

# 陇东山旱地夏播复种饲用甜高粱品种筛选

柳利龙<sup>1,2</sup>, 贺春贵<sup>1</sup>, 杨富海<sup>1,2</sup>, 张爱琴<sup>1,2</sup>, 张环<sup>1,2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院畜草与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院  
农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 陇东山旱地区为陇东肉羊肉牛产业的重要生产区, 其长期饲草供应不足, 困扰产业发展。为探明山旱地夏播复种饲用甜高粱的干草生产力状况, 增加饲草生产能力, 引进了4个饲用甜高粱品种在陇东山旱地开展试验。结果表明, 甜高粱2180收割高度最高, 为169.53 cm; 其次是陇甜梁1号, 为160.87 cm。茎粗以海牛最高, 为11.20 mm; 陇甜梁1号、甜高粱2180较高, 分别为10.20、10.00 mm。鲜草产量、干物质产量均以甜高粱2180最高, 分别为35 073.68、14 985.53 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是陇甜梁1号, 分别为30 797.60、12 385.86 kg/hm<sup>2</sup>。陇甜梁1号的可溶性糖含量(268.3 g/kg)、干物质采食量(2.24%)、相对饲用价值(110.20)和可消化营养物质(57.84)均为最高, 其次是甜高粱2180。综合分析, 陇甜梁1号和甜高粱2180产草量高, 营养价值较高, 可在陇东地区山旱地种植。

**关键词:** 陇东山旱地; 夏播复种; 饲用甜高粱; 筛选

中图分类号: S514

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)10-0927-05

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2023.10.008

## Screening Experiment of Forage Sweet Sorghum Varieties for Summer Sowing under the Multiple Cropping Production in the Dryland Region of Eastern Gansu

LIU Lilong<sup>1,2</sup>, HE Chungui<sup>1</sup>, YANG Fuhai<sup>1,2</sup>, ZHANG Aiqin<sup>1,2</sup>, ZHANG Huan<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Animal Husbandry, Pasture and Green Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The Longdong dryland is an important producing region of Longdong mutton sheep and beef cattle. The long-term shortage of forage supply has hindered the development of animal husbandry industry. In order to improve the forage production capacity, the variety screening experiment of forage sweet sorghums was carried out using 4 sweet sorghum varieties introduced in summer multiple cropping of the Longdong dryland area. Results showed that the cutting height of sweet sorghum 2180 was the highest, reaching 169.53 cm, followed by Longtianliang 1, reaching 160.87 cm. The stem thickness of Monster was the largest, reaching 11.20 mm, followed by Longtianliang 1 and Sweet sorghum 2180, reaching 10.20 mm and 10.00 mm, respectively. The yield of fresh grass and dry matter in Sweet sorghum 2180 was the highest, reaching 35 073.68 kg/ha and 14 985.53 kg/ha, respectively, followed by Longtianliang 1, reaching 30 797.60 kg/ha and 12 385.86 kg/ha, respectively. The soluble carbohydrate content (268.3 g/kg), dry matter intake (2.24%), relative feeding value (110.20) and digestible nutrients (57.84) of Longtianliang 1 were all the highest, followed by Sweet sorghum 2180. After a comprehensive analysis, Longtianliang 1 and Sweet sorghum 2180 have high grass yield and nutritional value, which could be planted and popularized in Longdong dryland area.

**Key words:** Dryland region in eastern Gansu; Summer multiple cropping; Forage sweet sorghum; Screening

甜高粱(*Sorghum bicolor* L. Moench)为1年生草本C4植物, 因其茎秆糖分含量高, 又被称作甜高

收稿日期: 2023-02-13; 修订日期: 2023-09-03

基金项目: 甘肃省农业科学院科技成果转化项目(2020GAAS-CGZH02)。

作者简介: 柳利龙(1987—), 男, 甘肃定西人, 助理研究员, 主要从事农产品质量安全过程控制工作。Email: liull@gsagr.ac.cn。

通信作者: 贺春贵(1961—), 男, 甘肃庆阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事牧草抗虫育种及栽培工作。Email: hechungui008@qq.com。

梁或糖高粱<sup>[1-2]</sup>, 具有光合效率高、生长能力强、产草量高、营养价值高等特点, 被誉为“高能作物”<sup>[3-4]</sup>。作为近年来种植较为广泛的新型饲用作物之一, 甜高粱抗逆性强, 耐旱、耐涝、耐盐碱, 适合在西北等广袤贫瘠土地种植<sup>[5-6]</sup>, 可青饲, 可青贮, 也可制成干草, 饲喂价值相对较高<sup>[7-9]</sup>, 被认为是陇东山旱地推广应用种植的重要饲草品种之一<sup>[10]</sup>。

长期以来, 陇东旱塬地区发展畜牧业所需饲草料来源主要依靠小麦和玉米等农作物秸秆<sup>[11]</sup>, 存在饲草料品种单一、营养品质不高、季节供给不平衡等问题, 在一定程度上限制了山旱区畜牧业的高效持续发展<sup>[10]</sup>。在陇东山旱区, 从冬小麦或冬油菜收割后到下茬种植, 大约有 120 d 左右的填闲期, 这为复种饲料作物提供了条件。贺春贵等<sup>[12]</sup>在陇东旱塬地区麦茬后复种 3 种光敏性高丹草, 结果 BJM 品种产草量较高、品质优; 常丹丹等<sup>[13]</sup>探索了适宜于甘肃省中部地区的秋播小黑麦复种甜高粱技术, 获得了较高产量的鲜草和干草; 董宽虎等<sup>[14]</sup>在山西省小麦主产区麦茬休闲地复种饲用高粱, 在免耕种植方式下, 干草产量显著高于传统耕作方式, 既有效缓解了冬季饲草料短缺的现状, 又改良了土壤, 提高了土地利用效率; 李春喜等<sup>[15]</sup>在青海省干旱地区冬小麦收获后复种甜高粱, 获得较高鲜草产量, 为农区畜牧业的发展提供饲草料保障。我们在陇东山旱地冬小麦收割后(6月中下旬或7月上旬)进行了饲用甜高粱夏播复种试验, 以期建立山旱地草田轮作种植模式提供理论支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验地位于甘肃省庆阳市镇原县方山乡关山村, 地处黄土残塬丘陵沟壑区, 东北高、西南低, 平均海拔 1 470 m, 土壤为灰钙土。该地多年平均降水量 450 mm 左右, 年平均气温 10 ℃, 年日照时数 2 449.2 h,  $\geq 10$  ℃年积温 2 722 ℃,  $\geq 0$  ℃年积温 3 435 ℃, 无霜期 155 d。前茬作物为冬小麦。

### 1.2 供试品种

供试甜高粱品种有 4 个, 其中陇甜梁 1 号、甜高粱 2180 由甘肃省农业科学院畜草与绿色农业

研究所提供; 海牛、5D-61 来源于美国, 由郑州华丰草业科技有限公司提供。

### 1.3 试验方法

试验采用随机区组设计, 每个品种选择 3 户农户种植。于 2020 年 7 月 2 日冬小麦收割后第 7 天, 随机选择农户地块按照当地传统种植方式播种。播种方式均为撒播, 不覆膜, 种植密度相同(按照当地播种量), 种植前施尿素 300 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥。生长过程中人工拔除田间杂草, 不施任何生长调节剂、杀菌剂、杀虫剂和除草剂。其余管理同大田。在抽穗期收割, 即霜降后(播后 111 d)叶片变黄后收割, 利用传统田间堆放的方式自然风干。

### 1.4 测定指标及方法

1.4.1 农艺性状测定 采用 5 点取样法(每点 1 m<sup>2</sup>), 对各农户种植甜高粱植株进行取样, 每点随机取 20 株进行株高和茎粗测定。株高利用卷尺测定植株主茎由地面至顶端的自然高度, 茎粗利用卡尺测定植株主茎地表起 1/3 处节间的大茎。

1.4.2 产草量测定 利用 1.4.1 取样法, 对每点地上部分的所有植株进行取样称重, 计算单位面积土地上所收获的全部鲜草产量, 然后将所取样品植株切断至 10~20 cm, 用自封袋密封后送至甘肃省农业科学院农业测试中心测定水分及干物质产量(105 ℃恒重法)<sup>[16]</sup>。

1.4.3 营养成分含量测定 利用 1.4.1 取样法, 每点随机取 20 株甜高粱植株茎叶混匀(重量约 2 kg), 烘干后切成 1 cm 小节混匀后打碎(旋风磨 0.425 mm), 装入自封袋送至甘肃省农业科学院农业测试中心实验室测定各营养成分指标。粗蛋白(CP)、可溶性糖(SS)、中性洗涤纤维(NDF)、酸性洗涤纤维(ADF)干基分别利用凯氏定氮法(GB/T 6432—2018)、酸水解法(GB 5009.9—2016)、中性洗涤剂法(GB/T 20806—2006)和酸性洗涤剂法(NY/T 1459—2007)进行测定<sup>[17]</sup>。粗蛋白、可溶性糖、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均为本试验实测值, 干物质采食量、相对饲用价值和总可消化营养物等值为计算值, 计算公式如下<sup>[12]</sup>:

$$\text{干物质采食量(DMI)}=120/\text{NDF}$$

$$\text{可消化干物质(DDM)}=88.9-0.779 \times \text{ADF}$$

相对饲用价值(RFV)=DMI × DDM/1.29

总可消化营养物质(TDN)=81.38+(CP × 0.36)–  
(ADF × 0.77)

### 1.5 数据处理

使用 Excel 2007 进行数据处理和图表制作, 采用 DPS v 7.55 统计软件进行二因素随机区组方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 农艺性状

由表 1 可知, 甜高粱品种不同, 其农艺性状表现不同。收割高度以甜高粱 2180 最高, 为 169.53 cm; 其次是陇甜梁 1 号, 为 160.87 cm, 二者之间差异不显著; 5D-61 最低, 为 120.60 cm。茎粗以海牛最粗, 为 11.20 mm; 陇甜梁 1 号、甜高粱 2180 较粗, 分别为 10.20、10.00 mm; 5D-61 最细, 为 8.00 mm。海牛与陇甜梁 1 号和甜高粱 2180 差异不显著, 与 5D-61 差异显著; 陇甜梁 1 号、甜高粱 2180 和 5D-61 间差异不显著。

表 1 不同甜高粱品种的农艺性状<sup>①</sup>

品种	收割高度 /cm	茎粗 /cm
陇甜梁 1 号	160.87±5.00 aAB	10.20±0.68 abA
甜高粱 2180	169.53±3.47 aA	10.00±0.86 abA
海牛	145.40±3.03 bB	11.20±0.86 aA
5D-61	120.60±5.42 cC	8.00±0.71 bA

①表中数据为均值±标准误。

### 2.2 产草量

由表 2 可知, 鲜草产量以甜高粱 2180 最高, 为 35 073.68 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是陇甜梁 1 号, 为 30 797.60 kg/hm<sup>2</sup>; 海牛、5D-61 较低, 分别为 29 239.95、27 428.10 kg/hm<sup>2</sup>。对鲜草产量进行方差分析结果表明, 甜高粱 2180 与陇甜梁 1 号之间差异不显著, 与海牛差异显著, 与 5D-61 差异极显著; 陇甜梁 1 号、海牛均与 5D-61 差异不显著。干物质产量同样以甜高粱 2180 最高, 为 14 985.53 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是陇甜梁 1 号, 为 12 385.86 kg/hm<sup>2</sup>; 海牛、5D-61 较低, 分别为 7 807.07、8 859.28 kg/hm<sup>2</sup>。对干物质产量进行方差分析结果表明, 甜高粱 2180 与其余品种差异极显著; 陇甜梁 1 号、海牛和 5D-61 差异极显著; 海牛和 5D-61 差异不显著。可见, 鲜草产量和干物质产量均以甜高粱 2180 最高, 甜高粱 2180 次之。

表 2 不同品种甜高粱的产草量

品种	鲜草产量 / (kg/hm <sup>2</sup> )	干物质产量 / (kg/hm <sup>2</sup> )
陇甜梁 1 号	30 797.60±1 139.54 abAB	12 385.86±455.07 bB
甜高粱 2180	35 073.68±1 561.37 aA	14 985.53±684.11 aA
海牛	29 239.95±1 533.49 bAB	7 807.07±409.44 cC
5D-61	27 428.10±1 747.46 bB	8 859.28±564.53 cC

### 2.3 营养成分含量与相对饲喂价值

2.3.1 粗蛋白含量 由表 3 可知, 4 种饲用甜高粱品种的粗蛋白含量以 5D-61 最高, 为 75.6 g/kg; 陇甜梁 1 号最低, 为 42.9 g/kg; 二者相差 32.7

表 3 不同品种甜高粱营养成分含量与相对饲喂价值

品种	粗蛋白 CP (干基) / (g/kg)	可溶性糖 SS (干基) / (g/kg)	中性洗涤纤维 NDF (干基) / (g/kg)	酸性洗涤纤维 ADF (干基) / (g/kg)
陇甜梁 1 号	42.9±1.1 dC	268.3±17.8 aA	538.7±17.2 cB	325.8±6.9 aA
甜高粱 2180	50.2±3.1 cB	194.7±25.7 bB	562.0±16.6 bcAB	337.0±12.0 aA
海牛	68.6±0.1 bA	165.0±8.3 bcB	589.0±3.1 abAB	338.0±8.2 aA
5D-61	75.6±1.4 aA	138.0±3.0 cB	611.0±12.4 aA	350.0±6.7 aA

  

品种	干物质采食量 DMI /%	可消化干物质 DDM /%	相对饲用价值 RFV	可消化营养物质 TDN
陇甜梁 1 号	2.24±0.07 aA	63.52±0.54 aA	110.20±4.18 aA	57.84±0.50 aA
甜高粱 2180	2.14±0.06 abAB	62.65±0.94 aA	104.23±4.53 abAB	57.24±0.92 aA
海牛	2.04±0.05 bAB	62.57±1.46 aA	98.84±1.73 bcAB	57.82±0.63 aA
5D-61	1.97±0.07 bB	61.64±1.76 aA	94.02±1.59 cB	57.15±0.42 aA

g/kg, 差异极显著; 海牛和甜高粱 2180 粗蛋白含量居于以上 2 个品种之间, 分别为 68.6、50.2 g/kg, 二者差异极显著。

2.3.2 可溶性糖含量 可溶性糖含量以陇甜梁 1 号最高, 为 268.3 g/kg, 与可溶性糖含量最低的 5D-61(138.0 g/kg)相差 130.3 g/kg, 且二者之间差异极显著。甜高粱 2180 和海牛介于以上 2 个品种之间, 分别为 194.7 g/kg 和 165.0 g/kg, 二者之间差异不显著, 与陇甜梁 1 号差异极显著。

2.3.3 中性洗涤纤维含量 中性洗涤纤维含量以 5D-61 最高, 为 611.0 g/kg; 陇甜梁 1 号最低, 为 538.7 g/kg, 二者相差 72.3 g/kg, 且差异极显著。甜高粱 2180 和海牛介于以上 2 个品种之间, 分别为 589.0、562.0 g/kg, 二者之间差异不显著。

2.3.4 酸性洗涤纤维含量 酸性洗涤纤维含量以 5D-61 最高, 为 350.0 g/kg; 海牛、甜高粱 2180 较高, 分别为 338.0、337.0 g/kg; 陇甜梁 1 号最低, 为 325.8 g/kg。且 4 个品种之间差异不显著。

2.3.5 干物质采食量 干物质采食量陇甜梁 1 号最高, 为 2.24%, 与甜高粱 2180 差异不显著, 与海牛差异显著, 与 5D-61 差异极显著; 其次是甜高粱 2180, 为 2.14%, 与海牛和 5D-61 差异不显著; 海牛和 5D-61 较低, 分别为 2.04%和 1.97%, 二者之间差异不显著。

2.3.6 可消化干物质 可消化干物质陇甜梁 1 号最高, 为 63.52%; 甜高粱 2180、海牛较高, 分别为 62.65%、62.57%; 5D-61 最低, 为 61.64%。且 4 个品种间差异不显著。

2.3.7 相对饲喂价值 相对饲喂价值陇甜梁 1 号最高, 为 110.20, 与甜高粱 2180 差异不显著, 与海牛差异显著, 与 5D-61 差异极显著; 5D-61 最低, 为 94.02; 甜高粱 2180 和海牛介于以上 2 个品种之间, 分别为 104.23 和 98.84。

2.3.8 可消化营养物含量 可消化营养物含量均在 57 左右, 其中陇甜梁 1 号最高, 为 57.84; 海牛和甜高粱 2180 较高, 分别为 57.82 和 57.24; 5D-61 最低, 为 57.15。4 个品种之间差异不显著。

### 3 讨论与结论

夏播复种甜高粱, 既可有效缓解冬季饲草饲料资源短缺的矛盾, 又可提高山旱地的利用率, 改善土壤环境。但陇东山旱区夏播复种饲用甜高

粱, 其生育期一般较春播时间短, 与春播或其他地域种植的甜高粱相比较, 在产草量、干物质产量以及其营养成分含量还存在差异, 这可能与光照、热量不足, 播种量普遍高于推荐用量、种植技术落后等有关, 亟须加速在陇东山旱区对甜高粱新技术新品种的应用推广。种植模式可采用覆膜穴播技术, 可进一步提高产草量和营养品质<sup>[12]</sup>。另外, 群众可充分利用撂荒地、休闲地和上年粮食高粱地春播, 冬小麦和冬油菜后休闲地夏播复种进行饲用甜高粱饲草干草生产, 可解决饲草短缺的现状, 也可提高经济收益。

在种植方式、收获方式和田间管理等相同的条件下, 4 个饲用甜高粱品种陇甜梁 1 号、甜高粱 2180、海牛和 5D-61 在陇东山旱地种植, 其农艺性状、产草量和营养成分表现各不相同。结果表明, 4 个甜高粱品种均在抽穗期收割, 收割高度以甜高粱 2180 最高, 为 169.53 cm; 其次是陇甜梁 1 号, 为 160.87 cm; 茎粗以海牛最高, 为 11.20 mm; 陇甜梁 1 号、甜高粱 2180 较高, 分别为 10.20、10.00 mm; 5D-61 收割高度和茎粗均最低。鲜草产量、干物质产量均以甜高粱 2180 最高, 分别为 35 073.68、14 985.53 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是陇甜梁 1 号, 分别为 30 797.60、12 385.86 kg/hm<sup>2</sup>。海牛和 5D-61 产草量均较低。营养成分测定结果表明, 粗蛋白含量 5D-61 最高(75.6 g/kg); 其次是海牛 (68.6 g/kg); 甜高粱 2180 (50.2 g/kg)和陇甜梁 1 号 (42.9 g/kg)较低。可溶性糖含量(268.3 g/kg)、干物质采食量 (2.24%)、可消化干物质 (63.52%)、相对饲喂价值(110.20)和可消化营养物含量(57.84)均以陇甜梁 1 号最高, 高粱 2180 次之(除可消化营养物含量外)。综合分析, 陇甜梁 1 号和甜高粱 2180 产草量高, 营养价值较高, 可在陇东地区山旱地推广种植。

### 参考文献:

- [1] 阿扎提古丽·奥布力喀斯木, 艾尼江·尔斯曼, 古丽尼孜尔·艾依斯热洪, 等. 不同饲用甜高粱品种在南疆地区的生物产量和营养品质比较[J]. 新疆农业大学学报, 2021, 44(5): 382-390.
- [2] 贺春贵. 甜高粱概念辨析及栽培群概念在饲用高粱品种研究中的应用[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(3): 80-86.



- [3] 麦麦提敏·乃依木. 四种甜高粱干草品质比较研究[J]. 草食家畜, 2018(2): 47-51.
- [4] 葛玉彬, 张国琴, 张正英, 等. 饲用甜高粱杂交种陇甜1号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2020(10): 1-4.
- [5] 贺春贵, 张邦林, 马彦. 关于甘肃发展旱作草畜牧业生产体系的思考[J]. 甘肃农业科技, 2013(12): 8-11.
- [6] 卢秀霞, 石晓瑛. 甘肃省高粱产业优势及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(1): 81-85.
- [7] 王锦涛. 不同种植密度对甜高粱生长发育与产量的影响[D]. 太原: 山西农业大学, 2014.
- [8] 李春宏, 张培通, 郭文琦, 等. 甜高粱青贮饲料研究与利用现状及展望[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(3): 150-152.
- [9] 陈细欣. 高粱/甜高粱种质资源遗传多样性 SRAP 分析及性状鉴定[D]. 福州: 福建农林大学, 2016.
- [10] 杨晓, 赵海燕, 马淑梅, 等. 陇东旱源区饲用甜高粱品种的农艺性状比较[J]. 中国草食动物科学, 2018, 38(4): 23-27.
- [11] 郭灵生, 段小红. 平凉市草食畜牧业发展策略[J]. 中国畜牧业, 2013(20): 78-79.
- [12] 贺春贵, 何振富, 王斐. 夏播复种光敏型高丹草的养分含量与产量[J]. 草业学报, 2017, 26(7): 177-189.
- [13] 常丹丹, 王旭, 田新会, 等. 甘肃中部地区秋播小黑麦套作式复种甜高粱的效应及品质研究[J]. 草业学报, 2021, 30(11): 212-220.
- [14] 董宽虎, 张瑞忠, 李连友, 等. 不同耕作方式对麦茬复种饲草干草产量的影响[J]. 中国草地学报, 2010, 32(2): 103-107.
- [15] 李春喜, 冯海生, 郭万春, 等. 青海旱作全膜双垄沟播甜高粱和复种产量及土壤养分含量[J]. 草业科学, 2015, 32(9): 1530-1535.
- [16] 中国国家标准化管理委员会. 饲料中水分的测定: GB/T 6435-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [17] 何振富, 贺春贵, 魏玉明, 等. 光敏性高丹草在陇东旱源的生物学特性和营养成分比较研究[J]. 草业学报, 2015, 24(10): 166-174.

农业强国是社会主义现  
代化强国的根基, 推进农业  
现代化是实现高质量发展的  
必然要求。