

# 醇用型甜高粱丰产性及适应性评价

赵 军, 杨 珍, 王 凯, 刘辉生, 罗新华

(武威市农业科学研究院, 甘肃 武威 733000)

**摘要:** 在甘肃省武威市古浪县、民勤县和凉州区采用单因素随机区组对引进的 11 个醇用甜高粱品种(系)进行多点品比试验, 比较分析了各品种的丰产性、稳定性、适应性、糖锤度、糖产量等。结果表明, 参试品种在 3 个试验点丰产性最好的是克沃 5 号, 折合产量 114 989.85 kg/hm<sup>2</sup>, 属高产、稳产型品种, 适宜在古浪和民勤县地域种植; 其次是 SF83003, 折合产量 103 192.50 kg/hm<sup>2</sup>, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区、民勤县和古浪县种植; 第 3 的是 N32F2026, 折合产量 103 130.85 kg/hm<sup>2</sup>, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区和古浪县地域种植。综合考虑各参试品种(系)的丰产性、稳产性、适应性、糖锤度、糖产量及田间综合表现等, 在武威市表现较好的 4 个品种(系)依次是克沃 5 号、SF83003、N32F2026、辽甜 3 号, 建议在武威市凉州区、民勤县、古浪县示范推广种植。

**关键词:** 醇用甜高粱; 产量; 品种比较; 评价

**中图分类号:** S514 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)02-0040-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.02.011

## Evaluation of Productivity and Adaptability of Sweet Sorghum for Ethanol

ZHAO Jun, YANG Zhen, WANG Kai, LIU Huisheng, LUO Xinhua  
(Wuwei Academy of Agricultural Sciences, Wuwei, Gansu 733000, China)

**Abstract:** A single-factor random group was used to conduct multi-point product ratio test on 11 alcoholic sweet sorghum cultivars introduced, and the productivity, stability, adaptability, sugar brix and sugar yield of each cultivar were compared and analyzed in the three locations of Gulang County, Minqin County and Liangzhou District, Wuwei City, Gansu Province. The results showed that the cultivar with the best yield in the three test sites was Kewo 5, which reached to 114 989.85 kg/hm<sup>2</sup>; It's classified to high and stable yield cultivar, and suitable to be grown in Gulang and Minqin County. The second, SF83003, which reached to 103 192.50 kg/hm<sup>2</sup>, it's classified to high and stable yield cultivar, and suitable to be grown in Liangzhou District, Minqin County and Gulang County. The third was N32F2026, which reached to 103 130.85 kg/hm<sup>2</sup>; it's classified to high-yield and stable-yield cultivar, and suitable to be grown in Liangzhou District and Gulang County. Considering the yield, productivity, stability, adaptability, sugar brix, sugar yield and comprehensive performance in the field, the four best cultivars in Wuwei were Kewo 5, SF83003, N32F2026 and Liaotian 3. It is suggested that these four sweet sorghum cultivars be planted on a large area in Liangzhou District, Minqin County and Gulang County of Wuwei City.

**Key words:** Sweet sorghum; Yield; Cultivars comparison; Evaluation

甜高粱(*Sweet sorghum*)也称芦粟、甜秆 和糖高粱<sup>[1]</sup>, 属于禾本科高粱属, 是普通

收稿日期: 2018-11-23

基金项目: 甘肃省农业科学院科技支撑计划项目“饲用高粱新品种引进选育与推广”(2017GAAS59); 河西甜高粱高产栽培技术与示范及武威国际高粱品种测试推广基地建设(1502NKDA005-1-3)。

作者简介: 赵 军(1989—), 男, 甘肃武威人, 助理农艺师, 硕士, 主要从事作物育种与栽培工作。联系电话: (0)18993563829。Email: zhaojun610@163.com。

通信作者: 杨 珍(1967—), 男, 甘肃武威人, 高级农艺师, 主要从事作物育种与栽培工作。联系电话: (0)17344118986。Email: 935195009@qq.com。

粒用高粱的一个变种。因其具有生物产量高、含糖量高、耗水量少等特点被认为是我国最具潜力的能源作物之一<sup>[2-3]</sup>,且其生长快、易栽培,抗旱、耐涝、耐盐碱,适应性强<sup>[4-5]</sup>,作为绿色能源备受关注<sup>[6-8]</sup>。甜高粱适应范围较广,一般只要温度达到10℃以上、年有效积温达到1500~2500℃,选择合适的品种,在盐碱地、滩涂地、平原、正常耕地上均可以种植<sup>[9]</sup>。目前,我国共有甜高粱种质资源1536份,其中,国内374份,从国外引进1152份<sup>[10-12]</sup>。武威市农业科学研究院根据武威市的自然条件和气候条件,广泛征集国内外优良种质资源,并进行了农艺性状、品质、抗性等综合评价<sup>[13-18]</sup>。我们对来自不同地方的11个醇用甜高粱品种进行多点品比试验,旨在选择适合武威市大面积推广种植的优良品种,以期推广利用提供技术支撑和科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验于2017年分别在甘肃省武威市凉州区、民勤县、古浪县进行。凉州区试验设在中坝镇,海拔1450m,地势平坦,灌溉方便,土质为灌漠壤土,肥力中上,土壤容重为1.37g/cm<sup>3</sup>,耕层土壤pH为7.66,有机质含量20.30g/kg,全氮1.25g/kg,全磷1.21g/kg,全钾20.33g/kg。速效氮63.0mg/kg,速效磷15.0mg/kg,速效钾228.0mg/kg。

古浪县试验设在永丰滩镇建设村,耕作层土壤为砂壤土,肥力中等,海拔高度

1640m,无霜期152d,年降水量200mm左右,年蒸发量3000mm左右,≤10℃有效积温2886℃,年均气温6.8℃,年日照时数2852h,土壤有机质含量13.2g/kg,全氮1.127g/kg,全钾19.00g/kg,有效磷12.50mg/kg,速效钾88mg/kg,pH为8.23。

民勤县试验区海拔1309m,耕作层土壤质地为砂壤土,地势平坦,土壤肥力中等水平,土壤容重1.41g/cm<sup>3</sup>,有机质15.69g/kg,全氮0.85g/kg,全磷1.01g/kg,全钾18.23g/kg,有效磷13.50mg/kg,速效钾131.03mg/kg。

### 1.2 供试材料

供试甜高粱品种(系)详见表1。氮肥选用尿素(含N46%),磷肥用磷二铵(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>46%),钾肥用硫酸钾(含K50%),锌肥用硫酸锌(含Zn21.5%)。

### 1.3 试验设计

多点品比试验采用相同的试验设计和田间管理技术,对11个品种(系)采用随机区组设计,试验小区面积均为18.4m<sup>2</sup>,每品种设3次重复。田间采用全膜(厚0.01mm、幅宽1.4m)平铺穴播,行距50cm,穴距20cm,每穴播种2~4粒,种植密度为99000株/hm<sup>2</sup>。各处理施肥全部人工撒施作基肥,施肥水平为基施尿素150kg/hm<sup>2</sup>、磷酸二铵375kg/hm<sup>2</sup>、硫酸锌150kg/hm<sup>2</sup>,撒施后用旋耕机深旋,耙耱,采用人工平作方式覆膜,于拔节期结合灌头水,追施尿素600kg/hm<sup>2</sup>,试验各处理不施用有机肥。

表1 供试甜高粱品种(系)及来源

序号	品种(系)	来源	序号	品种	来源
1	SF83003	澳大利亚	7	科甜2号	中国科学院
2	N31K2168	百绿集团	8	科甜11号	中国科学院
3	辽甜15-1	辽宁省农业科学院	9	克沃5号	北京克劳沃
4	辽甜13号	辽宁省农业科学院	10	辽甜3号	辽宁省农业科学院
5	N31F2087	百绿集团	11	克沃7号	北京克劳沃
6	N32F2026	百绿集团			

#### 1.4 田间管理

在 2016 年 12 月进行冬灌,  $1\ 500\ \text{m}^3/\text{hm}^2$  (相当 150 mm 降水)。2017 年 4 月中下旬进行人工穴播, 于 3 叶至 4 叶期定苗, 每穴留 1 株苗, 用湿土覆盖苗穴。生育期内灌水 3 次, 即拔节前后灌头水,  $1\ 350\ \text{m}^3/\text{hm}^2$  (相当 135 mm 降水); 头水后 25 d 左右灌二水,  $1\ 200\ \text{m}^3/\text{hm}^2$  (相当 120 mm 降雨); 灌二水后 25 d 后灌三水,  $1\ 200\ \text{m}^3/\text{hm}^2$  (相当 120 mm 降水)。生育期内, 杂草人工耕除 2 次, 即第 1 次在苗期定苗间苗的同时, 进行人工耕除, 第 2 次在拔节期进行。生育期间蚜虫、红蜘蛛等危害极小, 黑穗病等主要病害没有发生, 所以生育期未采取任何病虫害防治措施。9 月下旬按成熟度分批收获, 同时进行相关样品采集和指标的测定。

#### 1.5 测定项目及数据处理

甜高粱成熟后, 每个小区避开边界效应选择中间一行连续有代表性的植株 10 株进行产量、糖锤度等性状测定。采用 Excel 2010 进行试验数据整理汇总, 方差分析与多重比较用 SPSS 17.0 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量

由表 2 可以看出, 在凉州区试点折合产量最高的品种(系)是 N32F2026, 为  $121\ 398.75\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ; 在民勤县试点折合产量最高的品种(系)是克沃 5 号, 为  $122\ 195.55\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ; 在古浪县试点折合产量最高的品种是克沃 5 号, 为  $113\ 071.95\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。3 个试点平均折合产量最高的品种是克沃 5 号, 达  $114\ 989.85\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ; 其次是 SF83003, 为  $103\ 192.50\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ; 排名第 3 的是 N32F2026, 为  $103\ 130.85\ \text{kg}/\text{hm}^2$ ; 排名第 4 的是辽甜 15-1, 为  $101\ 885.25\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

由表 3 综合分析可知, 参试的 11 个品种(系), 丰产性最好的是克沃 5 号, 产量达  $114\ 989.85\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 该品种主效大, 品种与地点互作方差较大, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在古浪和民勤县地域种植; 其次是 SF83003, 产量为  $103\ 192.50\ \text{kg}/\text{hm}^2$ , 该品种主效大, 品种与地点互作方差小, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区、民勤县和古浪县地域种

表 2 参试甜高粱品种(系)的产量

kg/hm<sup>2</sup>

品种(系)	凉州区	民勤县	古浪县	平均产量
SF83003	109 925.10 abcABC	98 602.65 bcAB	101 049.75 bB	103 192.50 abA
N31K2168	98 115.90 cdeBC	96 124.65 bcB	89 136.15 dCD	94 458.90 abAB
辽甜 15-1	107 595.60 bcdABc	107 684.40 abAB	90 375.90 dDE	101 885.25 abA
辽甜 13 号	95 623.65 eC	97 128.60 bcAB	75 485.85 efF	89 412.75 abAB
N31F2087	113 590.05 abcAB	88 604.25 cBC	95 239.35 cBC	99 144.60 abAB
N32F2026	121 398.75 aA	90 278.40 cB	97 715.40 bcB	103 130.85 abA
科甜 2 号	118 027.35 abA	93 796.95 bcB	74 113.50 fFG	95 312.55 abA
科甜 11 号	74 796.90 fD	98 352.45 bcAB	76 928.70 efF	83 359.35 bcAB
克沃 5 号	109 702.05 abcABC	122 195.55 aA	113 071.95 aA	114 989.85 aA
辽甜 3 号	99 212.55 deBC	93 413.40 bcB	75 558.90 eEF	89 394.90 abAB
克沃 7 号	72 078.00 fD	64 872.45 dC	66 952.35 gG	67 967.55 cB

表 3 参试甜高粱品种(系)的丰产性和稳产性、主效等评价

品种(系)	丰产性		品种(V)×地点(U)互作		变异系数 /%	特性判定	特别适应地区
	平均产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	主效	ikvu <sup>①</sup>	CVvu <sup>②</sup>			
SF83003	103 192.50	667.09	-37 461.8937	5.67	11.68	高产、稳产型	凉州区、古浪县、民勤县
N31K2168	94 458.90	288.57	406 345.76	10.44	15.18	高产、稳产型	凉州区
辽甜15-1	101 885.25	303.89	233 310.84	14.32	7.17	高产、稳产型	民勤县、古浪县
辽甜13号	89 412.75	-826.51	1346 366.58	23.25	43.88	低产、不稳产型	民勤县
N31F2087	99 144.60	562.84	796 786.47	13.99	13.61	高产、稳产型	凉州区、古浪县
N32F2026	103 130.85	792.26	769 037.95	14.41	13.41	高产、稳产型	凉州区、古浪县
科甜2号	95 312.55	-204.41	1 692 934.07	23.18	41.59	低产、不稳产型	凉州区
科甜11号	83 359.35	-1 039.06	1 072 139.62	21.67	35.37	低产、不稳产型	民勤县
克沃5号	114 989.85	1 558.56	734 284.05	13.22	5.52	高产、稳产型	民勤县、古浪县
辽甜3号	89 394.90	-527.31	72 270.67	14.01	11.41	低产、稳产型	凉州区
克沃7号	67 967.55	-1 460.74	742 222.87	21.07	11.83	低产、稳产型	凉州区、民勤县、古浪县

① ikvu 为品种与地点的互作方差, ② CVvu 为品种与地点的互作变异系数, 下表同。

植; 丰产性居第 3 位的是 N32F2026, 产量为 103 130.85 kg/hm<sup>2</sup>, 该品种主效较大, 品种与地点互作方差较小, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区和古浪县地域种植; 丰产性居第 4 位的是辽甜 15-1, 产量达 101 885.25 kg/hm<sup>2</sup>, 该品种主效较大, 品种与地点互作方差较小, 变异系数小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在民勤县和古浪县地域种植。

## 2.2 糖锤度

由表 4 可以看出, 在凉州区, SF83003 的糖锤度最高, 为 18.81%; 在民勤县克沃 5 号的糖锤度最高, 为 19.62%; 在古浪县, SF83003 的糖锤度最高, 为 17.43%。

由表 4、表 5 可以看出, 3 个试验点的平均糖锤度最高的品种是 SF83003, 达 18.56%, 该品种主效大, 品种与地点互作方差小, 变异系数小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区、古浪和民勤县地域种植; 其次是克沃 5 号, 为 18.51%, 该品种主效大,

品种与地点互作方差较小, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区、民勤县和古浪县地域种植; 居第 3 位的是辽甜 3 号, 为 17.39%, 该品种主效大, 品种与地点互作方差较小, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区和古浪县地域种植; 居第 4 位的是克沃 7 号, 达 17.11%, 该品种主效较大, 品种与地点互作方差较小, 变异系数较小, 属于高产、稳产型品种, 适宜在凉州区和民勤县地域种植。

## 2.3 糖产量

由表 6 可以看出, SF83003 在凉州区糖产量最高, 为 10 204.065 kg/hm<sup>2</sup>; 克沃 5 号在民勤县和古浪县的糖产量均为最高, 分别为 10 709.760、9 612.765 kg/hm<sup>2</sup>。3 个试验点的平均糖产量以克沃 5 号最高, 为 10 118.625 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是 SF83003, 为 9 403.650 kg/hm<sup>2</sup>; N32F2026 为 8 761.965 kg/hm<sup>2</sup>, 居第 3 位; 辽甜 3 号为 8 230.185 kg/hm<sup>2</sup>, 居第 4 位。

表 4 参试甜高粱品种(系)的糖锤度

%

品种(系)	凉州区	民勤县	古浪县	平均糖锤度
SF83003	18.81 aA	19.44 aA	17.43 aA	18.56 aA
N31K2168	15.92 dCD	15.78 bB	15.23 bcAB	15.64 bcB
辽甜 15-1	16.25 cdBCD	17.72 abAB	15.32 bcAB	16.43 abAB
辽甜 13 号	16.29 cBCD	18.94 abA	15.88 abcAB	17.04 abAB
N31F2087	15.77 dD	17.07 abAB	15.25 bcAB	16.03 abcAB
N32F2026	15.87 dCD	16.98 abAB	15.48 bcAB	16.11 abcAB
科甜 2 号	15.86 dCD	17.80 abA	14.75 cBC	16.14 abAB
科甜 11 号	15.91 dCD	16.44 bAB	13.27 dC	15.20 cB
克沃 5 号	18.79 abA	19.62 aA	17.12 aA	18.51 aA
辽甜 3 号	17.83 bcABC	17.98 abA	16.35 abAB	17.39 aAB
克沃 7 号	17.93 bAB	18.73 abA	14.67 cdBC	17.11 aAB

表 5 参试甜高粱品种(系)的糖锤度评价

品种(系)	丰产性		品种(V) × 地点(U)互作		变异系数 /%	特性判定	特别适应地区
	平均糖锤度 /%	主效	ikvu	CVvu			
SF83003	18.56	2.24	1.07	7.95	4.59	高产、稳产型	凉州区、古浪县、民勤县
N31K2168	15.64	0.22	0.86	5.12	13.48	低产、不稳产型	凉州区、民勤县
辽甜 15-1	16.43	1.20	3.57	9.90	9.49	高产、稳产型	凉州区、民勤县
辽甜 13 号	17.04	0.73	5.17	10.41	14.29	低产、不稳产型	民勤县
N31F2087	16.03	1.04	3.47	9.84	13.12	低产、不稳产型	民勤县、古浪县
N32F2026	16.11	1.03	2.63	8.57	9.59	高产、稳产型	古浪县
科甜 2 号	16.14	-1.63	3.37	11.29	12.94	低产、不稳产型	凉州区、民勤县
科甜 11 号	15.20	-3.78	5.68	16.91	15.22	低产、不稳产型	凉州区、民勤县
克沃 5 号	18.51	1.85	1.64	9.91	9.34	高产、稳产型	凉州区、民勤县古浪县
辽甜 3 号	17.39	2.04	1.71	7.30	8.12	高产、稳产型	凉州区、古浪县
克沃 7 号	17.11	1.44	2.81	14.66	9.90	高产、稳产型	凉州区、民勤县

表 6 参试甜高粱品种糖产量

kg/hm<sup>2</sup>

品种(系)	凉州区	民勤县	古浪县	平均糖产量
SF83003	10 204.065 aA	9 123.375 abAB	8 883.510 bA	9 403.650 abAB
N31K2168	7 712.445 deCDE	7 570.770 cdeBC	6 845.115 dC	7 376.205 cdeCDE
辽甜 15-1	6 870.285 efDE	7 295.460 deBC	5 569.770 efF	6 578.505 efgDE
辽甜 13 号	7 432.515 deCDE	8 238.915 bcdBC	5 841.255 eDE	7 170.885 defCDE
N31F2087	8 209.965 cdBCD	6 790.260 deBC	6 514.665 dCD	7 171.620 defCDE
N32F2026	10 014.420 abAB	8 257.485 bcdABC	8 014.005 cB	8 761.965 bcABC
科甜 2 号	9 160.050 bcABC	7 988.985 bcdBC	5 677.560 efEF	7 608.870 bcdBCD
科甜 11 号	6 046.590 fE	8 035.905 bcdBC	5 290.905 efF	6 457.800 fE
克沃 5 号	10 033.365 abAB	10 709.760 aA	9 612.765 aA	10 118.625 aA
辽甜 3 号	9 397.890 abAB	8 777.940 abcAB	8 230.185 dCD	8 230.185 bB
克沃 7 号	6 848.460 efDE	6 280.335 eC	5 286.780 fF	6 138.525 fgE

### 3 小结

试验结果表明,参试的11个醇用品种在凉州区、民勤县、古浪县产量最高、丰产性及稳定性比较好的5个甜高粱品种(系)是克沃5号、SF83003、N32F2026、辽甜15-1、N31F2087。在凉州区、民勤县、古浪县糖锤度最高的是SF83003;其次是克沃5号;排名第3的是辽甜3号;排名第4的是克沃7号;排名第5的是辽甜13号。3个试验点平均糖产量最高的是克沃5号;其次是SF83003;排名第3的是N32F2026;排名第4的是辽甜3号;排名第5的是科甜2号。

综合考虑各参试品种(系)在3个试验点的产量、糖锤度、糖产量、抗倒性及田间综合表现,在武威表现最好的品种是克沃5号,其次是SF83003,排名第3的是N32F2026,排名第4的是辽甜3号。以上4个品种(系)建议在武威市凉州区、民勤县、古浪县示范推广种植。

### 参考文献:

- [1] 朱敏,叶凯,再叶尼古丽·库尔班,等.不同肥料配施处理对甜高粱产量及锤度的影响[J].新疆农业科学,2012,49(10):1847-1851.
- [2] TIAN Y S, ZHAO L X, MENG H B, *et al.* Estimation of unused land potential for biofuels development in (the) People's Republic of China[J]. Appl Energy, 2009, 86(S1): 77-85.
- [3] ZHAO Y L, DOLAT A, STEINBERGER Y, *et al.* Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel [J]. Field Crop Res, 2009, 111: 55-64.
- [4] 刘贵锋,赵建武,郑香萍,等.山西省甜高粱的发展与展望[J].山西农业科学,2006,34(3):14-17.
- [5] 王秀玲,程序,李桂英.甜高粱耐盐材料的筛选及芽苗期耐盐性相关分析[J].中国生态农业学报,2010(6):1239-1244.
- [6] 邹剑秋,王艳秋.我国甜高粱育种方向及高效育种技术[J].杂粮作物,2007,27(6):403-404.
- [7] 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.
- [8] 张纪鹏,姜慧,霍炜,等.农作物乙醇燃料的综合效益分析[J].农业工程学报,2008,24(2):299-303.
- [9] 丛靖宇,张焯,杨冠宇,等.不同品种甜高粱幼苗的耐盐能力[J].中国农学通报,2010(19):128-135.
- [10] 曹文伯.我国甜高粱种质资源鉴定及利用概况[J].植物遗传资源学报,2001,2(1):58-62.
- [11] 曹文伯,李翠珍,吕凤金,等.全国高粱品种资源目录(1991-1995)[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [12] 李翠珍,黎裕.全国高粱品种资源目录(1996-2000)[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 冯宜梅,杨珍,乔昌萍.甜高粱引种比较试验初报[J].中国糖料,2015,37(5):41-42.
- [14] 王致和,张肖凌,张秀华,等.河西地区甜高粱品种比较试验[J].中国糖料,2016,38(3):30-32.
- [15] 王国文,詹文平.甜高粱品种比较试验初报[J].中国糖料,2017,39(6):43-45.
- [16] 王致和,张亚萍,唐桃霞,等.甜高粱不同品种在河西地区的比较试验[J].中国糖料,2018,40(3):36-39.
- [17] 杨珍,李斌,赵军,等.甜高粱主要农艺性状与产量相关和通径分析[J].中国糖料,2018,40(4):16-19.
- [18] 王国文.9个甜高粱品种比较试验初报[J].中国糖料,2018,40(4):29-31.

(本文责编:陈珩)