

种植方式对矮秆高粱辽杂 37 号光合性能及产量的影响

辛宗绪 赵术伟 孔凡信 肖继兵 刘志 朱晓东 吴宏生

(辽宁省水土保持研究所, 朝阳 122000)

摘要:对矮秆高粱在辽宁西部地区适宜种植模式进行试验研究,为矮秆高粱的推广提供理论依据。以矮秆高粱辽杂 37 号为试验材料,分别设置二比空、三比空、大垄双行、一穴双株以及常规种植方式(CK)等 5 种植方式,研究不同种植方式对高粱叶面积指数、叶片光合性能和产量的影响。结果表明,二比空和大垄双行种植方式较常规种植方式增产效果显著,大垄双行产量为 9969.8kg/hm²,二比空产量为 9909.6kg/hm²,分别比常规种植增产 9.7% 和 9.0%,并使其群体保持较高的叶面积指数。在开花期和灌浆期,二比空、大垄双行处理叶面积指数显著高于常规种植,分别较常规种植高 6.68% 和 7.91。净光合速率、气孔导度、细胞间隙 CO₂ 浓度、蒸腾速率在各处理之间表现出较大差异,其中净光合速率的表现有二比空、大垄双行与常规种植处理达显著水平;气孔导度表现为二比空、大垄双行处理显著高于一穴双株和常规种植处理,而胞间 CO₂ 浓度则表现相反。蒸腾速率的表现有二比空、大垄双行、三比空、一穴双株均高于常规种植,且达显著水平。可见二比空和大垄双行种植方式有助于矮秆高粱光合条件的改善,可作为辽西部地区矮秆高粱高产首选的种植方式。

关键词:高粱;种植方式;光合性能;产量

高粱具有耐旱、耐瘠薄、适应性广等特点,是我国干旱和半干旱地区重要的粮食和酿造原料作物,是当前农业生产调结构、转变生产方式的理想作物之一。辽宁省是我国高粱主产区之一,高粱种植面积常年在 10 万 hm² 左右,单产为 4540kg/hm²。提高高粱单产水平是当前生产研究的重要方向。提高产量除遗传因素外,很大程度上还受到外界环境因素及栽培措施(如密度、施肥等)的影响,当种植密度达到一定程度之后,随着密度的增加,高粱产量不再增加,说明在有限的生产水平上通过增加高粱的种植密度并不能达到理想的效果^[1-2],并且在高密度、高肥力的条件下,高粱生长发育中后期由于田间郁闭,通风、透光条件差,生长竞争激烈,而抑制了的生

长。研究表明高粱群体内小气候与生育中后期的生长发育密切相关。改变种植方式,调节个体的分布状况,可以有效改善群体内部气候条件从而获得高产。

常见的种植方式有二比空、三比空、宽窄行、大垄双行、一穴双株及不同株行距配置等^[3-10],这些种植方式的研究多是针对玉米种植,而在高粱种植的研究中较少。矮秆高粱的应用是实现高粱生产机械化的关键,本研究以矮秆高粱辽杂 37 号为供试材料,通过设置二比空、三比空、大垄双行、一穴双株和常规种植 5 种植方式,对其产量、叶面积指数和光合特性进行比较分析,探索辽杂 37 号最佳的种植方式,为其在生产上大面积推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况 试验于 2015-2016 年在辽宁省水土保持研究所试验基地进行(120° 27' E, 41° 34' N)。试验区属北温带大陆季风气候,四季

基金项目:国家谷子高粱产业技术体系高粱朝阳综合试验站(CARS-06-13.5-B16)

通信作者:刘志

的比较[J].大豆科学,2000,19(3):218-222

[5] 马淑英,尹田夫.低温对不同耐冷大豆萌发种子游离脯氨酸变化的影响[J].吉林农业科学,1998(4):88-90

[6] 胡俊杰,张古文,胡齐赞.低温胁迫对菜用大豆生长、叶片活性氧及多胺代谢的影响[J].浙江农业学报,2011,23(6):1113-1118

[7] Sknudlik G, Baczek R, Koscieliak J. The effect of short warm breaks

during chilling on photosynthesis and the activity of antioxidant enzymes in plants sensitive to chilling[J]. Journal of Agronomy, 2000: 184-233

[8] 张敬涛,刘婧琦,赵桂范.免耕栽培不同秸秆覆盖量下土壤温度变化研究[J].中国农学通报,2015,31(27):224-228

(修回日期:2018-04-03)

分明,雨热同期,积温高、日照长、降水少。5-9月平均气温为22.3℃,累计降雨量为470.0mm,日照时数为1097.9h。供试土壤为沙壤土,肥力中等,地势平坦,耕层(0~20cm)有机质含量11.39g/kg、有效磷含量27.79mg/kg、速效钾含量96.30mg/kg、全氮含量0.93g/kg,pH值7.81。前茬为谷子,春季结合深松施入农家肥3000kg/667m²。

1.2 试验材料与试验设计 供试材料为矮秆高粱辽杂37号,由辽宁省农业科学院提供。

试验采用单因素随机区组设计,共设5种植方式:(1)常规种植:正常垄作播种方式,行距60cm,株距11.1cm,12行,小区面积57.6m²;(2)二比空种植方式:行距60cm,株距7.4cm,种2行空1行,15行,小区面积72m²;(3)三比空种植方式:行距60cm,株距8.3cm,种3行空1行,20行,小区面积96m²;(4)大垄双行种植方式:大垄行距70cm,小垄行距50cm,株距11.1cm,12行,小区面积57.6m²;(5)一穴双株种植方式:行距60cm,穴距22.2cm,每穴种2株,12行,小区面积57.6m²。以常规种植方式为对照(CK),行长均为8m,3次重复,随机区组排列。密度均为1万株/hm²。每年5月20日播种,9月末收获。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶面积指数(LAI) 在高粱苗期、拔节期、大喇叭口期、开花期、灌浆期和成熟期采用AccuPAR LP-80植物冠层分析仪(美国产)进行叶面积指数测定,每次选取小区中间3行进行测定,每行在靠外第10株位置将植物冠层分析仪探头向内探伸进行测量,每个小区共测定3次。

1.3.2 叶片净光合速率 在高粱开花期采用LCi-SD便携式光合仪(英国产)测定植株上数3个叶片的光合参数,包括净光合速率、蒸腾速率、气孔导度,每小区在中间行的中间位置连续选取5株进行测定。

1.3.3 产量及其构成 在收获期每小区收取中间3行的全部穗,风干后进行测产,按14%含水量(用水分仪测定)的标准折合成单位面积产量,并记录取样穗数。收获后在剩余的其他行内随机选取10株样本,自然风干后室内考种,测量穗长、单穗粒重和千粒重等产量构成因素。

1.4 数据分析 用Excel2003进行数据整理并作

图,采用DPSv7.05分析软件进行方差分析。由于2015年和2016年2年数据无显著差异($P>0.05$),因此采用2年平均值进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植方式对叶面积指数的影响 在不同种植方式下辽杂37号叶面积指数均呈先升高后下降的变化趋势,在开花期达到最高,之后开始下降(表1)。在苗期和拔节期各处理叶面积指数差异不显著;在大喇叭口期,大垄双行处理叶面积指数显著高于常规种植,较常规种植高5.81%;在开花期和灌浆期,二比空、大垄双行处理叶面积指数显著高于常规种植,开花期分别较常规种植高6.68%和7.91%,灌浆期分别较常规种植高8.73%和8.36%;在成熟期,大垄双行处理叶面积指数显著高于常规种植,较常规种植高7.55%。

大垄双行和二比空种植方式具有较高的叶面积指数,这可能是由于此两种种植方式具有较强的边际优势,给予叶片充分的发展空间,形成较大的叶面积。可见,大垄双行和二比空种植方式构建了较为适宜的群体光合结构,比常规种植具有更高的光能利用能力,这也是两种种植方式具有较高产量的群体结构基础。

表1 不同种植方式各生育时期高粱LAI的变化

处理	苗期	拔节期	大喇叭口期	开花期	灌浆期	成熟期
二比空	1.27a	2.19a	4.14ab	6.07a	5.98a	5.01ab
三比空	1.38a	2.09a	4.05ab	5.98ab	5.78abc	4.93ab
大垄双行	1.15a	2.25a	4.19a	6.14a	5.96ab	5.13a
一穴双株	1.02a	2.01a	3.99b	5.87ab	5.66bc	4.83b
常规种植(CK)	1.06a	1.95a	3.96b	5.69bc	5.50c	4.77b

小写字母表示在0.05水平上差异显著,下同

2.2 不同种植方式对光合特性的影响 由表2可知,不同种植方式叶片的净光合速率大小依次为二比空>大垄双行>三比空>一穴双株>常规种植,分别比常规种植提高了28.82%、24.87%、16.98%和7.38%,其中二比空、大垄双行、三比空处理的净光合速率与常规种植处理差异达显著水平。气孔导度表现为二比空、大垄双行处理显著高于一穴双株和常规种植处理,而胞间CO₂浓度则表现相反。蒸腾速率表现为二比空、大垄双行、三比空、一穴双株均高于常规种植,且达显著水平,分别比常规种植提高了23.10%、16.58%、10.58%和4.59%。

表2 不同种植方式对光合特性的影响

处理	净光合速率 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)	气孔导度 ($\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)	细胞间隙 CO ₂ 浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	蒸腾速率 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)
二比空	42.78a	0.37a	22.2c	6.98a
三比空	38.85b	0.33ab	30.8b	6.27b
大垄双行	41.47ab	0.36a	24.4c	6.61c
一穴双株	35.66c	0.31b	36.7a	5.93d
常规种植 (CK)	33.21c	0.29b	38.5a	5.67e

2.3 不同种植方式对产量的影响 通过对5种种植方式的产量进行比较(表3),二比空、三比空、大垄双行、一穴双株的产量均比常规种植高,且达显著水平。其中大垄双行产量最高,为9969.8kg/hm²;其次是二比空,产量为9909.6kg/hm²;再次是三比空,产量为9589.2kg/hm²;一穴双株处理产量为9339.9kg/hm²;各处理分别比常规种植增产9.67%、9.00%、5.48%和2.74%。二比空与大垄双行种植方式间产量差异不显著,二比空、大垄双行种植方式的产量与三比空、一穴双株方式的产量差异显著,说明辽杂37号在二比空和大垄双行种植方式下均能实现较高产量。

表3 不同种植方式对产量及其构成因素的比较

处理	穗数(万穗/hm ²)	穗粒重(g)	千粒重(g)	产量(kg/hm ²)
二比空	14.85a	68.18a	23.08a	9909.6a
三比空	14.80a	66.09b	23.43a	9589.2b
大垄双行	14.87a	68.42a	22.76a	9969.8a
一穴双株	14.77a	63.67c	21.95a	9339.9bc
常规种植 (CK)	14.74a	62.85c	23.65a	9091.0d

2.4 不同种植方式产量构成因素的影响 由表3可以看出,不同种植方式对穗数和千粒重影响较小,各处理间差异不显著。对穗粒重影响较大,其中二比空、三比空、大垄双行显著高于一穴双株和常规种植处理,分别比一穴双株增加7.08%、3.80%和7.46%,分别比常规种植增加8.48%、5.16%、8.86%;一穴双株与常规种植没有显著差异。

3 结论与讨论

种植方式是对高粱产量影响较大的栽培技术因子。通过改变种植方式来协调个体之间的矛盾,使群体内竞争达到最小,能更充分地利用周围的环境资源,有效改善群体内部气候条件,从而获得高产。

本研究表明,在常规种植、二比空、三比

空、大垄双行和一穴双株5种植方式下,大垄双行和二比空种植方式可使高粱的LAI明显提高,减少光能的漏射损失,提高高粱的光能利用率。光合作用是高粱物质生产和产量形成的基础,许多研究表明,高粱叶片的光合作用与其产量形成过程密切相关^[11-12],通过种植方式的改变改善了群体内部气候条件,净光合速率、气孔导度、细胞间隙CO₂浓度、蒸腾速率等都得到有效改善,二比空、大垄双行的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率均显著高于常规种植,从而为高粱获得较高的产量奠定了生理基础。

辽杂37号是近几年重点推广的适宜机械化种植的高粱品种,由于其株高较矮,种植密度较大,如果在常规种植方式下,株距相应减少,通风透光条件变差,该品种的增产潜力受到限制。因此,采用大垄双行和二比空种植方式,能改善高粱群体的通风透光条件,从而发挥耐密品种的增产潜能。采用大垄双行和二比空种植是辽杂37号较好的种植方式,可作为辽西地区高粱高产栽培的首选种植方式。

参考文献

- [1] 丁国祥,赵甘霖,刘天鹏,等. 种植密度对高粱蜀窖红1号生育及产量的影响研究[J]. 中国种业,2010(2): 43-44
- [2] 汪由,王恩杰,王岩,等. 种植密度对高粱食用杂交种辽杂13生长发育及产量的影响[J]. 辽宁农业科学,2010(6): 24-27
- [3] 史磊,王延波,王金艳,等. 种植方式对玉米干物质积累、光合特性和产量的影响[J]. 园艺与种苗,2015(6): 52-54,57
- [4] 李光,白文斌,曹昌林,等. 不同种植方式对矮秆高粱‘晋杂34号’光合特性和产量的影响[J]. 农学学报,2015,5(10): 1-5
- [5] 王敬亚,齐华,梁熠,等. 种植方式对春玉米光合特性、干物质积累及产量的影响[J]. 玉米科学,2009,17(5): 113-115,120
- [6] 于永静,郭兴强,谢光辉,等. 不同行株距种植对甜高粱生物量和茎秆汁液锤度的影响[J]. 中国农业大学学报,2009,14(5): 35-39
- [7] 李新彦,李有明,马现斌,等. 不同株行距配置对玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(7): 87-88
- [8] 黄素芳,徐玉朋,李荣华,等. 玉米一穴双株种植方式研究[J]. 河北农业科学,2014,18(2): 22-24,59
- [9] 牛世伟,安景文,刘慧屿,等. 大垄双行疏密种植对玉米冠层结构及产量影响的研究[J]. 玉米科学,2014,22(5): 98-103
- [10] 武志海,张治安,陈展宇,等. 大垄双行种植玉米群体冠层结构及光合特性的解析[J]. 玉米科学,2005,13(4): 62-65
- [11] 徐克章,王英典,徐惠风,等. 高粱叶片光合作用特性的研究[J]. 吉林农业大学学报,1999,21(3): 1-6
- [12] 黄瑞冬,高悦,周宇飞,等. 矮秆高粱辽杂35光合特性与产量构成因素[J]. 中国农业科学,2017,50(5): 822-829

(修回日期: 2018-03-30)