

郭会学,王发园,李 帅,等. 不同种植密度和施氮量对甜高粱生长、生物量和含糖量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(4):152-154.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.039

不同种植密度和施氮量对甜高粱生长、生物量和含糖量的影响

郭会学,王发园,李 帅,苗艳芳
(河南科技大学农学院,河南洛阳 471003)

摘要:作为一种优良的粮食、糖料、饲料和可再生能源作物,甜高粱因其生物量大、含糖量高、抗逆性强、适应性广等特性而备受关注。以大力士甜高粱为供试材料,研究了 3 个不同种植密度和 3 个施氮量对其生长发育、生物量及含糖量的影响。结果表明,不同种植密度、施氮量对株高、茎粗的影响不显著。在相同施氮水平时,叶面积指数、地上部分生物量和籽粒产量均随种植密度的增加而显著增加。种植密度对植株茎秆含糖量的影响较小;在相同密度条件下,植株的含糖量随施氮量的增加而增加。从茎秆生物量和含糖量综合来看,本研究中合理增加甜高粱种植密度和施氮量是有利的。

关键词:甜高粱;种植密度;氮肥;含糖量;籽粒产量
中图分类号:S514.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)04-0152-03

随着化石能源的日渐匮乏和环境污染的日益严重,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。目前,甜高粱是公认的最具有应用前景的再生能源之一。近年来,甜高粱作为糖料作物、饲料作物、能源作物和产业作物,对全球经济发展和环境保护具有重要的意义^[1-3]。

甜高粱[*Sorghum bicolor* (L.) Moench]为短日照 C₄ 植物,起源于非洲,是粒用高粱的一个变种,同样具有抗旱、耐涝、耐盐碱、耐瘠薄的特点,且生长迅速,糖分积累快^[4-5],作为新兴的可再生能源作物,具有生物学产量高、茎秆含糖量高、乙醇转化率高等特点,因此在制糖、酿酒和制酒精燃料、造纸以及用作饲料等方面具有广泛的应用价值,有利于促进边际性土地增产增收^[6-10]。

中国种植甜高粱的历史悠久,常见品种株高 4 m 左右,最粗的茎秆直径为 4~5 cm,主要经济目标是籽实部分,茎秆部分常被作为家畜饲料,种植区域主要集中在干旱、半干旱及土地盐碱化的地区,土壤瘠薄,水肥环境较差,加上种植水平不高、管理不到位等客观原因,致使甜高粱的种植处于比较原始和低级的状态。目前,对于以营养体为主要收获对象的甜高粱,其生物学产量和茎秆含糖量与密度、施氮量的关系有待深入研究和探索。本试验研究不同种植密度、施氮量对甜高粱生物学产量和茎秆含糖量的影响,以期明确甜高粱对密度、施

氮量的响应规律,为甜高粱高产高效栽培提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料

甜高粱供试品种为大力士^[11]。大力士品种具有十大优势:耐旱、耐涝、耐盐碱(可忍受的盐浓度为 0.5%~0.9%)、抗倒伏、高产、高糖(汁液锤度 15%~23%)、耐高温、耐严寒、耐瘠薄、用途广。

1.2 试验设计

试验在河南科技大学开元校区农场试验田进行。试验地气候属温带半湿润半干旱大陆性季风气候,年平均气温 12.1~14.6℃,年平均降水量 600 mm,年平均辐射量 491.5 kJ/cm²,年平均日照时数 2 300~2 600 h,平均无霜期 215~219 d。试验地土壤为黄潮土,质地中壤,pH 值 7.08。0~20 cm 土层土壤养分状况为有机质 24.40 g/kg,铵态氮 21.73 mg/kg,硝态氮 19.06 mg/kg,速效磷 16.76 mg/kg,速效钾 189.85 mg/kg。试验采用 2 因素随机区组设计,2 因素为种植密度、氮肥(尿素)(表 1)。

试验小区面积 30 m²,设计 8 行区,行距 0.5 m,行长 7.5 m,株距分别为 15、20、30 cm。2014 年 6 月 16 日进行人工播种,10 月 12 日收获,苗期、拔节期各施肥 1 次,即普施硝酸磷肥 225.113 kg/hm² 和纯氮(尿素),纯氮按照 3 个水平追施(表 1);在孕穗期各小区追施同等量的纯氮 0.135 kg。其他田间管理与当地生产水平一致。

表 1 试验因素水平

水平	试验因素	
	种植密度(株/hm ²)	氮肥(kg/hm ²)
1	66 700	N1:0
2	100 050	N2:32.683
3	133 400	N3:65.366

注:氮肥以纯氮计算。

收稿日期:2015-03-14
基金项目:河南省科技创新人才计划(编号:154100510010);河南科技大学创新团队(编号:2015TTD002);国家自然科学基金(编号:41471395)。
作者简介:郭会学(1990—),女,河南尉氏人,硕士研究生,主要研究方向为丛枝菌根与植物营养。E-mail:812665932@qq.com。
通信作者:王发园,教授,主要从事丛枝菌根与植物营养学研究。E-mail:wfy1975@163.com。

1.3 测定指标

苗期、拔节期每小区取样 5 株用标尺测量株高;叶片数、叶面积;用软尺测量叶片的最大叶长、最大叶宽,根据公式:叶面积 = 叶长 × 叶宽 × 0.87, 计算叶面积,进而求出叶面积指数;用软尺测量茎粗;鲜质量;烘干后称干质量。收获时每小区收 3 株,测株高、鲜质量、单株籽粒质量;茎秆糖分含量;测定部位为中部节间,用手持糖量仪测定其含糖锤度。

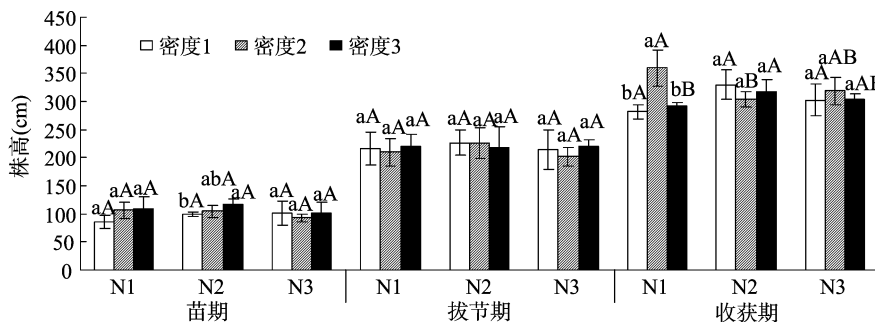
1.4 数据分析方法

采用 Excel 和 SPSS 19.0 数据处理系统,对数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度及施氮量对各生育期株高的影响

苗期,在 N1、N3 水平上,种植密度对株高影响不显著;N2 水平时,密度 3 的株高显著高于密度 1(图 1)。相同密度时,施氮水平对株高的影响不显著。总体 N2 水平、密度 3 处理株高最高。拔节期密度和施氮量对株高没有显著影响。收获期仅在 N1 水平时,密度 2 的株高显著高于密度 1、密度 3,在所有处理中株高最高在密度 2 处理条件下,N1 水平株高显著高于 N2 水平;密度 3 条件下,N2 水平的株高显著高于 N1 水平。



图中数据为平均数,图柱上不同小写字母表示相同施氮量不同密度在 $P<0.05$ 水平上显著;不同大写字母表示相同密度不同施氮量在 $P<0.05$ 水平显著。图2至图5同

图1 种植密度及施氮量对不同生育期株高的影响

2.2 种植密度及施氮量对茎粗的影响

相同施氮水平,拔节期 N1 水平时,密度 1 的茎粗显著高于密度 2、密度 3,其他密度处理对各时期相同施氮水平的茎粗没有显著影响(图 2)。相同密度条件下,只有苗期密度 1 时,施氮量为 N2 水平的茎粗显著高于 N1 水平,其他施氮处理对相同密度条件下的茎粗没有显著影响。

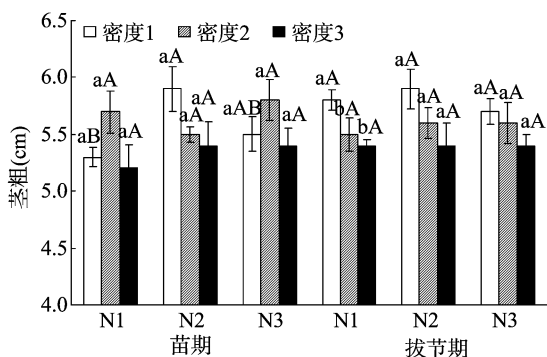


图2 种植密度及施氮量对不同生育期茎粗的影响

2.3 种植密度和施氮量对植株叶面积指数的影响

从图 3 可以看出,在苗期 N1 水平时,密度 2 的叶面积指数显著高于密度 1,而密度 3 的叶面积指数显著高于密度 1。施氮量相同处理中,叶面积指数均随种植密度的增加显著升高,密度越大,叶面积指数越大;而相同密度不同施氮处理对叶面积指数没有显著影响。

2.4 种植密度和施氮量对不同生育期地上部生物量的影响

从图 4 可以看出,在苗期、拔节期、收获期,相同施氮量条件下,地上部鲜质量均随密度的升高而显著增加,即密度越大,生物量越高。在苗期密度 1 条件下,N2、N3 水平的生物量显著高于 N1 水平;而施氮量对密度 2、密度 3 条件下的生

物量没有显著影响。在拔节期,相同密度条件下,不同施氮处理之间生物量无显著差异。在收获期密度 2 条件下,N3 处理的生物量显著高于 N1 处理;密度 1、密度 3 处理条件下,施氮量对生物量没有显著影响。

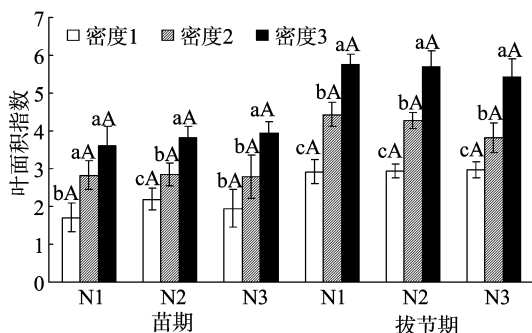


图3 不同密度和施氮量对植株叶面积指数的影响

2.5 种植密度及施氮量对茎秆含糖量的影响

糖分含量 N1 条件下随密度的增加先升高后降低,且密度 2 茎秆含糖量显著高于密度 1;在密度 1 条件下,N3、N2 处理的含糖量显著高于 N1 处理;在密度 2、密度 3 条件下,含糖量均随施氮量增加而升高,且 N3 处理的茎秆含糖量显著高于 N1 处理(图 5-a)。

2.6 种植密度及施氮量对籽粒产量的影响

在密度 1 条件下,N3 水平的籽粒产量显著高于 N2 水平;密度 2、密度 3 条件下,施氮量对籽粒产量无显著影响。在相同施氮量条件下,籽粒产量均随种植密度的增加而显著提高(图 5-b)。

3 讨论

不同种植密度和施氮量对甜高粱株高、茎粗的影响不大,

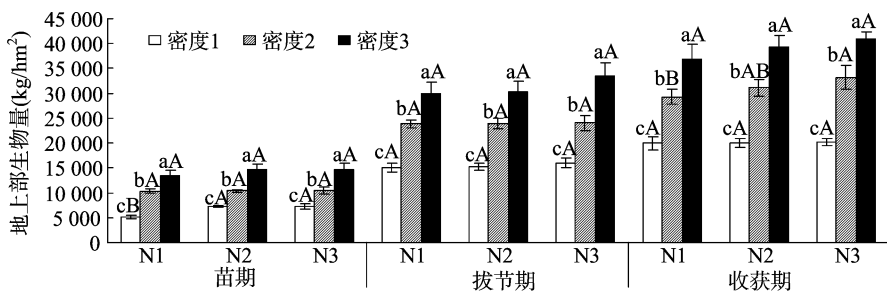


图4 种植密度及施氮量对不同生育期地上部生物量的影响

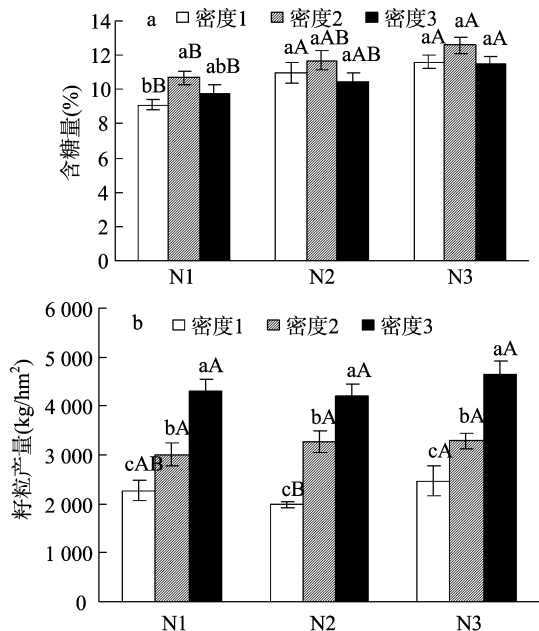


图5 种植密度及施氮量对茎秆含糖量和籽粒产量的影响

密度对叶面积指数的影响较大,在3个施氮水平中,密度越大,叶面积指数越大。主要是由于低密度时,植株群体较小,叶面积指数小,光合效率低,而植株产生的无效分蘖较多,又增加了主茎的营养消耗,影响株高、茎粗的生长;较高密度时,作物群体较大,植株产生的无效分蘖受到抑制,叶面积指数增加,群体的光合效率提高,但是植株个体的光合效率会受到限制,因此,高密度也会影响植株个体株高的增长,也使得植株个体茎粗减小。

相同施氮条件下,增加密度可显著提高作物群体的生物量和籽粒产量。虽然较高密度会影响植株个体的生长发育,但是由于其群体较大,叶面积指数增加,群体的光合效率提高,最终可收获较高的生物量和籽粒产量,但是在较高密度条件下,增加施氮量,生物产量和籽粒产量并没有得到显著提高,本试验结果与王岩等的研究结果^[12]一致。由于相同密度时,增加施氮量,植株产生的无效分蘖较多,增加了主茎的营养消耗,从而影响生物量和籽粒产量的提高。

密度、施氮量均对含糖量有影响,但是密度对其影响较小,本结论与艾买尔江·吾斯曼等的研究结果^[13]相吻合。含糖量受施氮量的影响较明显,在相同密度条件下,植株的含糖量随施氮量的增加而显著增加,合理增加施氮量有利于甜高粱含糖量的积累。与罗峰等的研究结果^[14]相反,可能是由于氮肥施用量和设置的变化梯度不一致所导致的;气候条件、种

植密度等对甜高粱含糖量也有一定影响。

甜高粱经济目标提高是在维持较高含糖量的基础上,扩大茎秆和籽粒库容量,增加茎秆的干物质分配比例^[14]。由于甜高粱茎秆高大,分蘖会抑制主茎的高度,而无效分蘖品质较差,含糖量低易干枯,因此确保较高数量的群体密度,抑制分蘖是增加主茎营养体数量的合理手段^[15]。在本研究条件下,从茎秆生物量和含糖量综合来看,合理增加甜高粱种植密度和施氮量对于甜高粱生产是有利的。

参考文献:

- [1] 赵辉,翟国伟,邹桂花,等. 甜高粱与普通高粱的物质积累分配变化比较[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(1): 7-11.
- [2] 姜慧,胡瑞芳,邹剑秋,等. 生物质能源甜高粱的研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2012(2): 139-141.
- [3] 唐三元,席在星,谢旗. 甜高粱在生物能源产业发展中的前景[J]. 生物技术进展, 2012, 2(2): 81-86.
- [4] 梅晓岩,刘荣厚,曹卫星. 植物生长调节剂对甜高粱茎秆贮藏中糖分变化的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 179-184.
- [5] 刘公社,周庆源,宋松泉,等. 能源植物甜高粱种质资源和分子生物学研究进展[J]. 植物学报, 2009, 44(3): 253-261.
- [6] Zhang C X, Xie G D, Li S M, et al. The productive potentials of sweet sorghum ethanol in China[J]. Applied Energy, 2010, 87(7): 2360-2368.
- [7] 贾东海,王兆木,林萍,等. 不同种植密度和施肥量对新高粱3号产量及含糖量的影响[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(1): 47-53.
- [8] 张晓英,赵威军. 甜高粱茎秆含糖量的研究进展[J]. 山西农业科学, 2011, 39(6): 616-618.
- [9] 王艳秋,邹剑秋,张志鹏,等. 密度及氮、磷、钾配比对甜高粱生物产量和茎秆含糖量的影响[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(6): 103-110.
- [10] 侯昊,李勇进,王学华. 甜高粱茎秆糖分及发酵制取乙醇研究进展[J]. 作物研究, 2013, 27(1): 91-95.
- [11] 田雄. 大力士饲用甜高粱在务川环境条件下高产栽培技术[J]. 农技服务, 2014, 31(4): 27-29.
- [12] 王岩,黄瑞冬. 种植密度对甜高粱生长发育、产量及含糖量的影响[J]. 作物杂志, 2008(3): 49-51.
- [13] 艾买尔江·吾斯曼,吐热衣夏木·依米提,张苏江. 不同密度对甜高粱糖分积累差异的研究[J]. 新疆农业科技, 2012(10): 11-12.
- [14] 罗峰,李子芳,高建明,等. 氮磷钾肥对甜高粱含糖量和子粒产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(22): 5459-5462.
- [15] 郑庆福,李凤山,杨恒山,等. 种植密度对杂交甜高粱“甜格雷兹”生长、品质及产量的影响[J]. 草原与草坪, 2005(4): 61-65.