

# 不同播期对黑龙江西部半干旱区高粱产量的影响

王 聪<sup>1</sup>, 杨克军<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 克山分院, 黑龙江 克山 161606; 2. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319)

**摘要:**为了探索黑龙江西部半干旱区高粱品种的最适播期,以龙杂5号为材料,采用随机区组设计,设定3个播期处理,研究其对高粱光合特性、单株干物质积累量及产量的影响。结果表明:在5月28日(土壤平均温度19.8℃、土壤湿度17.5%)播种产量较高。因此,在适宜土壤温湿度条件下播种是保证高粱出苗率,并获得高产的主要途径之一,同时也是保证高粱高产、稳产的基本条件。

**关键词:**高粱;播期;产量;光合特性;单株干物质积累量

**中图分类号:**S514 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)05-0021-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.05.0021

播期对植株性状及产量性状均有一定的影响,根据高粱品种的生长特性确定最佳的播种期可充分利用光热资源来培育壮苗,并对出苗及各器官的形成产生影响<sup>[1]</sup>。分期播种所制造的温度差异改变了作物的生长发育速率<sup>[2]</sup>。播期的提早或推迟都会对高粱在生长发育过程中所需的温度、光照等环境条件造成一定的差异,从而使高粱的光合作用、物质运输和生育进程等发生相应的改变,对其产量及产量构成因素产生不同影响。

黑龙江省西部半干旱区生长季节光照充足、雨热同季、昼夜温差大、有效积温多,为农作物生长提供了很好的光热条件。但由于受强大的蒙古高压控制,冬春降水少,春季气温回升快、大风次数多,所以春季干旱严重,是典型的旱作农业区。该区降水量年内季节分配不均,80%以上集中于夏季,冬春两季不足全年降水量的15%。0~20 cm耕层土壤含水量,随相应时期降水量多少而呈增减变化<sup>[3]</sup>。对于黑龙江西部半干旱气候条件,播种过早,土壤温度较低,易粉种,降低出苗率;播种过晚,积温不足导致不能正常生长发育,最终导致高粱产量及品质受到影响。前人研究认为,播期不同,对高粱叶光合特性<sup>[4]</sup>、单株干物质积累<sup>[5]</sup>、产量<sup>[6-8]</sup>均有较大影响。因此,确保出苗率及作物生长所需活动积温从而保证高粱产量是

研究播期的价值所在。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2013年在黑龙江省绥化管局和平牧场进行。和平牧场位于松嫩平原中部,海拔高128~167 m。年均气温4.6℃,活动积温2 800℃以上,年平均日照2 782.5 h,无霜期136 d。土壤类型为风沙土,土壤pH 7.15,有机质含量16.53 g·kg<sup>-1</sup>、碱解氮91.00 mg·kg<sup>-1</sup>、速效磷17.31 mg·kg<sup>-1</sup>、速效钾42.65 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试高粱品种为龙杂5号。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设B1、B2、B3三个不同播期处理,分别为2013年5月8日、5月18日和5月28日,采用随机区组设计,3次重复。小区行长10 m,行距0.65 m,6行区。施肥量750 kg·hm<sup>-2</sup>(N:P:K=1.0:0.6:1.2),密度12.8万株·hm<sup>-2</sup>。记录每个播期相同时间的土壤温度和湿度,实际观测数据由黑龙江省绥化管局和平牧场气象站观测地提供。其它田间管理同一般大田。

1.3.2 测定项目及方法 叶面积指数的测定:分别于高粱的苗期、拔节期、抽穗开花期、灌浆期和成熟期测定叶面积,在各处理取3个点,每个点取长势一致的植株3株,单叶面积=长×宽×0.75(式中0.75为校正系数),叶面积指数=单株叶面积×单位土地面积内的株数/单位土地面积。

光合速率的测定:分别于高粱的苗期、拔节期、抽穗开花期、灌浆期和成熟期,采用美国LI-

收稿日期:2016-02-25

基金项目:国家杂粮工程资助项目(2011FU125X07);农业部公益性行业专项资助项目(201303007);校内培育课题资助项目(XZR2014-02)

第一作者简介:王聪(1990-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,研究实习员,从事杂粮育种研究。E-mail:272774586@qq.com。

6400 型光合作用测定仪,设定人工光源光强为  $800\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,晴天于 9:30-12:00 统一在各小区的中间条带,选取 3 株生育期进程一致、光照均匀的健康植株的功能叶,循环测定净光合速率取平均值。

叶绿素的测定:分别于高粱的苗期、拔节期、抽穗开花期、灌浆期和成熟期,使用 SPAD-502Plus 叶绿素仪测定叶绿素。具体做法:晴天于 9:30-12:00 统一在各小区的中间条带,选取 3 株生育期进程一致、受光均匀的健康植株的功能叶,测定位置为叶基部距叶尖 30% 处。

地上植株单株干物质的测定:分别在苗期、拔节期、抽穗开花期、灌浆期和成熟期取各处理植株,3 次重复,将植株带回室内,取叶片,茎鞘和果穗等部分烘干称重。分别将叶、茎、穗装袋,于  $105\ ^\circ\text{C}$  条件下杀青 30 min,然后在  $80\ ^\circ\text{C}$  条件下烘至恒重,计算单株干物质积累。

收获期产量及产量相关性状的测定:收获时

收获去除边际效应后的全部果穗,记录收获穗数,带回实验室进行脱粒、称重,计算小区产量,并随机抽取 10 穗进行考种。在收获后,植株的果穗调查:穗长、千粒重、穗重、单穗粒重(以 10 株平均值作为统计单位)。

1.3.3 数据处理与分析 采用 Excel 和 SPSS 19.0 数据处理系统进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期对土壤温湿度的影响

由表 1 可知,B3 处理(平均土壤温度  $19.8\ ^\circ\text{C}$ ,土壤含水量 17.5%)最适宜种子发芽出苗,出苗率为 95.73%。随播期推迟,气温逐渐回升,土壤温度呈上升趋势。5、10 cm 及 5~10 cm 土壤温度表现相同为  $B3>B2>B1$ 。土壤温度的提升有利于种子的快速萌发。土壤水分含量的多少,直接影响作物种子的萌发。由表可知,随播期延后,土壤含水量呈上升趋势,在 B3 条件下较好。好的墒情是保证种子萌发的必要条件。

表 1 不同播期处理对土壤温湿度及出苗率的影响

Table 1 Effect of different sowing date on temperature,humidity of soil and emergence rate

处理 Treatments	日期 Date	5 cm 土壤温度/ $^\circ\text{C}$ Soil temperature of 5 cm	10 cm 土壤温度/ $^\circ\text{C}$ Soil temperature of 10 cm	5~10 cm 平均土壤温度/ $^\circ\text{C}$ Average soil temperature of 5~10 cm	土壤含水量/% Soilwater content	出苗率/% Emergence rate
B1	05-08	15.2	14.2	14.7	8.9	74.03 c
B2	05-18	16.3	15.4	15.9	10.2	80.26 b
B3	05-28	20.2	19.4	19.8	17.5	95.73 a

同列不同字母达 0.05 显著水平,下同。

Different letters indicate statistical significance at 0.05 level within the same column. The same below.

2.2 不同播期对高粱光合特性的影响

2.2.1 不同播期对高粱净光合速率的影响 从图 1 看出,随着生育期进行,净光合速率呈先上升后下降的单峰曲线,峰值出现在孕穗开花期。随播期推迟,土壤温湿度上升,出苗率提高,植株郁蔽,净光合速率下降,表现为  $B1>B2>B3$ 。各处理灌浆期较孕穗开花期分别下降了 12.38%(B1)、14.85%(B2)、15.46%(B3),在孕穗开花期后能保持较高的光合速率,且光合速率下降缓慢,叶片可以维持较长的光合功能期,从而可以同化合成更多的碳水化合物供应籽粒灌浆。

2.2.2 不同播期对高粱叶绿素含量的影响 从图 2 看出,随生育期进行,各播期叶绿素含量呈先上升后下降的单峰曲线,在孕穗开花期达到最大值。随播期推迟,叶绿素含量呈下降趋势。整个生育期内,B1 叶绿素含量始终保持较高值,在成熟期仍保持较高值,说明在此处理条件下叶片功

能期较长,较高的叶绿素含量保证了光合作用的进行,从而增加单株干物质积累量,最终导致单株产量的提高。各处理的叶绿素含量在灌浆期后下降较快,B3 成熟期较灌浆期下降幅度最大,达 28.1%。

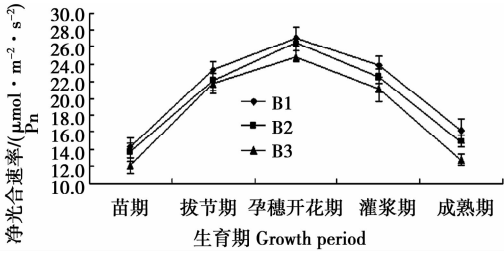


图 1 不同播期对净光合速率的影响

Fig.1 Effect of different sowing date on photosynthetic rate

2.2.3 不同播期对高粱叶面积指数的影响 从图 3 看出,随生育期进行叶面积指数表现为先上升后下降的单峰变化趋势,出苗之后随着叶片的

逐渐展开,叶面积指数随之增大,叶面积指数最大值出现在孕穗开花期。到灌浆成熟期由于植株下部叶片的衰老、脱落,其叶面积指数有所下降。在整个生育期中均表现出  $B3>B2>B1$ 。随播期推迟,土壤温湿度上升,出苗率提高,群体叶面积指数随密度的增大呈上升趋势,群体叶面积大小决定光合产物的积累量,最终影响产量的形成。

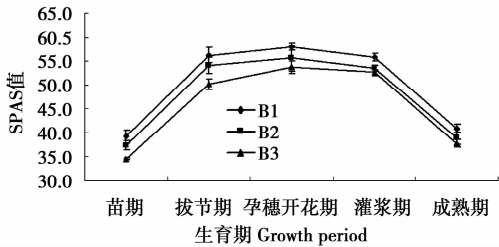


图2 不同播期对叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of different sowing date on chlorophyll content

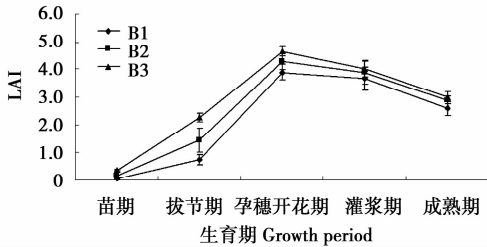


图3 不同播期对叶面积指数的影响

Fig. 3 Effect of different sowing date on leaf area index

2.3 不同播期对高粱单株干物质积累的影响

从图4看出,各播期随生育期进行,单株干物

质积累量变化趋势相同均呈S型曲线。单株干物质积累量随播期推迟呈下降趋势,表现为: $B1>B2>B3$ 。B1播种条件下土壤温湿度较低,出苗率降低,单株生长空间变大,单株干物质积累量增多。拔节期后单株干物质积累量增长迅速。从拔节期开始B1、B2单株干物质积累量显著大于B3,灌浆期后开始下降,B2下降幅度最小为3.11%。

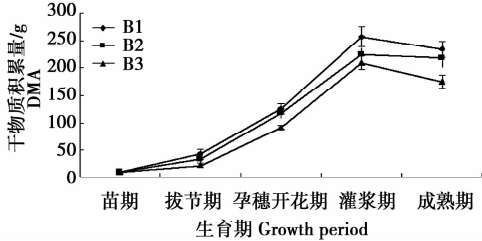


图4 不同播期对单株干物质积累的影响

Fig. 4 Effect of different sowing date on dry matter accumulation per plant

2.4 不同播期对高粱产量及产量相关性状的的影响

2.4.1 不同播期对高粱产量相关性状的影响

由表2可知,随播期的推迟,高粱产量相关性状呈递减趋势。B1出苗率降低,公顷穗数减少,单株生长空间变大,竞争减小,单株穗部发育较好,随播期推迟,土壤温湿度逐渐上升,出苗率提高,植株间竞争变大,在穗部性状上表现为B1、B2穗长、单穗粒重、穗重上显著高于B3,B1千粒重显著高于B3。

表2 不同播期对产量及相关性状的影响

Table 2 Effect of different sowing date on yield and yield-related

处理 Treatments	穗长/cm Spike length	单穗粒重/g Grain weight	千粒重/g 1 000 kernel weight	穗重/g Spike weight	穗数/(10 <sup>4</sup> 穗·hm <sup>-2</sup> ) Spike number
B1	27.15 a	86.88 a	26.61 a	122.85 a	9.76 b
B2	26.37 a	81.32 b	24.98 ab	120.67 a	10.48 b
B3	22.22 b	71.73 c	24.44 b	99.33 b	12.35 a

2.4.2 不同播期对高粱产量的影响 从图5看出,随播期的推迟,高粱产量随播期的推迟呈递增趋势,表现为: $B1(8\ 114.49\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})<B2(8\ 323.03\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})<B3(8\ 797.42\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2})$ ,B3产量较其它处理分别高出8.42%(B1),5.70%(B2),达到显著性差异。B1、B2播期条件下,土壤温湿度较低,出苗率降低,公顷穗数减少,最终导致产量降低。试验结果表明,B3产量的优势得益于群体效应对产量的影响大于单株效应对产量的影响。

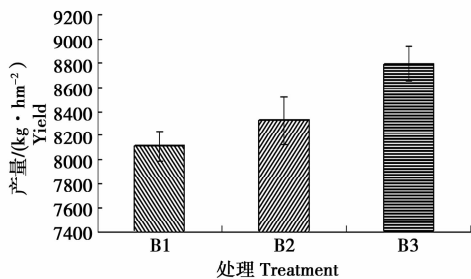


图5 不同播期对产量的影响

Fig. 5 Effect of different sowing date on yield

### 3 结论与讨论

#### 3.1 播期对高粱产量及相关性状的影响

前人研究得出,出苗率决定了作物生长发育状况及产量的丰欠<sup>[9]</sup>。本试验中,第一播期播种后持续降雨、低温导致出苗率降低,随播期的推迟,土壤温湿度逐渐提高,出苗率提高,单位面积穗数增多。本试验中只调查了出苗率、产量等项目,缺少了生育期、农艺性状等的调查。因此,只能从产量上对设定的3个播期进行评价,对于缺少的部分,在之后的试验中会加以研究,从而更加全面的分析高粱适宜播种的环境条件。在相同播种量条件下,出苗率提高,植株间竞争加剧,叶片遮蔽,光合效率降低,单株干物质积累量降低,穗部生长受限制。前人研究得出群体密度增加的过程中,单株效应下降,当单株效应对籽粒产量的影响超过群体效应则导致群体总产量下降<sup>[10]</sup>。第一、二播期条件下在穗长、单穗粒重、千粒重、穗重表现较好,产量低于第三播期。说明第一、二播期条件下单产较高,单体效应对产量的影响小于群体效应。因此,在适当的土壤温湿度条件下播种是保证高粱出苗率,获得高产的主要途径之一。

#### 3.2 播期对高粱光合特性的影响

叶片是植株进行光合作用的重要器官,在高粱籽粒形成过程中具有十分重要的作用。叶面积大小、净光合速率、叶绿素含量等通过协同作用共同决定作物群体产量<sup>[11]</sup>。本试验研究表明:随播期延后,叶绿素含量呈下降趋势,第一播期播种叶绿素含量在整个生育期中均高于其它两个播期。叶绿素含量体现了叶片进行光合作用及积累单株干物质的能力,最终表现为单株产量的提高。第一播期播种条件下净光合速率各生育期表现均较好,较高的净光合速率保证了较高的单株产量。随播种期延后,出苗率提高,群体植株郁蔽,通风透光较差,从而造成单株净光合速率偏低。叶面

积指数是反映植物群体生长状况的一个重要指标,其大小直接与最终产量高低密切相关<sup>[12]</sup>。在试验范围内,随播期延后,叶面积指数呈上升趋势,产量随之增加。本试验表明,在适宜土壤温湿度条件下播种是保证高粱出苗率,并获得高粱高产、稳产的必要条件。

#### 参考文献:

- [1] Adams W, Demming Adams B, Logan B A, et al. Rapid changes in xanthophyll cycle dependent energy dissipation and photosynthesis efficiency in two vines, *Stephania japonica* and *Smilax australis*, growing in the understory of an open *Encalyptus forest* [J]. Plant Cell Environ, 1999; 22: 125-136.
- [2] Schröder U, Schliwa U, Bilger W. Continuous recording of photochemical and nonphotochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer [J]. Photosyn Res, 1986, 10: 51-62.
- [3] 司振江. 黑龙江省西部半干旱区节水抗旱技术模式研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2006.
- [4] 吉春容, 邹陈, 范子昂, 等. 甜高粱不同播期下光合特性的变化及其与气象因子的关系 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(33): 135-140.
- [5] 刘均革, 孟宪刚, 王永新, 等. 高粱不同播期农艺性状差异分析研究 [J]. 天津农林科技, 2011, 8(4): 25-27.
- [6] 赵建武, 白文斌, 刘贵锋, 等. 不同播期、积温、降水量对高粱农艺性状形成及产量的影响 [J]. 农学学报, 2014, 4(4): 1-4.
- [7] 石红梅. 不同播期对夏高粱产量影响的研究 [J]. 现代农业科技, 2008(20): 160.
- [8] 罗峰, 陈鹏, 裴忠有, 等. 播期对甜高粱不同生育时期生物产量及品质的影响 [J]. 湖北农业科学, 2013, 52(14): 3259-3263.
- [9] 马树庆, 王琪, 吕厚荃, 等. 水分和温度对春玉米出苗速度和出苗率的影响 [J]. 生态学报, 2012, 11(32): 3378-3385.
- [10] 佟瓶亚, 程延年. 玉米密度与产量因素关系的研究 [J]. 北京农业科学, 1995, 13(1): 23-25.
- [11] 卢琼琼, 宋新山, 严登华. 干旱胁迫对大豆苗期光合生理特征的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28(9): 42-47.
- [12] 杨楠, 丁玉川, 焦晓燕, 等. 种植密度对高粱群体生理指标、产量及其构成因素的影响 [J]. 农学学报, 2013, 3(7): 11-17.

## Effect of Different Sowing Date on Sorghum Yield in Western Semi-arid Region of Heilongjiang Province

WANG Cong<sup>1</sup>, YANG Ke-jun<sup>2</sup>

(1. Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan, Heilongjiang 161606; 2. College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

**Abstract:** In order to explore the optimum sowing date of sorghum varieties in semi-arid region of western area of Heilongjiang province, taking Longza 5 as material, the design of random block were set for three sowing date to research the effects of photosynthetic characteristics, dry matter accumulation and yield of sorghum. The results showed that in May 28<sup>th</sup> (Average soil temperature 19.8℃, soil water content 17.5%) yield was higher. Accordingly, in the seeding appropriate the temperature and humidity of soil was the guarantee of sorghum seedling emergence rate, reduce the cost and one of the main ways to obtain high yield and a postulate ensured high and stable yield of sorghum.

**Keywords:** sorghum; sowing date; yield; photosynthetic characteristics; accumulation of dry matter per plant