

# 菊芋发酵提取生物乙醇研究

于洪久,郭 炜,李玉梅,尹桂花

(黑龙江省农业科学院 农村能源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为优化发酵提取乙醇工艺,在分析菊芋制备生物乙醇优势的同时,研究了菊芋原料粉碎度、发酵初始 pH、发酵料水比对乙醇发酵的影响。结果表明:菊芋原料粉碎度为 60~80 目,发酵初始 pH 为 4.5,料水比为 1:2.5 适合菊芋发酵提取生物乙醇,可以提高乙醇生产率。

**关键词:**菊芋;乙醇;发酵

**中图分类号:**TQ223.122

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2013)01-0102-02

随着石油资源的日益减少,能源危机日益加剧,如何开发出新的能源取代石油等不可再生资源已成为世界性研究课题。生物质资源具有可再生、永续性等优势,成为目前研究的热门,其中燃料乙醇的研究成为重点研究的课题之一<sup>[1]</sup>。传统燃料乙醇主要以玉米等粮食作为主要生产原料<sup>[2]</sup>,严重危及我国的粮食安全,我国已叫停粮食乙醇的开发,要求今后生物燃料的发展必须满足不占用耕地、不消耗粮食和不破坏生态环境为前提。在这方面,菊芋具有独特的优势,菊芋适应性强,特别适合在沙漠、滩涂、盐碱荒地等非农业耕地种植,且产量高,价格低廉<sup>[3-4]</sup>。菊芋块茎菊粉含量丰富,占其干基质量的 70%~90%。现以菊粉为发酵底物,优化发酵条件,探讨菊芋发酵生产乙醇的影响因素,为菊芋发酵生产乙醇研究提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料主要有糖化酶、淀粉酶、酿酒酵母,由伊事达生物公司提供;菊粉来自于轻度盐碱地种植的鲜菊芋经清洗、切块、晒干、粉碎所得。

### 1.2 方法

**1.2.1 原料粉碎度对乙醇发酵的影响** 菊芋粉碎后筛分出 20~40 目、40~60 目、60~80 目 3 种粒度段的菊芋粉混合物,分别取 100 g,按照料水比 1:2.0,在 1 000 mL 三角瓶中混合均匀,塞上棉塞放入 100℃水浴中,煮沸 30 min,之后冷却至 30℃左右。加 5 g 酿酒酵母及复合酶,自然 pH 条件下,放入无菌恒温培养箱内,30℃下发酵 5 d。测其乙醇产量,确定最佳原料菊芋粉颗粒大小。

**1.2.2 初始 pH 对乙醇发酵的影响** 取菊芋粉 100 g,按照料水比 1:2.0,在 1 000 mL 三角瓶中混

合均匀,塞上棉塞放入 100℃水浴中,煮沸 30 min,之后冷却至 30℃左右。加 5 g 酿酒酵母及复合酶,初始 pH 分别为 4.0、4.5、5.0、5.5、6.0,放入无菌恒温培养箱内,30℃下发酵 5 d。测其乙醇产量,考察 pH 对乙醇发酵的影响,确定最佳初始 pH。

**1.2.3 料水比对乙醇发酵的影响** 称取菊芋粉 100 g,按照料水比 1:1.5、1:2.0、1:2.5、1:3.0、1:3.5 分别加水,在 1 000 mL 三角瓶中混合均匀,塞上棉塞放入 100℃水浴中,煮沸 30 min,之后冷却至 30℃左右。加 5 g 酿酒酵母及复合酶,放入无菌恒温培养箱内,30℃下发酵 5 d。测其乙醇产量,确定最佳料水比。

**1.2.4 乙醇浓度测定方法** 取 100 mL 发酵液于 500 mL 蒸馏瓶中,加 100 mL 蒸馏水,用容量瓶接 100 mL 馏出液,用乙醇比重计测量此溶液的乙醇浓度及温度,查表校正后得到发酵液的乙醇浓度(体积分数)<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 原料粉碎度对乙醇发酵的影响

由表 1 可以看出,3 个处理中,菊芋粉 60~80 目粒度段发酵处理的乙醇浓度最大,为 6.3%,高于 20~40 目和 40~60 目 2 个粒度段菊芋粉发酵的乙醇浓度,这是由于原料粉碎的颗粒越细,菊粉越易浸出,提高了酿酒酵母及复合酶对菊粉的利用率,同时溶液的流动性好,有利于发酵反应的进行。

**表 1 不同原料粉碎度对乙醇发酵的影响**  
**Table 1 The effect of different grinding degree on alcoholic fermentation**

菊芋粉粒度/目 Grinding degree	乙醇浓度/% Ethanol concentration
20~40	5.6
40~60	5.9
60~80	6.3

### 2.2 初始 pH 对乙醇发酵的影响

在菊粉发酵生产乙醇过程中,随着酿酒酵母对底物的利用和代谢产物的积累,发酵液的 pH 必然会发生变化。通常情况下,较低的 pH 会抑制酵母细胞的生长,较高的 pH 可能增加杂菌的

收稿日期:2012-12-14

基金项目:哈尔滨市科技创新人才研究专项资金项目(2011 RFQYN066)

第一作者简介:于洪久(1981-),男,吉林省长岭县人,硕士,助理研究员,从事能源植物研究。E-mail: yhj3130618@126.com。

感染,两者都能导致乙醇浓度的降低,如何调控发酵液的 pH 对于提高乙醇的产率有很大作用。由图 1 可以看出,随着初始 pH 的升高,乙醇的浓度先升高后降低,在初始 pH 为 4.5 时,乙醇的浓度最大,为 6.4%。

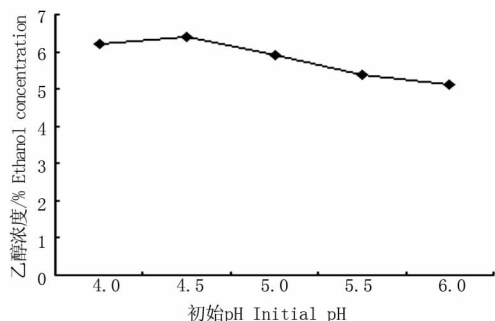


图 1 不同初始 pH 对乙醇发酵的影响

Fig. 1 The effect of initial pH on ethanol fermentation

### 2.3 料水比对乙醇发酵的影响

料水比是发酵过程中发酵底物用量与水量的比值,它对发酵有着重要的影响。传统的乙醇工业采取液态发酵,乙醇发酵是典型的产物抑制,为了避免原料利用不完全,常常加水量比较高,发酵结束后发酵液酒精含量低,增大了蒸馏的能耗<sup>[5]</sup>。从图 2 可以看出,随着加水量的提高,醪液的乙醇浓度下降,但菊芋粉的利用率增加,溶液中的乙醇总量增加,菊芋乙醇发酵料水比为 1:2.5 比较适合。

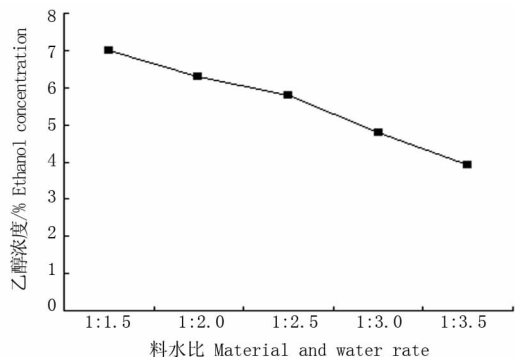


图 2 不同料水比对乙醇发酵的影响

Fig. 2 The effect of different material and water rate on ethanol fermentation

### 3 结论与讨论

与以农作物秸秆为代表的纤维素类生物质原料相比,菊芋原料水解既不需要技术难度大,糖分损耗高的预处理技术,也不需要成本昂贵的酶制剂,同时菊芋适应性强,耐寒、耐旱、耐盐碱可在五荒等非农业耕地种植<sup>[6]</sup>。但受多种因素的影响,菊芋发酵提取生物乙醇的提取率不高,该研究采用单因素试验,从菊芋原料预处理、初始 pH、料水比等进行研究,分别探讨其在发酵过程中的作用,为下一步发酵提取乙醇工艺的优化提供理论参考。

(1) 菊芋原料粉碎的颗粒越细,菊粉越易浸出,发酵效果越好,原料粉碎度为 60~80 目时提取的乙醇浓度最大,为 6.3%。

(2) pH 影响酶活力的主要原因在于改变或破坏酶的空间结构,影响酶分子活性部位基团的解离,从而导致酶活性受到影响甚至丧失。通常各种酶只有在一定的 pH 范围内才能表现它的活性,低于或者高于最适 pH,酶的活性逐渐降低。在菊芋发酵提取生物乙醇过程中初始 pH 控制在 4.5 时提取的乙醇浓度最大。

(3) 料水比是发酵过程中发酵底物用量与水量的比值,它对发酵有着重要的影响。传统的乙醇工业采取液态发酵,乙醇发酵是典型的产物抑制,为了避免原料利用不完全,常常加水量比较高,发酵结束后发酵液酒精含量低,增大了蒸馏的能耗<sup>[5]</sup>。料水比控制在 1:2.5 比较适合菊芋的乙醇发酵,可以降低乙醇发酵的成本,提高菊芋发酵乙醇的生产率。

#### 参考文献:

- [1] 王成军,赵继光. 燃料乙醇工业发展对我国石油消费作用的实证研究[J]. 工业技术经济, 2005, 24(3): 89-90.
- [2] 刘振,冯书晓. 玉米生料发酵制乙醇[J]. 酿酒, 2008, 35(2): 42-45.
- [3] 范国儒,秦秀忱,金志刚. 菊芋在辽宁沙区的栽植技术及试验效果分析[J]. 辽宁林业科技, 2004(4): 15-16.
- [4] 孙纪录,贾英民,桑亚新. 菊芋资源的开发利用[J]. 食品科技, 2003(1): 27-29.
- [5] 章克昌. 酒精与蒸馏工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2001:111-113.
- [6] 张美德. 菊芋制备生物乙醇的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14819-14820.

## Study on Producing Ethanol from *Jerusalem artichoke* Flour by Fermentation

YU Hong-jiu, GUO Wei, LI Yu-mei, YIN Gui-hua

(Rural Energy Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** For the purpose of optimizing the processing of producing ethanol, advantages in ethanol production from *Jerusalem artichoke* were analyzed. The effects of *Jerusalem artichoke* flour particle size, initial pH value of ethanol fermentation and ratio of *Jerusalem artichoke* raw materials and water were investigated. The results showed that higher ethanol productivity was obtained under the condition: *Jerusalem artichoke* flour particle size was below 0.3 mm, initial pH value of 4.5, ratio of *Jerusalem artichoke* raw materials and water of 1:2.5.

**Key words:** *Jerusalem artichoke*; ethanol; fermentation