

# 甜高粱茎秆风干贮藏后不同时期的发酵研究

严洪冬,焦少杰,王黎明,姜艳喜,苏德峰,孙广全

(黑龙江省农业科学院 作物育种研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**采用龙甜高粱1号甜高粱茎秆作为试验材料,在自然状态下进行风干贮藏,分别在收获期和贮存的不同时期进行茎秆失重变化和发酵试验研究。结果表明:甜高粱茎秆从收获至贮藏150 d期间,茎秆重量随着贮存时间的增加而逐渐降低;甜高粱茎秆在收获及贮存的各个时期发酵后制取的粗酒精产量差异不显著,即甜高粱茎秆在收获后不会因贮存时间的变化而影响粗酒精产量。

**关键词:**甜高粱;茎秆;风干贮藏;发酵

**中图分类号:**S566.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2013)01-0094-03

随着世界经济持续快速的发展,各国对能源的需求剧增,而现有的石化资源非常有限,因此能源危机成为当今社会发展面临的巨大挑战之一。为此,世界各国都在加紧研究、开发新的可替代能源,来保证能源安全与现代化经济高速发展的需要<sup>[1]</sup>。生物质能因其清洁、可循环再生等优点被公认为是最有发展前景的替代能源。甜高粱作为一种C<sub>4</sub>高能作物,因其较高的光合速率及抗旱、抗涝、耐盐碱和耐瘠薄等多重抗逆特性而成为理想的生物质原料,在保证粮食安全和生产燃料乙醇方面具有非常广阔的前景<sup>[2-5]</sup>。

世界各国对利用甜高粱秸秆发酵制取酒精技术进行了不懈地探索,但大规模生产遇到的困难首先就是贮存问题,即种植收割的季节性与工业化生产加工的全年性之间的矛盾。为此进行了多种贮存方法的研究,其中利用北方地区冬季天然低温进行甜高粱茎秆自然贮存,被认为是简单且成本低廉的贮存方法<sup>[6]</sup>。在贮存过程中,甜高粱茎秆发酵后的出酒率变化,将决定适宜的存放时间以及合理的贮存方式,是生产上急需弄清楚的问题。因此,该试验通过对甜高粱茎秆在自然状态下进行风干贮存,分别在收获期及贮存30、60、90、120、150 d对茎秆进行失重和固态发酵研究,以明确不同时期茎秆重量变化规律和贮存时间对酒精产量的影响,为甜高粱茎秆贮存加工提供理

论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为龙甜高粱1号茎秆。

### 1.2 田间种植及收获贮存

2011年春季播种,小区行长5 m,5行区,行距70 cm,田间管理及栽培措施同常规栽培。在籽粒达到完熟期时收获茎秆,去穗,称重,每50 kg为一组,共计18组,在自然状态下每组分开立直摆放贮存。

### 1.3 发酵方法

在甜高粱茎秆收获期和贮存后的30、60、90、120、150 d每次随机取3组甜高粱茎秆作为3次重复,测定茎秆重量后,分别粉碎成0.5~1.0 cm的碎块,添加已经活化好的2‰酵母+1.25‰白酒催化剂、1.25‰的K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>和0.5‰的MgSO<sub>4</sub>等无机营养盐充分搅拌均匀,同时调节原料的pH至4.5~5.0,调节含水率至70%~75%。装入发酵桶,将发酵物压实,在上面盖上塑料薄膜,用稻壳压严,避免发酵物与空气接触,放入发酵室内发酵。经过10 d的发酵周期后,取出发酵物迅速放入蒸锅内进行蒸馏。当蒸馏液的混合酒精度达到20%时停止蒸馏。测定酒精混合液的重量。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同贮藏时期的重量变化

从表1可以看出,甜高粱茎秆从收获至贮藏150 d期间,茎秆重量随着贮存时间的增加而逐渐降低。从收获到贮藏30 d期间,茎秆重量下降迅速,失重达到17.85%,而在随后的60 d内水分下降的速度变得非常缓慢,在贮存的90~120 d,茎秆重量又加速下降,在贮存的120~150 d,茎秆

收稿日期:2012-11-23

基金项目:国家国际科技合作资助项目(2011DFR30840-10);现代农业产业技术体系专项资助项目(CARS-06-01-04);黑龙江省农业科学院重点基金资助项目

第一作者简介:严洪冬(1977-),男,黑龙江省鸡东县人,学士,助理研究员,从事高粱遗传育种研究。E-mail:hljcrop@126.com。

失重的速度又趋于缓慢。茎秆重量的缺失最主要的成分是水,水分缺失速度的快慢主要和外界的温度有很大的关系。从收获至贮存 30 d 时,由于外界的温度大部分时间都处于 0℃ 以上状态,所以水分流失比较快;在贮存 30~90 d 时,温度都处于 0℃ 以下,茎秆中水分处于冰冻状态,所以水分流失缓慢;在贮存 90~120 d 时,外界温度逐渐升高,使茎秆中的水分融化,流失速度加快;在贮藏 120~150 d 时,茎秆中的水分逐渐接近最小临界点,水分流失速度逐渐减慢。

2.2 不同贮藏时期发酵出酒量比较

采用质谱法对不同时期制取的发酵液进行分析,结果表明发酵液中除水分外,90% 以上的成分为乙醇,其它杂质有正丙醇、正丁醇、异丁醇、仲丁

醇、正戊醇、异戊醇、乙酸乙酯、戊酸乙酯、丁酸乙酯、戊酮等。由于发酵液成分复杂,所以均以发酵液的体积计算,以下均称为粗酒精。

表 1 不同贮藏时期的高粱茎秆重量变化  
Table 1 The weight change of Sorghum  
Stalks at different storage stage

处理 Treatment	样品平均重量/kg Average weight	失重/% Weightlessness
收获期 Harvest stage	20.00	0
贮存 30 d Storage for 30 days	16.43	17.85
贮存 60 d Storage for 60 days	16.28	18.60
贮存 90 d Storage for 90 days	16.13	19.35
贮存 120 d Storage for 120 days	14.70	26.50
贮存 150 d Storage for 150 days	14.23	28.85

表 2 不同贮藏时期发酵后的粗酒精产量比较

Table 2 Comparison of crudealcohol production after fermentation at different storage stage

处理 Treatment	出酒量/mL Crude alcohol production			平均出酒量/mL Average crude alcohol production	与收获期对比/mL Compare to the harvest stage
	I	II	III		
收获期 Harvest stage	3750	4082	4868	4233.33 aA	—
贮存 30 d Storage for 30 days	3420	4562	4715	4232.33 aA	—1.00
贮存 60 d Storage for 60 days	4980	3610	4470	4353.33 aA	+120.00
贮存 90 d Storage for 90 days	4300	4430	4428	4386.00 aA	+134.67
贮存 120 d Storage for 120 days	3382	4060	4228	3890.00 aA	—343.33
贮存 150 d Storage for 150 days	3250	4340	4750	4113.33 aA	—120.00

表 3 不同时期粗酒精产量方差分析

Table 3 Variation analysis on crude alcohol production at different stage

变异来源 Variation resource	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值 F value	显著水平 Significant level
区组间 Blocks	1600375.4444	2	800187.7222	3.038	0.0931
处理间 Treatments	491589.6111	5	98317.9222	0.373	0.8558
误差 Error	2633709.2222	10	263370.9222		
总变异 Total variation	4725674.2778	17			

从表 2 中可以看出,在收获至贮存 30 d 时,甜高粱茎秆经过发酵制取 20°粗酒精的产量几乎没有变化;在贮存 30~90 d 时甜高粱茎秆发酵制取的粗酒精产量略有上升,在贮存 90~150 d 时,粗酒精产量虽然有减少的趋势,但是减少的幅度

很小。

对不同时期的出酒率数据进行方差分析(见表 3)可知,区组间和处理间显著水平 F 值>0.05,说明发酵试验中不同时期粗酒精产量、同一时期不同重复之间差异不显著。从表 2 中可以

看出,甜高粱茎秆在收获及贮存的各个时期内进行发酵制取的粗酒精产量在 5% 显著水平和 1% 极显著水平上差异均不显著。说明甜高粱茎秆在收获后不会因贮存时间的变化而影响粗酒精产量。

### 3 结论与讨论

甜高粱茎秆从收获至风干贮存 150 d 的时间段内,茎秆重量随着贮存时间的增加而逐渐降低,失重的速度随着外界温度的变化而变化;甜高粱茎秆在收获后置于自然状态下立直摆放风干贮存,在收获及贮存的各个时期内进行固态发酵制取的粗酒精产量不会因贮存时间的增加而减少。

### 参考文献:

- [1] 叶凯,涂振东,再吐尼古丽·库尔班.不同品种甜高粱秸秆在不同储藏方式中形状变化研究[J].新疆农业科学,2009,46(5):946-951.
- [2] 张福耀,赵威军,平俊爱.高能作物——甜高粱[J].中国农业科技导报,2006,8(1):14-17.
- [3] Gnansounou E, Dauriat A, Wyman C E. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar-economic trade-offset in the context of North China[J]. Bioresource Technology, 2005, 96:985-1002.
- [4] 黎大爵.甜高粱可持续农业生态系统研究[J].中国农业科学,2002,35(8):1021-1024.
- [5] 王孟杰.甜高粱茎秆制取燃料乙醇产业化前景[J].中国建设动态(阳光能源),2007(2):56-58.
- [6] 宾力,潘琦.甜高粱的研究和利用[J].中国糖料,2008(4):58-61.

## Research on Fermentation of Air-dry Stored Sweet Sorghum Stalks at Different Stages

YAN Hong-dong, JIAO Shao-jie, WANG Li-ming, JIANG Yan-xi, SU De-feng, SUN Guang-quan  
(Crop Breeding Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** Taking stalks of Long sweet sorghum No. 1 as experimental materials, which were stored in a natural air-dried state, the weightlessness change was measured and fermentation test was taken in harvest time as well as different stages of storage respectively. The results showed that the weight of the sweet sorghum stalks gradually decreased with the increasing storage time during the 150 days of storage from harvest. There was no significant difference of crude alcohol production at various stages after fermentation, which indicated that the sweet sorghum stalks' crude alcohol production would not be affected by the storage time after harvest.

**Key words:** sweet sorghum; stalks; air-dry storage; fermentation

## 第十二届全国粳稻米产业大会在长春召开！ 同期举办高端稻米产品开发专家企业家峰会

第十二届全国粳稻米产业大会 2013 年 3 月在长春召开,大会 2002 年创办,已连续举办了 11 届,规模逐年扩大。本届大会主题为“推广优质食味粳米,拓展粳米高端市场”,大会组委会诚邀您光临!

**时间地点:** 2013 年 3 月 6~7 日开会, 5 日下午报到

长春国际会展中心大饭店(长春市经济技术开发区会展大街 100 号)

### 大会组织:

主办单位: 全国粳稻米产业联盟 中国农业科技东北创新中心 农特网 吉林省农特产品加工协会

特别协办: 吉林市松花湖粮油机械制造有限公司

协办单位: 吉林大学农学部 吉林省农业科学院水稻研究所 辽宁省农业科学院稻作研究所

黑龙江省农业科学院水稻研究所 江苏省优质水稻工程技术研究中心

安徽省农业科学院水稻研究所 云南省农业科学院粳稻育种中心

黑龙江省农垦科学院水稻研究所 黑龙江省农业科学院农产品质检中心

### 大会五大专题内容:

一、全国粳稻米 2012 产情 2013 行情分析与经销商联谊

二、高端稻米产品开发专家企业家峰会

三、全国稻米加工企业经营突围与管理创新报告会

四、精品设备推介

五、大米及粮机展洽订货会

大会组委会秘书处(吉林省农特产品加工协会)

电话: 0431-86931008 传真: 87835765

大会网站: www.nongtewang.org(农特网) 邮箱: ntcpijg@126.com