

30个甜高粱品种茎秆糖产量与干物质生产特性相关研究

李娜娜^{1*}, 吴秋平^{2*}, 张晓冬¹, 董树亭², 刘鹏², 张吉旺²

(1. 山东省农作物种质资源中心, 济南 250100;

2. 山东农业大学农学院, 作物生物学国家重点实验室, 山东泰安 271018)

摘要:甜高粱是一种主要的生物质能源作物,加强甜高粱品种改良与高产栽培对保障我国能源供应及能源安全具有重要意义。在充分发挥个体生产潜力条件下(大田种植密度 15 000 株/hm²),研究了国内外 30 个甜高粱品种茎秆糖含量与抽穗前和抽穗后干物质积累特性。结果表明,对成熟期糖产量起直接贡献作用的性状由大到小排序为:抽穗期干物重、抽穗期含糖量、抽穗后干物重所占比例和抽穗后含糖量。其中,抽穗期干物重对糖产量的直接通径系数与其简单相关系数接近,而抽穗期含糖量与此时期干物重呈极显著正相关,最终与糖产量密切相关。抽穗后含糖量由于与抽穗期干物重显著负相关,使其对成熟期糖产量的负间接效应大于自身正直接效应,表现与糖产量弱负相关;抽穗后干物重所占比例则总间接负效应远大于自身正直接效应,最终与糖产量呈极显著负相关。因此,提高茎秆含糖量基础上增加抽穗前干物质积累量,是甜高粱高糖产量品种选育的重要目标。

关键词:甜高粱;含糖量;干物质;糖产量;相关分析;通径分析

doi:10.3969/j.issn.1008-0864.2011.04.16

中图分类号:S566.5

文献标识码:A

文章编号:1008-0864(2011)04-0104-06

Studies on Correlation between Sugar Output and Dry Matter Production of 30 Sweet Sorghum Varieties

LI Na-na^{1*}, WU Qiu-ping^{2*}, ZHANG Xiao-dong¹, DONG Shu-ting²,
LIU Peng², ZHANG Ji-wang²

(1. Crop Germplasm Resources Center of Shandong Province, Ji'nan 250100; 2. State Key Laboratory of Crop Biology, College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Shandong Taian 271018, China)

Abstract: Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is one of the key bio-energy crops. To improve its variety and cultivation method for high yield are of important significance in safeguarding energy supply and securing energy safety. Dry matter per plant and soluble sugar concentration of 30 conventional sweet sorghum varieties were measured under a lower density (15 000 plant/hm²) condition. The results showed that the ranking of direct path coefficient contributed to the SY at maturity were: dry matter and sugar content before heading (DMBH, SCBH), ratio of dry matter after heading (RDMAH) and sugar content after heading (SCAH). The direct path coefficient was similar to their correlation coefficient between DMBH and SY, indicating DMBH was crucial for affecting SY. Since SCBH had a high correlation with DMBH, it then presented a significantly positive effect on SY. SCAH was strongly and negatively correlated with DMBH that its positive effect was smaller compared to the greater negatively indirect effect to SY. RDMAH showed a highly negative interrelationship with SY, mainly because its indirect affects though both SC and DM at heading were larger than its own direct value. Therefore, on the basis of increasing stem sugar contents before and after heading, to obtain high dry matter accumulation before heading is an important breeding target for selecting and breeding sweet sorghum varieties with high sugar yield.

Key words: sweet sorghum; sugar content; dry matter; sugar yield; correlation analysis; path analysis

收稿日期:2011-04-19;接受日期:2011-05-07

基金项目:山东省农业良种工程项目(2009LZ01-01);科技基础性工作专项(2007FY110500)资助。

作者简介:*李娜娜与吴秋平为本文共同第一作者。李娜娜,助理研究员,博士,主要从事作物种质资源筛选鉴定研究。E-mail: qyz1127@163.com。吴秋平,博士研究生,研究方向为植物营养生理。E-mail: wqp19810930@163.com。通讯作者:董树亭,教授,博士生导师,主要从事作物栽培生理研究。E-mail: stdong@sdau.edu.cn

随着化石能源的日渐匮乏和环境污染日趋严重,生物质能源作为可再生的洁净能源具有替代化石燃料、减少温室气体排放和支持农业发展等优势,已越来越受到重视^[1]。甜高粱 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] 抗逆性强,适应范围广,是典型的粮-饲-糖-能源型作物^[2,3]。同样种植条件下,甜高粱的酒精产量约为玉米、甜菜和小麦的 2 倍,比甘蔗还高 25%^[4],被视为生物质能源系统的有利竞争者^[5,6]。发展甜高粱对推进我国现阶段以“非粮”原料为主的生物质能源工程、保障我国能源供应及能源安全具有重大意义^[7]。

甜高粱较普通粒用型高粱的茎汁糖锤度达 8% 以上,高者可达 20% 以上^[8,9]。茎内糖分在抽穗后开始大量累积,接近成熟时达到积累高峰,整个积累过程呈抛物线形式^[10,11],但也有研究认为糖分积累是波浪型累加过程,这主要由于糖分积累是受多种酶调节的复杂的生化过程,受品种和环境因素影响较大,也与生育后期茎秆和发育果穗“两个库”之间的竞争有关^[12]。单株鲜重与株高、茎粗、抽穗期等决定绿色体产量因子呈极显著正相关,具有较高遗传力和变异潜力,杂种优势强^[9]。含糖量和生物量是影响糖产量的重要因素。前人对甜高粱糖分形成积累规律及主要性状相关性进行了大量研究,且对不同高粱类型比较

研究发现,与粒用和饲用型高粱相比,甜高粱含糖量高,糖分积累速率高、时间长、生产效率高,但不同高粱品种在籽粒成熟阶段茎内糖分积累进程存在一定差异^[13,14]。

甜高粱种质资源多样性丰富,并具有特殊生理学和农学特征,但国内对其研究起步较晚,较少涉及栽培生理方面的研究,对甜高粱品种糖分生产力与甜高粱不同生育阶段糖产量构成因素的相关研究较少。为此,本研究选用 30 个国外引进的甜高粱优良品种和国内地方主要栽培品种(含糖锤度均在 13% 以上),在充分发挥个体产量潜力条件下,以 15 000 株/hm² 密度在高肥力大田种植,比较不同产量潜力的甜高粱品种抽穗前后糖分积累特性和物质生产规律,以阐明高产基因型甜高粱品种的含糖特性和物质状况,为甜高粱高产育种及栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验选用不同 30 个甜高粱品种(含糖锤度均在 13% 以上),由中国农业科学院作物科学研究所提供(详见表 1)。

表 1 供试甜高粱品种名称、来源及代号

Table 1 Germplasm resources and the code of sweet sorghum varieties in the experiment.

代号 Code	品种名称 Variety	来源 Resource	代号 Code	品种名称 Variety	来源 Resource
1	甜芦粟(繁昌)TLS (FC)	安徽 Anhui	16	Early Sumac	美国 U. S. A
2	散穗甜高粱 SSTGL	辽宁 Liaoning	17	Rox Orange	美国 U. S. A
3	甜高粱(宿松)TGL(SS)	安徽 Anhui	18	Italian	澳大利亚 Australian
4	甜高粱(歙县)TGL(XX)	安徽 Anhui	19	Brawley	美国 U. S. A
5	甜芦粟(巢县)TLS(CX)	安徽 Anhui	20	Sumac	美国 U. S. A
6	糖高粱(怀仁)TGL(HR)	山西 Shanxi	21	Radar	澳大利亚 Australian
7	甜秆秫秫(泗县)TGSS(SX)	安徽 Anhui	22	Sugar Drip	美国 U. S. A
8	甜高粱(肇东)TGL(ZD)	黑龙江 Heilongjiang	23	Roma	美国 U. S. A
9	甜高粱(灵丘)TGL(LQ)	山西 Shanxi	24	Cowley	美国 U. S. A
10	甜高粱(大宁)TGL(DN)	山西 Shanxi	25	Rio	美国 U. S. A
11	甜到稍(定远)TDS(DY)	安徽 Anhui	26	Ramada	美国 U. S. A
12	甜高粱(平陆)TGL(PL)	山西 Shanxi	27	M81E	美国 U. S. A
13	甜高粱(万荣)TGL(WR)	山西 Shanxi	28	Smith	美国 U. S. A
14	甜高粱(永济)TGL(YJ)	山西 Shanxi	29	Honey	美国 U. S. A
15	Honey Drip	美国 U. S. A	30	Sart	美国 U. S. A

1.2 研究方法

1.2.1 试验设计 试验于2006年在山东农业大学玉米科技园进行。试验地为壤土,耕层0~20 cm 含有机质 11.3 g/kg、全氮 0.7 g/kg、碱解氮 57.02 g/g、速效磷 25.7 g/g、速效钾 106.0 g/g。于2006年6月6日播种,6月10日出苗,种植密度为 1.5 株/m² (行距 0.67 m,株距 1.00 m),以充分发挥品种间个体生产潜力。小区面积 33.50 m²,采用完全随机排列,3次重复,生长期给予良好肥水管理。

1.2.2 取样与测定方法 抽穗期和生理成熟期(穗上中部籽粒黑层出现,基部达乳熟末期),每小区取代表性植株3株,分成茎秆、叶(+鞘)和穗3部分,105℃杀青0.5 h,80℃烘至恒重称干物重,计算单株总干物重。茎秆部分经粉碎机磨成粉末后过60目筛,用蒽酮比色法测定其可溶性糖含量^[15]。

1.3 数据处理与统计分析

用 Microsoft Excel 2003 进行数据计算,用 SPSS 11.0 统计软件进行相关和通径分析,用 SigmaPlot 10.0 作图。

2 结果与分析

2.1 糖产量与含糖量和干物重相关性

甜高粱品种抽穗期(图1-A)和成熟期(图1-B)可溶性糖产量均表现随含糖量和干物质积累量的增加而直线增加,其线性回归方程均达显著或极显著水平。其中,抽穗期含糖量和干物质积累量与其糖产量的相关系数(*r*)分别为 0.677 8 和 0.933 9,成熟期分别为 0.440 9 和 0.944 9。对各时期糖产量与含糖量和干物重的进一步通径分析表明(图2-A和图2-B),单株干物重与糖产量的直接通径系数均高于含糖量,且对糖产量的间接通径系数也均大于含糖量的间接效应,其中,抽穗期干物质积累量的间接通径系数具最大值,远大于抽穗期含糖量自身的直接通径系数。这是由于抽穗期含糖量与其干物质积累量的相关达极显著水平,而成熟期两者的相关性则较小(分别为 0.545 1 和 0.157 6)。说明在维持一定含糖量基础上,加强对植株总生物量的选择能更大程度的提高糖产量。

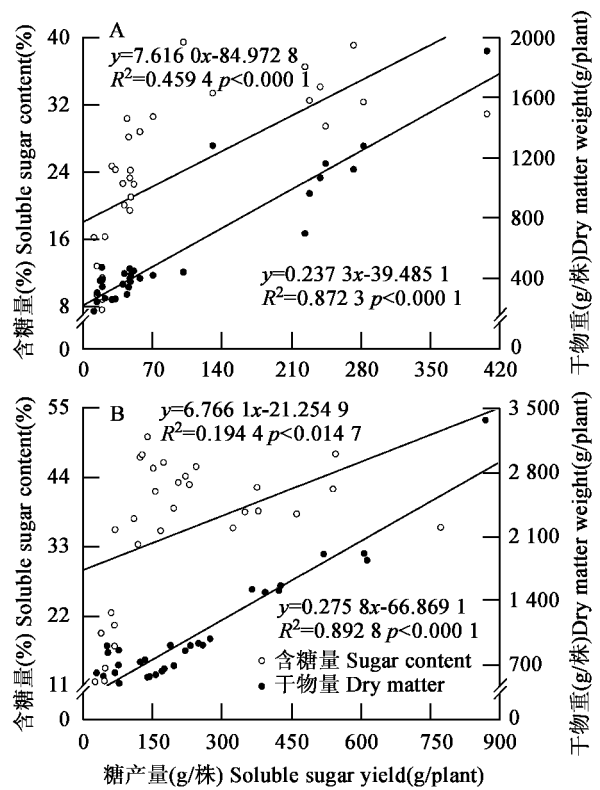


图1 不同时期可溶性糖产量与含糖量和单株干物重的相关性

Fig. 1 Correlation between soluble sugar yield and soluble sugar content and dry matter per plant at different stages.

A: 抽穗期; B: 成熟期

A: heading; B: maturing.

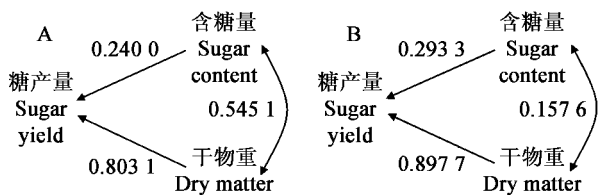


图2 不同时期可溶性糖产量与含糖量和单株干物重的通径分析

Fig. 2 Path analysis of soluble sugar yield with both soluble sugar content and dry matter per plant at different stages.

A: 抽穗期; B: 成熟期

A: heading; b: maturing.

2.2 不同时期干物质和含糖量与成熟期糖产量的相关分析

不同时期干物质和含糖量与成熟期糖产量相关分析表明(表2),抽穗期和成熟期茎秆含糖量、抽穗期、抽穗后和成熟期干物质积累量均与成熟期糖产量呈正相关,达极显著水平;而抽穗后糖产量占成熟期糖产量的比例、抽穗后干物质积累量

表 2 甜高粱品种成熟期糖产量与各时期含糖量和干物重简单相关分析

Table 2 Simple correlation analysis between soluble sugar yield at maturity and the performance of soluble sugar content and dry matter at both heading and maturing stages.

性状 Trait	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	y
	SYBH/ DWBH (%)	SYMS- SYBH/ DMMS- MBH (%)	SYMS- SYBH/ SYMS (%)	SYMS/ DMMS (%)	DWBH (g/plant ¹)	DMMS- DMBH (g/plant ¹)	DMMS- DMBH/ DMMS (%)	DMMS (g/plant ¹)	SYMS (g/plant ¹)
x_1	1	-0.034 8	-0.573 5**	0.781 5**	0.545 1**	0.318 4	-0.566 3**	0.489 3**	0.697 1**
x_2		1	0.812 3**	0.596 3**	-0.419 2*	-0.246 9	0.393 0*	-0.377 0*	-0.190 8
x_3			1	0.046 5	-0.630 4**	-0.355 7	0.635 5**	-0.561 1**	-0.526 7**
x_4				1	0.176 2	0.101 7	-0.209 5	0.157 6	0.440 9**
x_5					1	0.777 2**	-0.676 0**	0.971 0**	0.932 6**
x_6						1	-0.11 4	0.905 2**	0.828 4**
x_7							1	-0.500 0**	-0.530 4**
x_8								1	0.944 9**

注:SYBH,抽穗期糖产量;DWBH,抽穗期干物重;SYMS,成熟期糖产量;DMMS,成熟干物重。*指相关性达显著水平($P < 0.05$);**指相关性达极显著水平($P < 0.01$)

Note: SYBH, sugar yield before heading; DMBSH; dry matter before heading; SYMS, sugar yield at maturity; DMMS, dry matter at maturity. * means significant correlation at $P < 0.05$ level; ** means very significant correlation at $P < 0.01$ level.

占成熟期干物质累积量比例则与成熟期糖产量呈负相关,达极显著水平。

不同糖产量形成组分间存在相关联系(表2)。其中,成熟期含糖量与抽穗前和抽穗后含糖百分含量均呈极显著正相关,与其他各指标相关性较小;抽穗前含糖量与其干物质呈极显著正相关,与抽穗后糖产量所占比例和抽穗后干物质所占比例则呈显著负相关。成熟期干物重与抽穗前糖百分含量和抽穗前后干物质均达极显著正相关,但与抽穗后糖产量增加值所占比例、干物质累积量抽穗后所占比例均呈极显著负相关。然而,简单相关系数只表明两个变量的共变联系,受其他因素的影响作用较大,这个相关系数可能缩小或扩大了两个变量间的真实联系。因此,有必要对影响成熟期可溶性糖产量的上述各因素作进一步剖析。

2.3 影响成熟期糖产量形成因素的通径分析

通径分析就是把各自变量 x 与依变量 y 之间的相关关系分解为该自变量对因变量的直接影响和通过其他相关自变量对因变量的间接影响。成熟期可溶性糖百分含量及其干物质累积量是构成糖产量的两个主要因素。对抽穗前后糖含量与干物质生产的6个指标经多元逐步回归分析,剔除次要影响因素抽穗后含糖量所占比例和抽穗后干

物质累积量,剩余的4个因素与成熟期糖产量存在极显著线性关系,其回归方程为: $y = -433.784 4 + 5.866 6x_1 + 3.317 7x_2 + 0.433 6x_5 + 4.734 7x_7$,该线性方程达极显著水平,检验值 $F = 333.586 7, R^2 = 0.981 6$,这4个性状对成熟期糖产量的影响比重占到98.16%。因此,可进一步对这些性状进行通径分析。

由通径分析结果(表3)可知,直接通径系数按绝对值从大到小依次为:抽穗前干物重(x_5)、抽穗前糖含量(x_1)、抽穗后干物重所占比例(x_7)和抽穗后糖含量(x_2),绝对值越大,表明对成熟期糖产量直接贡献越大。而总的间接通径系数其绝对值从大到小排序为:抽穗后干物重所占比例、抽穗前糖百分含量、抽穗后糖百分含量、抽穗前干物重。其中,抽穗后干物重所占比例和抽穗后糖含量的负间接作用均大于其自身正直接作用,主要是他们与抽穗期干物重存在显著或极显著负相关($r = -0.419 2, r = -0.676 0$,表2),使通过抽穗期干物重的间接作用较大所致;抽穗前糖含量由于与干物质累积量极显著正相关,其正负效应方向一致,最终表现与成熟期糖产量极显著正相关。抽穗期干物重的直接作用远大于其间接作用,表明受其他性状影响较小,是影响糖产量的重要指标。

表3 甜高粱品种成熟期糖产量与各时期含糖量和干物重通径分析

Table 3 Path analysis between soluble sugar yield at maturity and the performance of soluble sugar content and dry matter at both heading and maturing stages.

途径 Path $x_i \rightarrow y$	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect				
		总的 Total	$\rightarrow x_1$	$\rightarrow x_2$	$\rightarrow x_3$	$\rightarrow x_7$
$x_1 \rightarrow y$	0.307 0	0.390 1		-0.004 7	0.547 1	-0.152 3
$x_2 \rightarrow y$	0.135 0	-0.325 7	-0.010 7		-0.420 7	0.105 7
$x_3 \rightarrow y$	1.003 6	-0.071 0	0.167 4	-0.056 6		-0.181 8
$x_7 \rightarrow y$	0.268 9	-0.799 4	-0.173 9	0.053 0	-0.678 5	

3 讨论

甜高粱生长能力极强,适应性广,并能利用大量低质的资源减少对粮食耕地占用,适合我国国情和生态气候条件,对我国的农业和农村经济发展、保障能源安全具有重大的意义^[16]。Broadhead等^[17]和Worley等^[18]研究认为,较低种植密度下甜高粱茎秆含糖量、出汁率和单茎秆重均表现较高,且不易倒伏,说明低密度有利于品种遗传效应充分发挥。本研究采用较低种植密度,以在充分发挥品种产量潜力前提下,比较不同甜高粱品种个体糖产量差异有助于分析与糖产量密切相关的生长性状。结果表明,30个不同基因型甜高粱品种的可溶性糖含量和产量潜力差异显著,品种间糖含量变异系数达32.82%;糖产量变异系数达81.65%,最高(Sart)达773.19 g/株¹,最低(甜芦粟(繁昌))仅为27.81 g/株¹,高产品种少(图1-B),不同甜高粱品种间存在较大变异,改良潜力大。

李继洪等^[19]对甜高粱产量性状的主成分分析研究表明,地上生物量是主要决定因子。对甜高粱利用杂种优势研究发现,甜高粱杂交种含糖量多介于双亲之间,尤其受低含糖量亲本的限制,提高单位面积产糖量,主要是通过增加茎秆总收获量来实现^[9]。李振武等^[20]也认为,加强对主茎秆鲜重的选择可提高甜高粱品种产量,并能改进茎秆锤度。本试验条件下,抽穗期和成熟期糖含量、抽穗前和抽穗后干物质积累量均与收获期糖产量极显著正相关(表2),进一步分析各因素对糖产量的直接贡献效应得出,干物质对糖产量的直接和间接效应均较高于含糖量(表3),说明生物量影响更大。因此加强营养生长阶段管理,促

进叶源光和生产能力,扩大茎秆库容,是获得高产的重要前提^[21]。抽穗后糖含量和抽穗后干物重所占比例对成熟期糖产量均表现正直接效应,但由于两者与抽穗期干物重均存在显著或极显著负相关,使其间接负效应远高于自身正直接效应(表2,表3)。本试验中抽穗后干物质积累量与抽穗前物质积累相关密切($r=0.7772^{**}$)。提高生育后期叶面积持续期和光合能力,促进糖分积累和转化^[22,23],增强后期糖分积累能力,是获取更高糖产量的关键因素。本试验过程在田间生长条件下观察到糖产量高的品种在株高、基部茎秆节间粗、地上节数、抽穗期和成熟期等农艺性状方面均表现较高值,这说明单株鲜重与地上部等绿色体产量因子具有较高遗传力和相关关系^[20]。因此,提高抽穗期物质生产能力和促进前期糖产量积累,协调好生育后期茎秆和果穗两个库对碳同化物竞争,增强生育后期茎秆糖的累积,是甜高粱品种高产高糖的重要保障。

参 考 文 献

- [1] Demirbas A. Bioenergy, global warming, and environmental impacts[J]. Energy Sources, 2004,26(3):225-236.
- [2] 王同朝,郭红艳,李新美,等.甜高粱综合开发利用现状与前景[J].河南农业科学,2004,8:29-32.
- [3] 卢庆善.甜高粱研究进展[J].世界农业,1998,5:21-23.
- [4] 赵立欣,张艳丽,沈丰菊.能源作物甜高粱及其可供应性研究[J].可再生能源,2005,4:37-40.
- [5] 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.
- [6] Lipinsky E S, Kresovich S. Fuels from new crops[A]. In: Renewable Resources: A Systematic Approach[M]. New York: Academic Press, 1980,307-328.
- [7] 黎大爵.开发甜高粱产业,解决能源、粮食安全及三农问题[J].中国农业科技导报,2004,6(5):55-58.
- [8] 黎大爵,廖馥芬.甜高粱及其利用[M].北京:科学出版社,1992,1,17.
- [9] 曹文伯.在甜高粱上利用杂种优势的探讨[J].植物遗传资

- 源科学, 2002,3(3):15-20.
- [10] Goldsworthy P R. The growth and yield of tall and short sorghums in Nigeria[J]. *J. Agri. Sci.*, 1970,75:109-122.
- [11] Willey R W, Basiime D R. Studies on the physiological determinants of grain yield in 5 varieties of sorghum[J]. *J. Agri. Sci.*, 1973,81:537-548.
- [12] 李淮滨, 翟婉萱, 王守才, 等. 甜高粱茎秆糖分与干物质生产[J]. *辽宁农业科学*, 1990,1:20-23.
- [13] McBee G G, Waskom III R M, Miller F R, *et al.*. Effect of senescence and nonsenescence on carbohydrates in sorghum during late kernel maturity states[J]. *Crop Sci.*, 1983,23:372-376.
- [14] Amaducci S, Monti A, Venturi G. Non-structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques[J]. *Industr. Crops Prod.*, 2004,20:111-118.
- [15] Yemm E W, Willis A J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone[J]. *Biochem. J.*, 1954,57:508-514.
- [16] 黎大爵. 亟待开发的甜高粱酒精燃料[J]. *中国农业科技导报*, 2003,5(4):48-51.
- [17] Broadhead D M, Freeman K C. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing[J]. *Agron. J.*, 1980,72:523-524.
- [18] Worley J W, Cundiff J S, Vaughan D H, *et al.*. Influence of sweet sorghum spacing on stalk pith yield [J]. *Biore. Technol.*, 1991,36:133-139.
- [19] 李继洪, 刘晓辉, 李淑杰, 等. 主成分分析在甜高粱育种中的应用[J]. *杂粮作物*, 2007,27(1):17-18.
- [20] 李振武, 支萍, 孔令旗, 等. 甜高粱主要性状的遗传参数分析[J]. *作物学报*, 1992,18(3):213-221.
- [21] Kang D, Li L. Studies on the relationship between the drought resistance and sugar content of different cultivars of sweet sorghum[A]. In: *Proceedings of the National Training Course on Sweet Sorghum and Abstracts on Sweet Sorghum at the First National Sweet Sorghum Conference*[C]. Beijing, 1995,177.
- [22] Cao J. The accumulation of the sugars and photosynthetic products of sweet sorghum after anthesis[A]. In: *First European Seminar on Sorghum for Energy and Industry*[C]. France Toulouse, 1996,43.
- [23] Kudasomannavar B T, Kulkarni G N, Patil V C. Effect of nitrogen and plant population on hybrid sorghum (CSH-1) 2. Pattern of dry matter accumulation and distribution[J]. *Mysore J. Agric. Sci.*, 1980,14(2):195-200.

国际 100% 可再生能源应用会议暨展览会

随着全球能源消耗和有害气体排放的增加, 能源的技术转化和政策制定对实现 100% 可再生能源应用的目标尤为重要, 国际 100% 可再生能源应用会议暨展览会将于 2011 年 10 月 6~8 日在土耳其首都伊斯坦布尔召开, 旨在寻求实现从化石能源应用向 100% 可再生能源应用转化的途径, 此次会议将为业内人士之间的交流创造良好的平台。

一、会议组织:

主办单位: 欧洲太阳能协会土耳其分会

二、会议时间、地点:

2011 年 10 月 6~8 日, 土耳其伊斯坦布尔。

三、会议主要议题:

未来混合能源与未来技术的规划; 能源-经济-环境相结合的决策支持办法; 工业中的终端

能效; 运输中的终端能效; 可再生能源储能技术; 可再生能源技术的终端能效; 内部成本的国际化; 风电机组技术; 太阳能热发电; 太阳能发电; 生物质能和相关技术; 地热能实施; 零能耗建筑; 100% 可再生能源教育和研究; 可再生能源领域技术工人、工程师、决策者以及商务人士的培训; 自然与人类活动的关系和相互影响; 环境损害补助; 可再生能源并网的智能并网; 气候变化、应对温室气体; 零碳排放城市、能源终端能效和市政的可再生能源应用; 可再生能源项目融资。

四、联系方式:

联系人: Sabite Müftügil

电话: +905327744525

传真: +902165891616

E-mail: info@ireneec2011.com