水解边发酵，最终基本可以将淀粉全部转化为酒精。

在一实施例中，所述淀粉糊化步骤中还加入酸性蛋白酶（10-16u/g 淀粉干料）、纤维素酶（15-20u/g 淀粉干料）及半纤维素酶（100-150u/g 淀粉干料），不同淀粉原料根据其组成考虑加酶的品种，比如玉米和大米只需要加入酸性蛋白酶即可，木薯和红薯加入酸性蛋白酶和纤维素酶，以给酵母提供充足的营养及降低料液的粘度。

在一实施例中，所述淀粉糊化步骤中温度为 59-63℃。

在一实施例中，所述液化、糖化和发酵步骤中，pH 3.4-4.2。

所述液化酶的加入量为 7-9u/g 淀粉干料。

所述糖化酶的加入量为 170-200u/g 淀粉干料。

所述酒精酵母为普通活性干酵母或其他酿酒菌株，接种时接种量保持在 0.1 亿个细胞/mL 料液。

所述淀粉选自小麦、玉米、木薯、山芋、大米、马铃薯等淀粉原料，其中优选为小麦淀粉。

本发明所述方法的酒精发酵效果比中温双酶法更好，即相同的料液比，发酵相同的时间，检测料液酒度及残总糖，本发明所述方法发酵效果要好于中温双酶法，即相同条件下淀粉产酒率高于中温双酶法，因为该方法与蒸煮法相比，不会让淀粉糖因高温长时间蒸煮而损失。本发明所述方法实现了低温处理原料，节约能耗，同时本发明方法简化酒精发酵流程，降低酒精发酵成本。

具体实施方式

为了使本发明的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解，

进一步阐述本发明。

实施例 1.

(1). 预处理温度范围大范围试验

本试验根据小麦糊化温度为 58-69℃，通过调整预处理温度来研究发酵情况的变化，预处理温度分别调整为 59℃、63℃、67℃。

表 1. 不同发酵时间失重情况

样品 \ 时间		时间					
		16h	24h	40h	48h	64h	120h
59℃	①	14.3	18.8	23.8	24.8	26.9	-
	②	14.5	18.8	23.9	24.9	27.0	29.9
63℃	①	14.1	21.3	26.9	27.3	28.3	-
	②	15.4	21.9	26.8	27.0	27.9	-
67℃	①	13.5	20.1	27.1	27.2	28.0	-
	②	15.1	21.7	27.3	27.4	28.0	-

表 2. 发酵成熟醪各参数表

样品 \ 参数		残还原	残总糖	pH	酒度 (v/v, %)
		糖(%)	(%)		
59℃	①	0.54	4.1	4.2	11.92
	② (发酵 120h)	0.58	3.7	4.2	12.27
63℃	①	0.51	3.7	4.1	12.25
	②	0.53	3.9	4.1	12.27
67℃	①	0.42	3.5	4.1	12.30
	②	0.39	3.4	4.1	12.30

由该试验结果看，提高了预处理温度后，与预处理温度为 59℃相比，发酵速度明显增快，在 64h 内完成了发酵，且从失重情况看，预处理温度为 63℃与 67℃的发酵情况完全一致，所以发酵温度不用高于 63℃即可，但 63℃时料液的粘度仍是较高，预处理温度为 59℃时，发酵速度稍慢，所以以下的试验

将温度范围设定为 59-62℃。

(2). 预处理温度小范围试验

表 3. 不同预处理温度情况下发酵过程中不同时间总失重情况

时间 预处理温度	时间							
	16h	24h	40h	48h	64h	72h	88h	94h
62℃	14.2	20.1	27.5	29.8	32.2	-	-	-
	14.4	20.2	27.8	30.0	32.7	-	-	-
61℃	14.8	20.7	28.2	30.6	33.0	-	-	-
	14.4	20.3	27.7	29.9	32.4	-	-	-
60℃	12.2	16.1	24.0	26.4	29.7	30.9	32.7	33.1
	12.8	18.6	24.8	27.3	30.3	31.4	33.1	33.5
59℃	11.1	15.1	19.6	21.6	24.5	25.9	28.3	28.9
	11.6	15.6	20.5	22.4	25.4	26.8	29.1	29.6

表 4. 成熟醪发酵参数

参数 预处理温度	残总糖	残还原糖	酒度		pH
	(%)	(%)	(v/v, %)		
62℃	2.8	1.5	13.25	发酵 64h	4.1
	2.7	1.4	13.20		4.1
61℃	2.7	0.9	13.30	发酵 64h	4.0
	2.6	1.1	13.40		4.1
60℃ (发酵 94h)	2.7	0.9	13.35	发酵 94h	4.0
	2.6	1.0	13.40		4.1
59℃ (发酵 94h)	4.2	0.4	12.55	发酵 94h	4.1
	4.2	0.4	12.60		4.1

从试验结果看，预处理温度为 62℃ 及 61℃ 时，发酵效果是一样的，预处理温度为 62℃ 时，醪液稍粘稠；预处理温度为 60℃ 时，发酵速度稍慢，但发酵至 94h，发酵可彻底结束，预处理温度为 59℃ 时，发酵速度较慢，发酵至

94h, 发酵未结束。所以预处理的温度范围可在 59-63℃ 间, 当醪液粘稠度大时可适当降低料水比。

(3). 预处理 pH 对生料酒酒精发酵的影响

酶的作用是在一定 pH 条件下进行的, pH 对酶的作用效果有一定影响, 本试验在 pH4.2-3.4 以 0.2 设定梯度, 考察不同 pH 对发酵的影响。

表 5. 发酵过程中不同时间平均总失重情况

时间 pH	16h	24h	40h	48h	64h
4.2	9.5	16.0	19.6	21.1	22.9
4.0	10.9	15.1	20.3	21.5	23.1
3.8	11.1	15.5	20.9	22.0	23.4
3.6	12.0	16.5	21.4	22.3	23.7
3.4	12.2	16.8	21.5	22.4	23.7

表 6. 成熟醪发酵参数

参数 pH	残总糖 (%)	残还原糖 (%)	酒度 (v/v, %)
4.2	1.80	0.40	13.75
4.0	1.63	0.34	13.85
3.8	1.62	0.34	13.82
3.6	1.57	0.32	13.82
3.4	1.63	0.30	13.79

由结果可知, 3.4-4.2 范围间的 pH 条件对发酵影响情况基本一致, 也即是在 pH3.4-4.2 的范围内, 发酵均可正常进行。即酶解可在较低的 pH 范围水解, 同时又不影响发酵, 这对工业生产抑制杂菌的生产有很大的帮助。由于在 4.0 以下杂菌基本可以被抑制, 所以将原料的预处理 pH 定为 3.4-4.0 间。

综上所述, 面粉拌料以不低于 1:2 为宜, pH 可调整为 3.4-4.0 间, 于 59-63℃ 温度下对料液进行预处理 1-2h, 同时可加入酸性蛋白酶 (10-16u/g 淀粉干料)、

纤维素酶（15-20u/g 淀粉干料）及半纤维素酶（100-150u/g 淀粉干料），冷却至 30℃左右，加入液化酶及糖化酶，加入量按液化酶 7u/g 淀粉干料，糖化酶 170u/淀粉干料，接入菌种进行发酵，由于淀粉颗粒的沉降，发酵过程中需要搅拌。

(4). 酒精发酵工艺比较

取低温蒸煮法的最佳工艺参数，与蒸煮法做比较。

a. 发酵工艺：

本发明发酵工艺（低温蒸煮法）：小麦粉，拌料（料水比 1：2.33），调节 pH 至 3.8，加入蛋白酶及纤维素酶，称重，62℃水浴保温 1-2 小时，冷却 30℃后补水，加入液化酶及糖化酶，接入活性干酵母 0.1%，前 16h 150rpm 摇床发酵，然后 33℃间歇摇动发酵。

中温双酶法发酵工艺（中温蒸煮法）：小麦粉拌料（料水比 1：2.33），加入液化酶，搅拌，称重（瓶+料+塞）并记录，于 100℃水浴锅中预液化 20 分钟，于 100℃灭菌锅中液化 1.5h，冷却至 35℃左右后补水，加糖化酶，接入活性干酵母 0.1%，32℃培养箱发酵。

b. 试验结果：

表 7. 不同发酵时间 CO₂ 失重情况

时间 样品	16h	24h	40h	48h	64h
蒸煮	13.4	19.0	26.5	27.8	28.6
62℃	14.5	20.3	25.3	26.1	27.4

表 8. 发酵成熟醪参数表

参数 样品	残还原糖 (%)	残总糖 (%)	pH	酒度 (v/v, %)
蒸煮	0.24	3.4	4.2	11.75
62℃	0.58	3.2	4.1	12.05

c. 结论

低温蒸煮法采用最佳工艺参数与中温蒸煮法比较,从失重情况来看,两者的发酵速度基本持平,从成熟醪参数表中可看出,低温蒸煮法的酒度要高些,从最终 pH 看,也不存在染菌的情况(如果染菌,一般 pH 会在 4.0 以下)。总之,低温蒸煮法与中温蒸煮法相比,可节约大量的能量消耗,且终酒度也高于中温蒸煮法。即无论是能耗还是产量,低温蒸煮法均优于中温蒸煮法。

实施例 2.

山芋的预处理温度试验

据资料显示山芋的糊化温度在 53-64℃ 间,本试验将山芋的预处理温度设为 55-65℃,预处理过程中添加酸性蛋白酶和纤维素酶,试验情况如下。

表 9. 发酵过程中不同时间总失重情况

时间 温度℃	16h	24h	40h	48h	64h	94h
55	9.6	11.4	15.5	17.8	21.1	26.0
58	9.7	12.0	15.5	17.9	21.2	-
59	10.6	13.5	18.0	20.0	22.6	-
61	10.7	13.5	17.7	19.6	22.2	-
63	10.3	13.0	16.6	18.8	21.4	-
65	11.4	14.2	18.1	19.6	21.7	-

表 10. 成熟醪发酵参数

参数 温度℃	酒度 (v/v, %)	残总糖 (%)	残还原糖 (%)	pH
55 (发酵 94h)	10.51	4.0	0.20	4.0
57	8.94	7.5	0.25	4.1
59	10.02	4.6	0.30	4.0
61	9.89	5.0	0.31	4.0
63	10.19	4.6	0.29	4.1
65	10.23	4.6	0.31	4.1

从表中结果，由失重情况看，在 59℃到 65℃预处理温度范围中，不同时间段的总失重情况相同，即发酵速度基本相同。预处理温度为 57℃时，从总失重看发酵速度稍慢，从酒度及残总糖看，得出的结论一致，但预处理温度为 55℃时，发酵 94h，发酵效果同预处理温度 59℃到 65℃间发酵 64h 相若，说明预处理温度低于 59℃时，发酵速度下降。所以山芋原料的预处理温度可以为 55-65℃间。