

肖丹,张苏江,王明,等.不同甜高粱品种与玉米主要农艺性状比较[J].江苏农业科学,2017,45(5):79-83.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.021

# 不同甜高粱品种与玉米主要农艺性状比较

肖丹,张苏江,王明,周斐然

(塔里木大学动物科学学院/塔里木畜牧科技兵团重点实验室,新疆阿拉尔 843300)

**摘要:**为筛选适合南疆地区气候地理环境栽培的甜高粱品种,以玉米为对照,对各参试品种的主要农艺性状进行分析比较。结果显示,(1)甜高粱中的雷伊、绿能2号、甜饲1号均属于中熟品种,大力王、海牛属于极晚熟品种。新饲玉11号比雷伊等中熟品种早24~26 d到达腊熟期。(2)大力王的株高、茎粗均最大;各供试品种的茎粗从大到小排序为大力王>雷伊>新饲玉11号>海牛>甜饲1号>绿能2号。(3)各品种的锤度随节数自基部向上呈现不同的变化趋势,绿能2号的含糖锤度最高,为22.40%;新饲玉11号的含糖锤度最低,为10.99%。(4)新饲玉11号与大力王、海牛之间的叶宽、叶长等农艺性状差异性显著。(5)大力王和海牛的产量分别为146 823.40、121 895.45 kg/hm<sup>2</sup>,绿能2号的产量最低,为48 570.99 kg/hm<sup>2</sup>,大力王、海牛与其他品种的单株鲜质量、单株叶质量、单株茎质量差异极显著。可见,与玉米比较,大力王、海牛、雷伊以及绿能2号甜高粱品种的适应性较好,主要农艺性状表现良好,可作为南疆地区饲料作物栽培的高粱品种。

**关键词:**甜高粱;农艺性状;含糖锤度;生物产量

**中图分类号:**S513.04;S514.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)05-0079-04

甜高粱(*Sorghum bicolor* L. Moench)是普通高粱的一个变种,属禾本科一年生C<sub>4</sub>植物。甜高粱的水分利用效率高,干旱可以使甜高粱的气孔收缩,以达到降低蒸腾作用、减少水分流失的作用,同时,其茎叶表面较多的腊质也可以防止水分的进一步散失<sup>[1]</sup>。甜高粱由于具有抗干旱、耐盐碱、耐贫瘠、喜强光、光合效率高、生物产量高等优点<sup>[2-4]</sup>,作为粮食、能源、糖源和饲料作物<sup>[5-7]</sup>,已经引起了世界各国的普遍重视<sup>[8]</sup>。

新疆位于天山与昆仑山之间,包括塔里木盆地、昆仑山脉新疆部分以及吐鲁番盆地,面积约53万km<sup>2</sup>,约占新疆的2/3<sup>[9]</sup>。新疆是新疆少数民族的聚集区,当地少数民族具有养殖牛羊的历史传统。然而,受塔里木盆地干旱沙漠气候和盐碱土壤环境<sup>[10]</sup>的影响,南疆粗饲料资源极其缺乏,这限制了南疆畜牧业的快速发展。因此,进一步开发和科学合理地利用饲料资源是扩大南疆牛羊养殖规模的物质基础,对增加南疆少数民族家庭收入具有十分重要的意义。

栽培高产、抗逆性强的饲料作物是解决粗饲料资源不足的最有效途径。由于具有生物产量高、生长速度快、抗逆性强、水分利用效率高等特点,在干旱气候和盐碱土壤条件下,甜高粱是一种极具潜力的饲料作物<sup>[11-12]</sup>。甜高粱品种类型十分丰富,其生物学性状随品种不同有很大的差异<sup>[13-14]</sup>。受气候环境条件的影响,与内地其他地方相比,同一品种甜高粱在新疆栽培往往表现出更高的含糖量和生物量<sup>[15]</sup>。甜高粱

在新疆的栽培研究主要集中在北疆<sup>[16-17]</sup>,在南疆进行的相关研究报道较为少见。与北疆比较,南疆光热资源优势更为突出,这为甜高粱在南疆种植提供了更有利的区位优势<sup>[18-19]</sup>。因此,本试验对几个甜高粱品种和玉米的农艺学性状进行了分析,旨在筛选出适合南疆气候环境特点的甜高粱品种,为南疆饲料资源的开发利用提供科学依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验地概况

试验在新疆阿拉尔市塔里木大学试验基地进行,试验地纬度40°22'N,年均气温10.7℃,年均日辐射6 000 MJ/m<sup>2</sup>,有效年积温3 800~4 700℃,无霜期180~240 d,年日照2 500~3 000 h,4—10月平均日照9.5 h,属典型的暖温带大陆性干旱荒漠气候<sup>[12]</sup>。土壤类型为沙壤土,春灌1次,播种前精细整地,施60 kg/hm<sup>2</sup>磷酸二铵、35 kg/hm<sup>2</sup>钾肥做积肥,拔节期追施120 kg/hm<sup>2</sup>磷酸二铵。

### 1.2 试验材料

选择的5个甜高粱品种分别为雷伊、绿能2号、甜饲1号、大力王、海牛。种植的玉米品种为新饲玉11号。

### 1.3 试验方法

**1.3.1 试验设计** 试验采用随机区组排列设计,3次重复,小区面积为40 m<sup>2</sup>,于2014年4月16日,按行距0.60 m、株距0.20 m播种。

**1.3.2 主要农艺性状调查与测定方法** 试验参照卢庆善提供的方法<sup>[20]</sup>,调查记录各个品种的播种期、出苗期、分蘖期、拔节期、抽穗期、开花期、乳熟期、腊熟期、收获期,并在整个生长期记录株高和茎粗。甜高粱和玉米在2014年10月10日收获时,每个区选取10株分别测定株高、茎粗、叶长、叶宽、节数、分蘖数、单株质量、单株叶质量、单株茎质量、百粒质量,第4、6、8、10茎节的锤度,计算生物产量。其中,糖锤度使用糖

收稿日期:2016-01-18

基金项目:国家自然科学基金(编号:31160472、31260565);塔里木大学博士基金(编号:TDZKBS201102)。

作者简介:肖丹(1991—),女,四川南充人,硕士研究生,从事饲料资源开发利用研究。E-mail:519810578@qq.com。

通信作者:张苏江,博士,教授,主要从事动物营养与饲料专业的教学与研究工作。E-mail:zsjdky@126.com。

锤度计(ATAGO, PAL-1 日本爱拓公司)测定, 茎粗采用电子数显示游标卡尺测定[生工生物工程(上海)股份有限公司], 株高、叶长、叶宽用普通米尺测定, 百粒质量用电子天平[ES1200, 赛多利斯(上海)贸易有限公司]测定, 单株质量、叶质量和茎质量用普通电子称测量。腊熟期田间收获3行, 计产面积10 m<sup>2</sup>, 测定小区生物产量, 每小区取少量全株新鲜植株粉碎后, 在实验室65℃条件下烘干至恒质量后称量, 并计算干物质含量<sup>[17]</sup>。

1.3.3 数据处理 数据采用Excel 2003 进行整理, 用SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析(One Way ANOVA), 多

重比较采用Duncan's 法。显著性检验水平为 $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 玉米及5个甜高粱品种的生育期比较

由表1可知, 玉米和5种甜高粱品种生育期不同。新饲玉11号玉米的出苗期、拔节期、开花期、乳熟期、蜡熟期均早于5种试验甜高粱, 玉米出苗期、拔节期比甜高粱分别早4、16 d, 乳熟期、蜡熟期早25 d左右。雷伊、绿能2号和甜饲1号甜高粱品种均可以成熟, 而大力王和海牛只能达到开花抽穗期, 而不能结实成熟。

表1 玉米及5个甜高粱品种的生育期

品种	播种期	出苗期	分蘖期	拔节期	开花期	乳熟期	腊熟期
新饲玉11号	04-16	04-26	—	05-20	07-20	08-20	09-10
雷伊	04-16	04-30	05-12	06-6	08-18	09-16	10-4
绿能2号	04-16	04-30	05-12	06-6	08-23	09-20	10-4
甜饲1号	04-16	04-30	05-12	06-6	08-9	09-16	10-6
大力王	04-16	04-30	05-12	06-6	—	—	—
海牛	04-16	04-30	05-12	06-6	—	—	—

注: “—”表示该品种在试验过程中无此生长期。

### 2.2 玉米及甜高粱在不同生长期的株高和茎粗

不同生长期玉米及甜高粱的株高之间存在明显差异(图1)。6月6日到7月16日之间, 新饲玉11号生长较快, 株高比所有甜高粱品种都高; 在7月16日到8月6日期间, 玉米和甜高粱的生长速度均较快, 其中, 大力王和海牛的株高相近, 甜饲1号和雷伊的株高相近, 而绿能2号的株高接近于新饲玉11号; 大力王的株高从8月6日到10月6日一直处于快速增长的状态, 明显高于其他品种的甜高粱和玉米, 达到了381.8 cm; 海牛在8月6—26日, 株高和大力王相近, 8月26日到10月6日, 株高明显低于大力王, 但在10月6日, 海牛的株高大于新饲玉11号、雷伊以及甜饲1号的株高, 达到327.4 cm, 与绿能2号的株高相近; 新饲玉11号和其他的甜高粱品种在10月6日时株高在304.7~325.0 cm之间。总体分析得, 到收获时, 大力王和海牛的株高均大于其他参试品种。

16.19 mm, 到7月16日时茎粗为22.36 mm, 其后茎粗生长缓慢, 到10月6日时茎粗为23.68 mm; 雷伊的茎粗在6月26日时为15.06 mm, 到8月6日时茎粗为25.36 mm, 其后茎粗变化较小。从总体分析, 到收割时各品种茎粗的大小顺序为大力王 > 雷伊 > 新饲玉11号 > 海牛 > 甜饲1号 > 绿能2号。

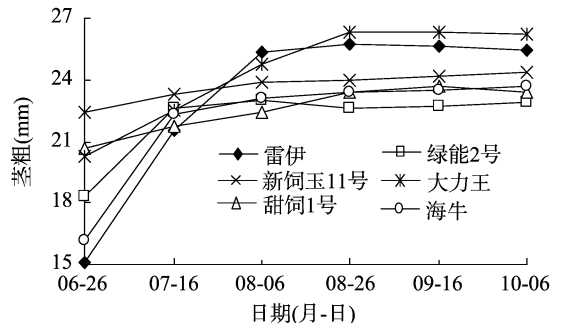


图2 玉米及不同甜高粱品种在不同生长时期茎粗的变化

### 2.3 玉米及甜高粱的锤度及主要农艺性状的比较

2.3.1 玉米及甜高粱不同节间的糖锤度变化趋势 由表2可知各供试品种的锤度随节数由基部到顶部的变化, 雷伊、绿能2号和甜饲1号呈现低—高一低的变化趋势, 新饲玉11号、大力王和海牛呈现低—高的变化趋势。绿能2号的第4节糖锤度最高, 为22.86%, 与其他供试品种差异显著( $P < 0.05$ ); 绿能2号的第6节糖锤度最高, 为23.48%, 与其他供试品种差异显著( $P < 0.05$ ); 绿能2号的第8节糖锤度为22.49%、雷伊的为21.86%, 两者与其他供试品种差异显著( $P < 0.05$ ); 绿能2号、雷伊、甜饲1号的第10节糖锤度与新饲玉11号、大力王、海牛差异显著( $P < 0.05$ )。总体分析可知, 甜饲1号、绿能2号、雷伊的糖锤度明显高于新饲玉11号、大力王、海牛, 各品种的糖锤度从大到小排序为绿能2号 > 雷伊 > 甜饲1号 > 海牛 > 大力王 > 新饲玉11号。

2.3.2 玉米及甜高粱百粒质量和主要农艺性状的分析 由表3可知, 新饲玉11号百粒质量最大, 为25.04 g, 与其他供

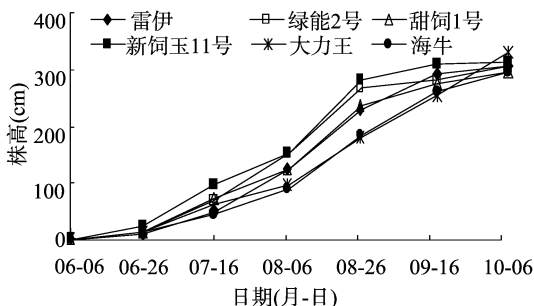


图1 玉米及不同甜高粱品种在不同生长时期株高的变化

生长期玉米及甜高粱的茎粗变化情况如图2所示。新饲玉11号的茎粗在6月26日时为22.41 mm, 到10月6日时茎粗为24.34 mm, 茎粗增加缓慢; 绿能2号的茎粗在6月26日时为18.34 mm, 到7月16日时茎粗为22.62 mm, 其后茎粗变化较小; 大力王的茎粗在6月26日为20.26 mm, 到8月26日时茎粗为26.33 mm, 其后茎粗变化较小; 甜饲1号的茎粗在6月26日时为20.61 mm, 到8月26日时茎粗为23.35 mm, 其后茎粗变化较小; 海牛的茎粗在6月26日时为

表2 玉米及不同甜高粱品种节间糖锤度变化

品种	糖锤度(%)				平均值
	第4节	第6节	第8节	第10节	
新饲玉11号	9.61 ± 3.17c	10.63 ± 3.39d	10.88 ± 2.92d	12.84 ± 3.66b	10.99
雷伊	19.51 ± 2.90b	21.28 ± 2.81b	21.86 ± 3.08a	21.46 ± 3.03a	21.03
绿能2号	22.86 ± 0.56a	23.48 ± 0.70a	22.49 ± 1.54a	20.77 ± 3.43a	22.40
甜饲1号	17.52 ± 3.01b	18.71 ± 2.61c	19.65 ± 2.01b	19.63 ± 1.67a	18.88
大力王	10.22 ± 1.55c	10.72 ± 1.19d	11.93 ± 1.61cd	13.42 ± 2.08b	11.57
海牛	10.55 ± 1.81c	12.16 ± 1.90d	13.75 ± 1.46c	14.63 ± 1.63b	12.77

注:同列数据后不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。下表同。

表3 玉米及不同甜高粱品种百粒质量和主要农艺性状的分析

品种	百粒质量(g)	节数(节)	叶长(cm)	叶宽(cm)	分蘖数(个)
新饲玉11号	25.04 ± 1.34a	15.6 ± 1.0b	81.6 ± 13.5de	9.1 ± 1.0a	0.0 ± 0.0d
雷伊	2.83 ± 0.07b	13.3 ± 1.5cd	93.9 ± 9.8c	9.3 ± 1.2a	2.4 ± 0.5b
绿能2号	1.38 ± 0.06d	12.2 ± 1.1b	76.9 ± 4.4e	6.6 ± 0.5c	3.6 ± 1.5a
甜饲1号	2.62 ± 0.06bc	13.9 ± 1.6c	89.1 ± 7.0cd	7.9 ± 1.1b	1.2 ± 0.6c
大力王	3.01 ± 0.06b	19.3 ± 2.2a	122.8 ± 13.2a	8.0 ± 1.2b	3.8 ± 0.7a
海牛	2.18 ± 0.06c	20.1 ± 1.5a	111.0 ± 9.7b	5.9 ± 1.2c	4.4 ± 1.1a

试品种差异显著;海牛、大力王的节数分别为20.1、19.3节,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );大力王的叶长为122.8 cm,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );雷伊、新饲玉11号的叶宽分别为9.3、9.1 cm,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );绿能2号、海牛、大力王的分蘖数分别为3.6、4.4、3.8个,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ ),新饲玉11号无分蘖茎。总体分析可知,大力王、海牛都属于节数多、百粒质量低、叶长、分蘖数多的品种。

2.3.3 玉米及甜高粱单株鲜质量和产量分析 由表4可知,

大力王的单株鲜质量为4.74 kg,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );大力王、海牛的单株叶质量分别为1.07、0.85 kg,与其他品种差异显著;大力王的单株茎质量为3.86 kg,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );大力王、海牛的产量分别为146 823.40、121 895.45 kg/hm<sup>2</sup>,与其他品种差异显著( $P < 0.05$ );甜饲1号的干物质含量与新饲玉11号、雷伊、绿能2号、大力王、海牛差异显著( $P < 0.05$ )。总体分析可知,大力王、海牛的产量明显高于其他品种,干物质含量低,水分含量高。

表4 玉米及不同甜高粱品种单株鲜质量和产量分析

品种	单株鲜质量(kg)	单株叶质量(kg)	单株茎质量(kg)	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	干物质含量(%)
新饲玉11号	0.87 ± 0.12c	0.24 ± 0.07b	0.41 ± 0.05d	64 344.13 ± 479.14c	33.29 ± 1.03c
雷伊	1.02 ± 0.09c	0.26 ± 0.06b	0.75 ± 0.14cd	48 570.99 ± 291.44f	37.29 ± 1.92b
绿能2号	1.75 ± 1.43c	0.42 ± 0.36b	1.28 ± 1.05c	56 911.11 ± 543.77e	32.40 ± 2.03cd
甜饲1号	1.26 ± 0.26c	0.20 ± 0.04b	0.76 ± 0.16cd	58 561.55 ± 546.06d	41.74 ± 2.56a
大力王	4.74 ± 0.51a	1.07 ± 0.14a	3.86 ± 0.68a	146 823.40 ± 382.78a	22.88 ± 4.00e
海牛	3.22 ± 0.61b	0.85 ± 0.19a	2.39 ± 0.46b	121 895.45 ± 509.69b	29.28 ± 2.83d

### 3 讨论

#### 3.1 试验品种的生育期、株高和茎粗

全生育期是指从出苗期次日到籽粒成熟期的天数,按照全生育期将甜高粱成熟期划分为极早熟、早熟、中熟、晚熟、极晚熟<sup>[21]</sup>。根据各供试品种所记载的生育期分析发现,新饲玉11号的出苗期、拔节期、开花期、成熟期均比甜高粱早;各甜高粱品种的开花期、成熟期不同,雷伊、绿能2号、甜饲1号均属于中熟品种,大力王、海牛属于极晚熟品种。孙宏等研究了甜高粱杂交品种在海南和北京两地的生育期规律发现,甜高粱的生长发育南方快于北方,这说明生育期的长短与光照、温度有关<sup>[22]</sup>。

从株高、茎粗来看,大力王的株高最高,为381.8 cm,新饲玉11号和其他品种的甜高粱的株高在304.7~325.0 cm

之间;各供试品种的茎粗在22.92~26.20 mm之间。赵香娜等研究了206份甜高粱资源发现株高、茎粗变异幅度大;株高平均值为272.33 cm,最高达409.93 cm;茎粗平均值为1.70 cm,最粗可达2.50 cm<sup>[21]</sup>。

#### 3.2 试验品种糖锤度的变化

有研究发现甜高粱的糖锤度大于10%,一般品种保持在15%~20%之间,雷伊的糖锤度在19%左右,绿能2号的糖锤度为17.9%<sup>[23]</sup>。绿能2号、雷伊、甜饲1号的糖锤度大于18%,属于含糖量较高的甜高粱;大力王、海牛的糖锤度小于13%,属于低糖含量的甜高粱品种;新饲玉11号的糖锤度最低,为10.99%。叶凯等对新疆甜高粱茎节锤度与茎秆平均锤度的关系进行研究,发现茎秆不同茎节之间的锤度有明显的差异,自基部至顶部各节段的锤度呈现出低—高一低的变化规律,第9、10、11节的汁液的糖锤度最高,第2节最低,全

株混合锤度总平均值为 15.1<sup>[24]</sup>。甘肃省张掖市农业科学研究院测定 2 000 个甜高粱样本的汁液,锤度在 16% ~ 27% 之间,表明甜高粱在糖锤度方面超过了甜菜(15.5%)<sup>[25]</sup>。中国科学院植物研究所对 28 个从美国和澳大利亚引进的甜高粱品种的每株籽粒产量与汁液锤度进行相关性分析,发现汁液锤度与籽粒产量呈正相关<sup>[20]</sup>。

### 3.3 试验品种的百粒质量和主要农艺性状

从百粒质量、节数、叶长等方面分析发现,新饲玉 11 号的百粒质量最大,为 25.04 g,绿能 2 号的百粒质量最小,为 1.38 g;海牛的节数最多,为 20.1 节,大力王的节数为 19.3 节,绿能 2 号的节数最少,为 12.2 节;大力王的叶长最长,为 122.8 cm,海牛的叶长为 111.0 cm,绿能 2 号的叶长最短,为 76.9 cm;雷伊的叶宽最大,为 9.3 cm,海牛的叶宽最小,为 5.9 cm;海牛和大力王的分蘖数都较大,分别为 4.4、3.8 个,甜饲 1 号的分蘖数最少,为 1.2 个。有研究发现,甜高粱的籽粒质量比粒用高粱小,百粒质量在 2.1 g 左右<sup>[20]</sup>。中国科学院植物研究所对 30 个甜高粱品种的观测显示,其茎秆节数多在 10 ~ 20 节之间;观测了 25 个甜高粱品种的叶片长度和宽度,发现叶片平均长度为 93 cm,幅度在 75 ~ 112 cm 之间,平均宽度为 9.1 cm,幅度在 7.7 ~ 11.2 cm 之间<sup>[20]</sup>。

### 3.4 试验品种的单株鲜质量和产量

大力王的产量为 146 823.40 kg/hm<sup>2</sup>,海牛的产量为 121 895.45 kg/hm<sup>2</sup>,绿能 2 号的产量最低,为 48 570.99 kg/hm<sup>2</sup>,大力王、海牛与新饲玉 11 号相比较,都属于节数多、叶长较长、分蘖数多的品种。由于大力王和海牛处于抽穗开花期,株高较高,节数较多,分蘖数较多,水分含量也高,所以大力王和海牛的单株鲜质量、单株叶质量、单株茎质量以及产量都明显高于新饲玉 11 号。有研究发现,甜高粱的生物产量在国外的 高产纪录为 169 005 kg/hm<sup>2</sup>,国内的高产纪录为 157 500 kg/hm<sup>2</sup>,一般产量为 60 000 ~ 120 000 kg/hm<sup>2</sup>,甜高粱的生物产量比青饲玉米增产 45 000 ~ 60 000 kg/hm<sup>2</sup>,适口性优于青饲玉米,有能量饲料功能<sup>[25-27]</sup>。Tefera 等发现,晚熟的高粱品种与早熟品种间种时,会获得较高的产量<sup>[28]</sup>。高明超等统计了 22 个甜高粱品种的农艺性状遗传参数,结果表明分蘖数和株高对生物产量直接效应最大,生育期、株高、穗长、节数、分蘖数、主茎粗与生物产量呈极显著正相关<sup>[29]</sup>。闰峰对 64 份甜高粱品种的单株鲜质量进行研究,参试甜高粱的单株鲜质量的多样性指数和变异系数较高,说明甜高粱种质具有丰富的变异,改良潜力较大<sup>[30]</sup>。

## 4 小结

与新饲玉 11 号相比,大力王和海牛具有生物产量高、分蘖数多的特点,而雷伊和绿能 2 号具有糖分含量高、分蘖数多、叶茎比例高,生物产量适中等特点,因此,大力王、海牛、雷伊和绿能 2 号可作为南疆地区适栽的甜高粱品种。

### 参考文献:

[1] 肖丹,张苏江,陈立强,等. 甜高粱饲料在南疆粗饲料资源开发中的前景分析[J]. 草食家畜,2014(6):22-27.  
[2] Türe S, Uzun D, Türe I E. The potential use of sweet sorghum as a non-polluting source of energy[J]. Energy,1997,22(1):17-19.

[3] Corredor D Y, Salazar J M, Hohn K L, et al. Evaluation and characterization of forage sorghum as feedstock for fermentable sugar production[J]. Applied Biochemistry and Biotechnology,2009,158(1):164-179.  
[4] Wu X, Staggengborg S, Propher J L, et al. Features of sweet sorghum juice and their performance in ethanol fermentation[J]. Industrial Crops and Products,2010,31(1):164-170.  
[5] Yu J L, Zhang X, Tan T W. Ethanol production by solid state fermentation of sweet sorghum using thermotolerant yeast strain[J]. Fuel Processing Technology,2008,89(11):1056-1059.  
[6] Rooney W L, Blumenthal J, Bean B, et al. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock[J]. Biofuels, Bioproducts and Biorefining,2007,1(2):147-157.  
[7] Kurle J E, Sheaffer C C, Crookston R K, et al. Popcorn, sweet corn, and sorghum as alternative silage crops[J]. Journal of Production Agriculture,1991,4(3):432-436.  
[8] Ritter K B, Jordan D R, Chapman S C, et al. Identification of QTL for sugar-related traits in a sweet × grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population[J]. Molecular Breeding,2008,22(3):367-384.  
[9] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2001.  
[10] Zhang W T, Wu H Q, Gu H B, et al. Variability of soil salinity at multiple spatio-temporal scales and the related driving factors in the oasis areas of Xinjiang, China[J]. Pedosphere,2014,24(6):753-762.  
[11] Zhang S J, Chaudhry A S, Osman A, et al. Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics[J]. Animal Feed Science and Technology,2015,206:29-38.  
[12] Zhang S J, Chaudhry A S, Ramdani D, et al. Chemical composition and *in vitro* fermentation characteristics of high sugar forage sorghum as an alternative to forage maize for silage making in Tarim Basin, China[J]. Journal of Integrative Agriculture,2016,15(1):175-182.  
[13] 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.  
[14] 艾买尔江·吾斯曼,吐热依夏木·依米提,张苏江. 不同基因型甜高粱品种干物质积累规律研究[J]. 塔里木大学学报,2013,25(1):39-41.  
[15] 冯国郡,叶凯,涂振东. 时空变化对甜高粱农艺性状的影响及分析[J]. 新疆农业科学,2010,47(2):285-290.  
[16] 王兆木,涂振东,贾东海. 新疆甜高粱开发利用研究[J]. 新疆农业科学,2007,44(1):50-54.  
[17] 冯国郡,叶凯,涂振东,等. 甜高粱主要农艺性状相关性和主成分分析[J]. 新疆农业科学,2010,47(8):1552-1556.  
[18] 艾买尔江·吾斯曼,吐热依夏木·依米提,吴全忠. 甜高粱在新疆生态条件下的适应性研究[J]. 新疆农垦科技,2011,34(1):16-18.  
[19] 张苏江,艾买尔江·吾斯曼,薛兴中,等. 南疆玉米和不同糖分甜高粱的青贮品质分析[J]. 草业学报,2014,23(3):232-240.  
[20] 卢庆善. 甜高粱[M]. 北京:中国农业科技出版社,2008:83-102.  
[21] 赵香娜,李桂英,刘洋,等. 国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(3):302-307.

李青凤,高杰,彭秋,等. 不同施氮水平下糯高粱氮磷钾养分吸收规律研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):83-85.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.022

# 不同施氮水平下糯高粱氮磷钾养分吸收规律研究

李青凤<sup>1</sup>,高杰<sup>1</sup>,彭秋,周棱波<sup>1</sup>,焦晓燕<sup>2</sup>,王劲松<sup>2</sup>

(1. 贵州省农业科学院旱粮研究所,贵州贵阳 550006; 2. 山西省农业科学院农业环境与资源研究所,山西太原 030006)

**摘要:**为了研究不同施氮量条件下,糯高粱植株对氮、磷、钾养分的吸收规律,采用单因子随机区组设计,设6个施氮处理。取样株测定氮、磷、钾养分吸收量。结果表明:随着生育进程的不断增长,氮、磷、钾吸收总量随施氮量增加呈先增加后减少的趋势;氮、磷、钾均在处理号10N的施用量达到最高值,产量也达最高;氮的积累量在孕穗期达到最多;糯高粱氮磷钾养分吸收量最大的是K,其次是N,最低的是P。

**关键词:**糯高粱;施氮量;养分积累;养分吸收

**中图分类号:** S514.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0083-03

高粱 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] 是世界上最重要的禾谷类作物之一,其产量仅次于玉米、小麦、水稻和大麦,名列第五<sup>[1]</sup>。高粱具有抗旱、耐涝、抗盐碱、耐贫瘠、耐高温等特点<sup>[2]</sup>,适应性广,广泛种植于干旱、半干旱地区。同时高粱是C<sub>4</sub>作物,光合效率高,可以获得较高的生物学产量和经济产量<sup>[3]</sup>。有关高粱施肥的研究国内已有大量报道<sup>[4-6]</sup>,但对高粱养分的吸收及其分配规律的研究报道较少<sup>[7]</sup>,特别是关于糯高粱的养分吸收规律的相关研究尚未见报道。为此,本试验选用黔高8号糯高粱作为试验材料,采用随机区组试验,探讨不同施氮水平对高粱植株氮、磷、钾养分吸收的规律,以及探索贵州地区适宜的氮肥施用量,以提高氮肥利用率,为贵州地区酿造型高粱氮肥施用技术提供参考,并为高粱的高产、高效栽培技术提供理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验地概况

收稿日期:2016-06-20

基金项目:国家现代农业产业体系建设专项“国家高粱产业技术体系贵阳综合试验站”(编号:CARS-06-04-10)。

作者简介:李青凤(1988—),女,河南安阳人,研究实习生,主要从事作物栽培、生理生化以及病虫害研究。E-mail:liqingfeng453003@yeah.net。

通信作者:彭秋,研究员,主要从事高粱育种、栽培及资源研究。E-mail:p5615@sina.com。

试验于2013年3—10月在贵州省农业科学院旱粮研究所试验基地内进行,试验地土壤类型为黏土,表层(0~30 cm)土壤含有全氮0.121%、有效磷18.2 mg/kg、速效钾207 mg/kg、有机质1.3%,pH值为7.19。

### 1.2 供试材料

田间供试肥料品种为过磷酸钙(12% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)、硫酸钾(50% K<sub>2</sub>O)、长效尿素(46%纯N)。供试高粱品种为贵州省旱粮研究所培育品种黔高8号,经彭秋研究员鉴定属于*Sorghum bicolor* (L.) Moench种子。

### 1.3 试验设计

本试验采用随机区组的试验设计方法,设置3个重复,小区面积12 m<sup>2</sup>。试验设置不同施肥量处理见表1。行长5 m,试验小区留走道1 m。分别取高粱播种后50 d(苗期)、77 d(拔节期)、86 d(孕穗期)、93 d(抽穗期)、108 d(灌浆期)和133 d(成熟期)的茎秆,每个处理随机取3株整体粉碎后混匀,测定其N、P、K的含量。

### 1.4 测定方法

植株样品中氮、磷、钾测定采用H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O消化法,氮含量用蒸馏自动分析仪测定,磷含量用钼锑抗比色法测定,钾含量用火焰光度计法测定<sup>[8]</sup>。

### 1.5 试验数据统计分析

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 17.0软件对试验数据进行统计分析。

[22] 孙宏,曹文伯,谢奎龙. 甜高粱杂交组合主要性状(海南·北京)两地表现的比较——加快育种速度的探讨[J]. 中国种业, 2007(1):38-39.

[23] 赵立欣,张艳丽,沈菊菊. 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.

[24] 叶凯,冯国郡,涂振东,等. 新疆能源作物甜高粱茎节锤度与茎秆平均锤度的关系研究[J]. 新疆农业科学,2008,45(6):1035-1041.

[25] 石龙阁. 我国甜高粱产业发展前景分析[J]. 杂粮作物,2007,27(3):242-243.

[26] 石永顺,王艳秋,王立新,等. 加快甜高粱科研和生产开发[J].

辽宁农业科学,2004(3):30-31.

[27] 康志河,杨国红,杨晓平,等. 发展甜高粱生产开创能源农业新时代[J]. 中国农学通报,2005,21(1):340-341.

[28] Tefera T, Tana T. Agronomic performance of sorghum and groundnut cultivars in sole and intercrop cultivation under semiarid conditions [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2002, 188(3):212-218.

[29] 高明超,王鹏文. 甜高粱主要农艺性状遗传参数估计[J]. 安徽农学通报,2007,13(5):114.

[30] 闫锋. 甜高粱主要农艺性状遗传参数分析[J]. 中国糖料, 2010(1):24-26.