

自然生长状态下贮藏甜高粱的研究

赵威军, 程庆军, 张福耀, 郭建文, 常玉卉, 田承华, 李金梅, 王瑞

(山西省农业科学院高粱研究所, 饲草遗传育种重点实验室, 山西 晋中 030601)

摘要:以晋甜2号为材料,对自然生长状态下贮藏甜高粱进行研究。结果表明,随着贮藏时间的延长,甜高粱茎秆重量、出汁率和总糖量逐步下降,茎汁含糖量逐步增加,气候因素对甜高粱田间自然贮藏的影响极大。在我国北方,如果秋末冬初,气温快速下降至枯霜冻,甜高粱茎秆可以在田间自然冷冻贮藏,直到来年2月上旬平均气温回升到0℃以上为止。在此期间,加工企业可随加工进度,到田间按需收割,从而减少贮藏空间和成本。

关键词:甜高粱; 自然生长状态; 贮藏

中图分类号:S514

文献标识码:A

文章编号:1008-0864(2008)06-0101-04

Studies on Storing Sweet Sorghum Grown under Natural Environment

ZHAO Wei-jun, CHENG Qing-jun, ZHANG Fu-yao, GUO Jian-wen,

CHANG Yu-hui, TIAN Cheng-hua, LI Jin-mei, WANG rui

(Key Laboratory of Forage Genetic Improvement, Sorghum Institute,
Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Shanxi Jinzhong 030601, China)

Abstract: Taking Jintian No. 2 as material, this paper studies the storage of sweet sorghum grown under natural environment. The results demonstrated that the stalk weight, juice rate and general sugar amount descended gradually, while the sugar content of stalk juice increased gradually when the storage duration was prolonged. Climatic factor has significant influence on sweet sorghum naturally stored in the fields. In northern China, if the temperature quickly dropped to blight frost at late autumn and early winter, sweet sorghum stalk could be stored in the fields with natural frozen condition until early February next year when the average temperature rises above 0℃. During this period, the processing enterprises could harvest in the fields according to the demands of processing procedure, thus to reduce the storage space and production cost.

Key words: sweet sorghum; grown under natural environment; storage

甜高粱茎秆中的糖分容易转化,收获以后必须迅速加工,否则就会造成茎秆变质,糖分损失,影响加工。然而,甜高粱成熟期集中,收割期短,数量巨大,受加工能力等因素制约,收获的茎秆不可能在短时间内加工完毕,因此需要有一个贮藏过程^[1-4]。在贮藏过程中,贮藏方式如何、茎秆重量和含糖量如何变化、最长(或最适)贮藏时间为多长等问题,关系到糖分的充分利用、加工企业的进度安排和经济效益。许多学者对此进行了研究^[1,2]。张志鹏等^[5]、沈飞等^[6]研究了用不同播

期来延长企业原料供应期限的问题。曹文伯^[7]提出半卧式堆放和整捆立置露天堆放的贮藏方式。还有专家提出了湿法、冷冻^[8]、茎秆覆膜充SO₂^[9]等方法来贮藏甜高粱茎秆及其汁液,但都存在不同程度的糖分损失。汪彤彤等^[10]用防腐剂保存甜高粱茎秆汁液取得了较好效果,但可能存在防腐剂残留影响发酵的问题。梅晓岩等^[11]提出用浓缩法贮藏甜高粱茎秆汁液,但此法需消耗大量能源。在我国北方,可否在冬季让甜高粱自然生长状态下田间冷冻贮藏呢?本试验对晋甜

收稿日期:2008-06-25;修回日期:2008-08-11

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目“生物质资源高效培育技术”(2006BAD07A04);山西省科技攻关项目(2006031008-2);山西省农科院育种工程项目“高产、优质能源甜高粱新品种选育”资助。

作者简介:赵威军,助理研究员,主要从事高粱遗传育种研究。E-mail:zhaowj2000@126.com。通讯作者:张福耀,研究员,主要从事高粱遗传育种研究工作。E-mail:zfy5607@163.com

2号进行了田间自然冷冻条件下甜高粱茎秆鲜重、出汁率和含糖量方面的研究,探索其变化规律,为能源植物甜高粱加工生产中原料的贮藏提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验材料为晋甜2号。

试验于2006-2007年在山西省农业科学院高粱研究所试验地(榆次)进行。

1.2 试验方法

甜高粱籽粒成熟后,收获穗子,让植株在田间自然生长状态下保存。从秋天初霜的当日(2006年10月10日)开始取样调查,以后每隔1个月取样1次,随机割取10株,去掉叶、鞘后称重,压榨,计算出汁率,用手执糖度计测5次榨汁的含糖量,计算平均含糖量,以茎秆重量、出汁率和平均含糖量的乘积估算总糖量。于2007年3月13日测量完后,到山西省晋中市气象局查阅试验期间的实测气象资料,把取样时间依次设定为1~6,进行统计分析,探索其规律。

2 结果与分 析

2.1 茎秆重量的变化

从表1可以看出,随着贮藏时间的延长,茎秆内水分散失,茎秆重量逐步下降。经相关分析(表2),茎秆重量与贮藏时间之间存在极显著正相关,其相关系数为0.995。第1次取样和第2次取样之间,第5次取样和第6次取样之间,茎秆下降较多,这2段时间的旬平均气温都在0℃以上。可见,气温较高,水分散失较快,茎秆重量下降就较多。

2.2 出汁率的变化

从表1可以看出,随着贮藏时间的延长,茎秆内水分不断散失,茎秆出汁率逐步降低。经相关分析(表2),出汁率与贮藏时间之间存在极显著正相关,其相关系数为0.997。第5次取样的出汁率比第4次取样的降低最多,其次是第2次。

表1 晋甜2号田间贮藏茎秆重量的变化
Table 1 The stalk weight change of Jintian No. 2 after field storage.

	调查时间 Investigate time	茎秆重量(g) Stalk weight (g)	秆重减少(%) Reduce rate of stalk weight(%)
1	2006-10-10 ^a	3 785	—
2	2006-11-09	3 332	12.0
3	2006-12-08	3 062	19.1
4	2007-01-08	2 771	26.8
5	2007-02-08	2 475	34.6
6	2007-03-13	2 105	44.4
相关系数 Correlation coefficient		$r = 0.995$	

a:初霜冻 Early frost

表2 晋甜2号田间贮藏出汁率的变化
Table 2 The juice rate change of Jintian No. 2 after field storage.

	调查时间 Investigate time	出汁率(%) Juice rate(%)
1	2006-10-10 ^a	65.0
2	2006-11-09	60.2
3	2006-12-08	56.7
4	2007-01-08	52.2
5	2007-02-08	46.5
6	2007-03-13	— ^b
相关系数 Correlation coefficient		$r = 0.977$

a:初霜冻 Early frost;

b:不能榨汁,髓变质 No juice, metamorphic myeloid

2.3 茎汁含糖量的变化

从表1可以看出,随着贮藏时间的延长,茎汁含糖量逐步增加。经相关分析(表2),含糖量与贮藏时间之间存在显著正相关,其相关系数为0.908。除第2次取样的平均含糖量,比第1次取样时的降低了一点,其他取样都比前次有所增加,第5次取样的平均含糖比第4次取样时的增加较多。

2.4 总糖量的变化

从表1可以看出,随着贮藏时间的延长,总糖量逐步下降。经相关分析(表2),含糖量与贮藏时间之间存在极显著正相关,其相关系数为0.973。第1次取样和第2次取样之间,总糖量下降较多。

表 3 晋甜 2 号田间贮藏茎汁含糖量的变化

Table 3 The sugar content change of Jintian No. 2 after field storage.

调查时间 Investigate time	平均含糖量 (Bx°) Averagy sugar content of stalk (Bx°)
1 2006-10-10 ^a	20.2
2 2006-11-09	20.1
3 2006-12-08	21.1
4 2007-01-08	22.3
5 2007-02-08	25.5
6 2007-03-13	— ^b

相关系数
Correlation coefficient $r=0.908$

a: 初霜冻 Early frost;

b: 不能榨汁, 髓变质 No juice, metamorphic myeloid

表 4 晋甜 2 号田间贮藏总糖量的变化

Table 4 The sugar amount change of Jintian No. 2 after field storage.

调查时间 Investigate time	总糖量 (g) Sugar amount (g)
1 2006-10-10 ^a	496.970
2 2006-11-09	403.178
3 2006-12-08	366.328
4 2007-01-08	322.561
5 2007-02-08	293.473
6 2007-03-13	— ^b

相关系数
Correlation coefficient $r=0.973$

a: 初霜冻 Early frost;

b: 不能榨汁, 髓变质 No juice, metamorphic myeloid

2.5 气候因素的变化及影响

本试验时间长达 5 个月, 其间气温变化较大 (图 1), 并有降水过程 (表 3)。从图 1 可以看出, 旬最低气温于 2006 年 11 月上旬降至 0℃ 以下, 2007 年 2 月下旬回升至 0℃ 左右; 旬平均气温于 2006 年 11 月下旬降至 0℃ 左右, 2007 年 2 月上旬回升至 0℃ 左右。旬平均气温的最低值出现在 2007 年 1 月上旬。2007 年 3 月上旬和中旬气温的变化, 是由于 2007 年 3 月 3~4 日降水较多而引起的。2006 年 10 月 10 日出现初霜冻, 10 月 29 日出现枯霜冻, 11 月 27 日上冻。

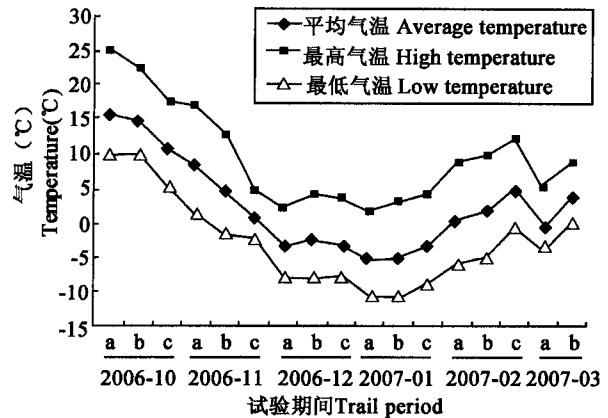


图 1 试验期间旬平均气温变化图

Fig. 1 The changes of average temperature among ten-days in the trial period.

a: 上旬 First ten-days of the month; b: 中旬 Second ten-days of the month; c: 下旬 Last ten-days of the month;

表 5 试验期间主要降水情况统计表

Table 5 Main rainfall in the trial period.

日期 Time	降水量 (mm) Rainfall (mm)
2006-10-07	1.5
2006-10-08	3.5
2006-11-23	2.3
2006-11-24	2.8
2006-11-25	5.3
2006-12-30	1.3
2007-02-07	3.2
2007-03-03	20.4
2007-03-04	7.3

本试验中, 2006 年 10 月上旬到 2006 年 11 月上旬之间, 旬平均气温仍在 10℃ 左右, 且没有降水, 茎秆重量和出汁率减少较多。轻霜冻后, 叶片已全部死亡, 茎秆尚存活, 植株光合产物合成很少, 组织只能消耗已有的同化物, 以致总糖量大量减少。但由于水分散失, 平均含糖量变化不大。

2006 年 11 月上旬到 2006 年 12 月上旬之间, 旬平均气温直线下降, 有一定的降水, 茎秆水分散失减慢。枯霜后, 地上部分全部死亡, 组织消耗大大降低, 秆重和出汁率减少较少, 含糖量减少速率变慢, 平均含糖量有所增加。

2006 年 12 月上旬到 2007 年 1 月上旬之间, 降水很少, 旬平均气温一直处在 0℃ 以下, 变化不

大,茎秆水分散失较慢。

2007年1月上旬到2007年2月上旬之间,降水少,旬平均气温逐步回升,茎秆在解冻和冰冻之间波动,水分散失加快,出汁率下降很多,但总糖量减少较少。

2007年2月上旬到3月上旬之间,旬平均气温回升到0℃以上,由于解冻,茎秆水分散失加快,已不能榨出汁,髓质变质变味。

本试验表明,气候因素对甜高粱田间自然贮藏的影响极大。在轻霜冻之后,枯霜冻之前的这段时间里,总糖量下降较快;在枯霜冻之后,总糖量下降较慢。可见,在我国北方,如果秋末冬初,气温快速下降至枯霜冻,甜高粱茎秆可以在田间自然冷冻贮藏,直到来年2月上旬平均气温回升到0℃以上为止。在此期间,加工企业可随加工进度,到田间按需收割,减少贮藏空间和成本。

3 讨论

3.1 贮藏时间的影响

有研究表明,假若在秋末温度较低条件下,收穗后让甜高粱在地里长着,优良的品种在1个月后收获,茎秆仍不致蒲心,虽然汁液提出率有所下降,但锤度比收穗时还高^[1,2]。曹文伯^[7]研究表明,随着存放时间的延长,秆重减少,出汁率降低,而茎汁锤度则呈上升趋势。本研究结果与以上结果有同有异。随着贮藏时间的延长,甜高粱茎秆重量、出汁率和总糖量逐步下降,茎汁含糖量逐步增加,但第1个月,茎汁含糖量变化不大。

曹文伯^[7]的研究中,茎秆收割后贮藏到第3周,丽欧和814-3的秆重分别减少了27.7%和35.1%。本试验中,经历2个月和3个月,秆重分别减少了26.8%和34.6%。而且两者之间,在出汁率方面,差别也很显著。可看出甜高粱茎秆不收割在田间自然冷冻明显优于收割后贮藏。

3.2 气候因素的影响

甜高粱成熟期集中,收割期短,数量巨大,受加工能力等因素制约,收获的茎秆不可能在短时间内加工完毕,这就出现了贮藏问题,需要相当大的贮藏空间和成本。

Coleman^[12]发现,在干燥条件下贮藏甜高粱品种Rex时,存放10d,蔗糖的转化是微弱的。Eiland等^[13]研究了用作制酒精原料的甜高粱在贮藏期间可发酵糖类损失情况。整株茎秆能贮藏一

个星期,酒精产量没有显著损失。这两者的研究中,贮藏时间都较短,不能满足大规模生产的需求。

Eckhoff等^[9]研究了二氧化硫的剂量及温度对甜高粱品种“丽欧”茎秆切段贮藏性能的影响。用塑料薄膜覆盖并充以二氧化硫的方法贮藏甜高粱茎秆时,可保存3个月,其总的可发酵糖并没有显著下降,表明温度不是最重要的影响因素^[1,2]。但该研究中,用到二氧化硫,可能存在污染环境;且需要用塑料薄膜覆盖,这既工作繁重,又增加了贮藏成本。

本研究中的方法,可减少环境污染和繁重工作,又可节约贮藏空间和成本,贮藏时间亦较长,似乎略胜一筹。但由于总糖量逐步下降,最适合的贮藏时间为多长,尚需结合加工企业的经济效益分析来确定。

参 考 文 献

- [1] 黎大爵,廖馥荪.甜高粱及其利用[M].北京:科学出版社,1992,103-105.
- [2] 牛天堂,王呈祥,田森林.甜高粱高产栽培与利用[M].北京:金盾出版社,2002,81-84.
- [3] 张志鹏,杨镇,朱凯,等.可再生资源作物——甜高粱的开发利用[J].杂粮作物,2005,25(5):334-335.
- [4] 刘明慧,王钊,王西红.甜高粱综合利用开发研究进展[A].见:中国杂粮研究—第二届中国杂粮产业化发展论坛论文集[C].北京:中国农业科学技术出版社,2005:178-181.
- [5] 张志鹏,朱凯,王艳秋,等.甜高粱不同播期对主要性状影响的研究[J].辽宁农业科学,2005,3:69-70.
- [6] 沈飞,刘荣厚.不同种植时期对甜高粱主要生物性状及成糖的影响[J].安徽农业科学,2006,34(12):2681-2683.
- [7] 曹文伯.甜高粱茎秆贮存性状变化的观察[J].中国种业,2005,4:43.
- [8] Billa E, Koullas D P, Monties B, et al. Structure and composition of sweet sorghum stalk components[J]. Industrial Crops and Products, 1997, 6:297-302.
- [9] Edkhoff S R, Bender D A. Preservation of chopped sweet sorghum using sulfur Dioxide[J]. Transactions of the ASAE, 1985, 28(2):606-609.
- [10] 汪彤彤,刘荣厚,沈飞.防腐剂对甜高粱茎秆汁液贮存及酒精发酵的影响[J].江苏农业科学,2006,3:159-162.
- [11] 梅晓岩,刘荣厚,沈飞.甜高粱茎秆汁液成分分析及浓缩贮藏的试验研究[J].农业工程学报,2008,24(1):218-223. [12] Coleman O H. Syrup sugar from sweet sorghum [A]. In: Wall J S, Ross W M (eds.) Sorghum Production and Utilization [M]. Westport, USA: Avi Publishing Co., 1970, 416-460.
- [13] Eiland B R, Clayton J E, Bryan W L. Losses of fermentation sugars in sweet sorghum during storage[J]. Trans. Am. Soc. Agric. Engin., 1983, 26(5):1596-1600.