

文章编号:1003-8701(2012)06-0001-03

风沙瘠薄农田区种植密度对玉米 主要农艺性状及产量的影响

刘慧涛¹,孙云云¹,高玉山¹,窦金刚¹,
王永军¹,赫玉萍²,张金娟³

(1.吉林省农业科学院农业资源与环境研究所,长春 130033;2.吉林省扶余县农业技术推广中心,吉林 扶余 131200;
3.吉林省乾安县种子管理站,吉林 乾安 131400)

摘 要:以先玉335为试验材料,设置5个种植密度,研究种植密度对风沙瘠薄农田区玉米主要农艺性状和产量的影响。结果表明,在不同的种植密度下,玉米的产量和农艺性状都有明显的差别,叶面积指数呈单峰曲线变化,随种植密度的增加,株高、穗长、穗粒数、百粒重呈逐渐降低趋势;空秆率、秃尖长、子粒容重呈增加趋势;随着密度的增加,玉米单产呈抛物线趋势,先增加后降低。

关键词:密度;农艺性状;产量

中图分类号:S513

文献标识码:A

Effect of Planting Densities on Agronomic Characters and Yield of Maize in Sandy Barren Land

LIU Hui-tao¹, SUN Yun-yun¹, GAO Yu-shan¹, DOU Jin-gang¹,
WANG Yong-jun¹, HE Yu-ping², ZHANG Jin-juan³

(1. *Agricultural Resources and Environment Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033*; 2. *Fuyu Agricultural Technology Extension Center, Fuyu 131200*; 3. *Qianan Seed Management Station, Qianan 131400, China*)

Abstract: Effect of five different densities on agronomic characters and yield of 'Xianyu 335' in sandy barren land were studied. The results showed that there were clear differences in agronomic characters among different planting densities. The leaf area index (LAI) changed as a single peak curve. With the increase of planting density, plant height, ear length, grains per spike and kernel weight gradually decreased, but the blank-stem rate, bare top length and grain bulk density increased. The yield showed a parabolic trend, i.e., increased at first and drop latter.

Keywords: Densities; Agronomic characters; Yield

玉米生产是一个种群的过程,密度是影响玉米产量的关键因素,增加群体密度仍然是我国及世界玉米大面积高产的关键措施之一^[1-2]。但增加

密度也不是无限的增加,一定要合理密植。因为密度的增加导致群体之间和个体之间对光照、水分的竞争加剧。如果在光照、水分不足的情况下,可导致空秆数量的增加^[3-4]。

本试验通过对先玉335不同种植密度下的叶面积、株高、干物质积累及变化、产量及产量构成等性状的研究,明确吉林省西部瘠薄农田区玉米高产栽培的适宜密度,为该区域玉米的生产提供参考依据。

收稿日期:2012-10-24

基金项目:国家科技支撑计划(2009BADB3B05);星火计划项目(2010GA660012)

作者简介:刘慧涛(1965-),男,研究员,硕士,主要从事风沙盐碱土改良及玉米高产栽培等研究工作。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于吉林省前郭县乌兰图嘎镇万宝山村,年平均气温 $6.4\sim 7.4^{\circ}\text{C}$ $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2\,700\sim 2\,900^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,无霜期 $133\sim 135\text{ d}$,多年平均降水量 $270.7\sim 315.5\text{ mm}$,多年平均蒸发量 $2\,472.1\sim 2\,660\text{ mm}$,平均风速 $3.2\sim 3.5\text{ m/s}$,土壤为典型的风沙土。

1.2 试验设计

本试验以当地主栽玉米品种先玉 335 为试验品种,设 3.0、4.5、6.0、7.5、9.0 万株/ hm^2 共 5 个密度,小区 6 行,行长 7.7 m,行距 65 cm,小区面积 30 m^2 ,重复 3 次,化肥投入: $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{K}_2\text{O}=165-75-90\text{ kg/hm}^2$ 。

1.3 研究方法

叶面积指数:每个处理小区选生长一致的玉米 10 株,挂牌标记。于拔节期、大喇叭口期、抽雄吐丝期、灌浆期及蜡熟期测量绿叶叶面积,叶面积 = 长 $\times$ 宽 $\times 0.75$, $\text{LAI} = \text{单株叶面积} \times \text{单位土地面积内株数} / \text{单位土地面积}$ 。

子粒灌浆特性分析:开花后 15 d、25 d、35 d、45 d 和收获期共取 5 次子粒百粒重的灌浆分析。

产量及产量构成:子粒成熟期测产,每小区取中间 10 m^2 ,调查株数、穗数、穗总重;每小区按平均穗重称取 10 穗考种。当子粒水分低于 20% 时进行室内考种,调查穗粒重、穗粒数、百粒重,以考种数据与大田测产数据相结合,按子粒含水量计算产量。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 进行数据整理, DPS 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 密度对玉米叶面积指数及株高的影响

玉米叶片是接受光能的重要器官,玉米子粒形成期叶面积指数对产量的影响至关重要^[5-7]。密度对玉米叶面积指数(LAI)的影响见图 1。结果表明,各处理总体变化基本一致, LAI 均呈单峰曲线变化,即 LAI 随生育期进程先增大,在抽雄吐丝期达最大值,之后呈缓慢下降,各生育期 LAI 都随密度的增加而升高。玉米 LAI 随生育进程变化可分为 4 个时期,即缓慢增长期,指播种至拔节期 LAI 增长缓慢;线性增长期,指拔节至抽雄吐丝期 LAI 增长最快,且吐丝期达最大值;相对稳

定期,指抽雄吐丝至乳熟期 LAI 相对稳定而后期略有下降;衰退期,指乳熟至蜡熟期 LAI 下降,这与以往的研究结果相符合。不同密度的 LAI 从曲线间的距离可初步断定 LAI 并不是按照密度的增加呈比例升高,在拔节期群体 LAI 密度间的差距较均匀,随着生育期的进程密度间的差距增大,且不等距。

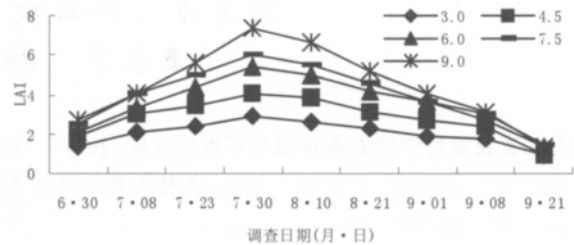


图1 不同密度叶面积指数变化

株高是玉米的一个重要农艺性状,种植密度对玉米株高的影响见图 2。结果表明,在株高上,不同密度间存在明显差别。不同生育期,随种植密度的增加,玉米株高呈逐渐降低的趋势。

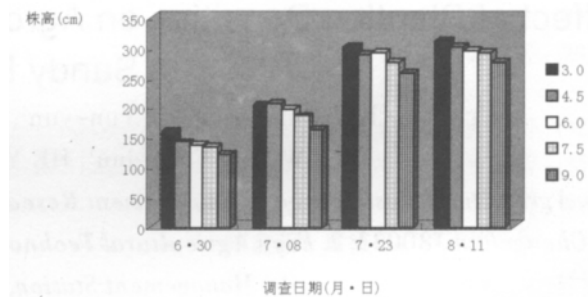


图2 不同密度株高变化

2.2 密度对玉米干物质积累的影响

玉米不同种植密度对地上部干物重的影响见表 1。在玉米小喇叭口期(7月 8 日)之前,随种植密度的增加,地上部干物重积累量呈增加趋势;7月 8 日后随种植密度的增加,最高密度 9.0 万株/ hm^2 处理干物重有所下降;9月 20 日密度 7.5 万株/ hm^2 处理玉米干物重最大为 $21\,336\text{ kg/hm}^2$ 。

不同种植密度对玉米不同器官干物重的影响见图 3,7月 23 日玉米抽雄吐丝后进入孕穗灌浆阶段,8月 11 日测得玉米地上部分叶、茎秆、粒、整株干物重随着密度的增加呈增加趋势。8月 25 日、9月 20 日,玉米植株地上部分叶、茎秆的干物重随着密度的增加呈现增加趋势,而玉米子粒及整株干物重随着密度的增加,呈抛物线趋势,先增加后减少,说明这段时期玉米整株干物重明显受玉米子粒重量的影响,随着玉米子粒重量的增加,

玉米整株生物量也增加。8月11日至8月25日始向子粒中转化,应该加强此前的肥水供应。为快速灌浆期,8月25日玉米叶、茎秆中物质开

表1 不同密度玉米地上部干物重比较

kg/hm²

密度(万株/hm ²)	6月10日	6月30日	7月8日	7月23日	8月11日	8月25日	9月20日
3.0	143	1 267	3 366	5 994	9 548	13 276	14 075
4.5	152	2 291	4 323	7 152	9 753	16 515	16 597
6.0	225	2 619	4 444	7 682	12 602	19 387	21 336
7.5	239	2 594	4 875	8 406	10 976	18 769	19 877
9.0	275	2 728	5 015	7 971	13 742	17 671	18 582

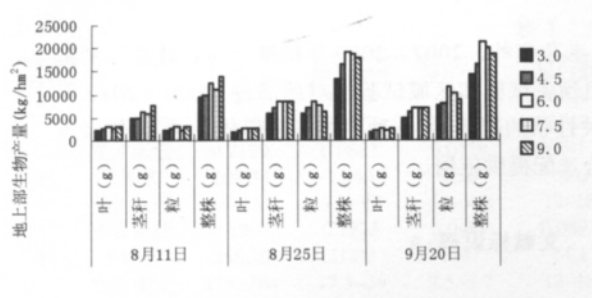


图3 不同密度下玉米不同器官干物重变化

2.3 密度对产量及产量构成的影响

密度对产量及产量构成的影响见表2,对产量构成分析,随玉米种植密度的增加,空秆率呈增加趋势,穗长随着密度的增加呈降低趋势,秃尖长随着密度的增加呈增加趋势,穗行数、行粒数、穗粒数、百粒重随着密度的增加呈减少趋势,子粒容重随着密度的增加呈增加趋势。随着密度的增加,玉米单产呈抛物线趋势,先增加后降低。

高密度导致产量降低的主要原因是引起玉米

表2 各处理产量及产量构成

处理 (万株/hm ²)	空秆 率(%)	双穗 率(%)	穗长 (cm)	秃尖 长(cm)	穗行 数(行)	行粒 数(粒)	穗粒 数(粒)	百粒 重(g)	子粒容 重(g/L)	单产 (kg/hm ²)
3.0	0.0	0.0	21.4	1.8	17.0	44.5	757	39.07	735.3	7 807
4.5	0.2	0.0	19.1	2.5	16.2	38.8	628	37.30	741.0	9 758
6.0	0.9	0.0	17.2	3.4	16.1	31.5	507	35.90	741.7	9 757
7.5	4.4	0.0	15.9	3.3	15.7	29.8	467	34.17	744.0	9 992
9.0	4.3	0.0	13.7	3.5	15.1	24.8	375	33.17	744.7	9 277

结穗率、百粒重和行粒数降低;当密度增加时,平均每穗粒数呈下降趋势,粒重随密度增加而下降,密度与子粒产量之间呈二次曲线关系;当密度超过一定数值之后,子粒产量随密度增加而下降。维持一定库源比值是高产的必要条件,低密度下库是限制产量的主要因素,高密度下源是产量的限制因素^[8-9]。应主攻群体总粒数,扩大库容。源库都是限制产量的因素,但以库影响相对较大。扩库限源增效是玉米高产的有效途径。保证一定总粒数、增加吐丝后干物质积累量、提高成穗率,协调群体库源关系是玉米高产的关键^[10]。

随着密度的增加,产量不是无限增长,当密度高于适宜密度时,群体产量开始下降。产量的增高或降低并不是按照密度的变化而变化。这是由于低密度的群体个体空间充足,用大个体补充了因密度小而减少的个体产量;高密度群体个体竞争压力增大导致个体生长受限,个体减少的产量削

弱了因密度而增加的果穗产量。

对玉米种植密度与产量关系进行二项式方程分析见图4,在风沙瘠薄农田区,合理施肥条件下,先玉335最大产量种植密度为6.65万株/hm²,经济效益种植密度为6.54万株/hm²。

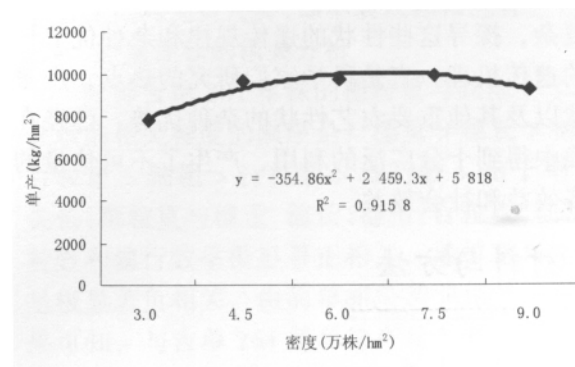


图4 玉米密度与产量效应

注:玉米价格1.6元/kg,先玉335种子价格52.8元/kg
(8 000粒/120元,100粒重28.4g)

(下转第16页)

象,在作物育种中对基因型的适应性差异的生理基础研究还不够。目前,无论哪一种互作分析方法都有其优点和弱点。

AMMI 模型成功地将方差分析和主成分分析结合在一起,并提供了形象直观的图形工具,为研究具体的基因型与环境互作及品种稳定性差异评价提供了一条方便的途径。AMMI 图形不仅有助于鉴别品种的适应性、稳定性和丰产性,而且对于深入理解品种和试点互作,对于明了试点间的相互关系,制定育种目标和良种的示范推广也有重要参考价值。当然,必须注意到 AMMI 图形只是展示 AMMI 分析结果的图形工具,它的可靠性仍依赖于 AMMI 模型分析数据的有效性。AMMI 图形虽直观简洁,便于理解,但所表达的品种稳定性信息往往是局限的,最好将 AMMI 双标图与依据所有显著的乘积项得出的稳定性参数结合起来推断。另外,对于试点的分辨力大小,不能只看 1 次区试结果,应根据多次区试情况来判断,从而鉴别出对某一特定试点具有特殊适应性的品种,以提高育种效率。

参考文献:

- [1] 张泽,鲁成,向仲怀.基于 AMMI 模型的品种稳定性分析[J].作物学报,1998,24(3):304-309.
- [2] 曾献英. AMMI 模型在棉花区域试验中的应用[J].棉花学

报,2004,16(4):233-235.

- [3] 王磊,曾先列,余汉勇,等.利用加性主效应和乘积交互作用模型对国际杂交水稻圃数据的分析[J].中国水稻科学,1997,11(4):198-204.
- [4] 英敏,杨思琼. AMMI 模型在玉米品种区域试验中的应用[J].种子,2008,27(8):97-101.
- [5] 刘文江,李浩杰,汪旭东,等.用 AMMI 模型分析杂交水稻基本性状的稳定性[J].作物学报,2002,28(4):569-573.
- [6] 何代元,胡宁,马兆锦,等. AMMI 模型在玉米区域试验中的应用[J].玉米科学,2009,17(4):144-147.
- [7] Wamatu J N, Thomas E. The influence of genotype $\times$ environment interaction on the grain yields of 10 pigeonpea cultivars grown in Kenya [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2002(188):25-33.
- [8] Campbell B T, Jones M A. Assessment of genotype $\times$ environment interactions for yield and fiber quality in cotton performance trials[J]. Euphytica, 2005(144):69-78.
- [9] 王磊, McLaren C G, 杨仕华. 利用双标图分析基因型和环境交互作用[J]. 科技通报, 1997, 13(5):281-286.
- [10] 李艳艳, 丰震, 赵兰勇. 用 AMMI 模型分析玫瑰品种产花量的稳定性[J]. 中国农业科学, 2008, 41(6):1761-1766.
- [11] 高海涛, 王书予, 王翠玲, 等. AMMI 模型在旱地小麦区域试验中的应用[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(4):43-46.
- [12] 徐良年, 高三基, 邓祖湖, 等. AMMI 模型在甘蔗区域试验中的应用[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(5):735-739.
- [13] 严威凯. 双标图分析在农作物品种多点试验中的应用[J]. 作物学报, 2010, 36(11):1805-1819.
- [14] 唐启义. DPS 数据处理系统-实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 北京:科学出版社,2010.

(上接第 3 页)

3 结 论

合理密植是玉米获得高产的一项重要栽培措施,一般认为在一定范围内产量随着密度增加而提高,到一定密度后产量达到最高,继续增加密度产量反而下降。

玉米品种先玉 335 随着种植密度的增加,玉米植株的农艺性状和产量性状都发生了一定的变化,玉米的株高和空秆率呈现上升趋势,行粒数、百粒重随着密度的增加逐渐下降,产量随种植密度的增加呈现出抛物线趋势。根据数据分析结果,在风沙瘠薄农田区,合理施肥条件下,先玉 335 最大产量种植密度为 6.65 万株/hm²,经济效益种植密度为 6.54 万株/hm²。

参考文献:

- [1] 杨世民,廖尔华,袁继超,等.玉米密度与产量及产量构成因

素关系的研究[J].四川农业大学学报,2000,12(4):322-324.

- [2] 杨国虎.种植密度影响玉米产量及部分产量相关性状的研究[J].西北农业学报,2006,15(5):57-60.
- [3] 刘淑云,董树亭,胡昌浩,等.玉米产量和品质与生态环境的关系[J].作物学报,2005,31(5):571-576.
- [4] 刘武仁,郑金玉,冯艳春,等.玉米品种不同密度下的质量效应[J].玉米科学,2005,13(2):99-101.
- [5] 薛吉全,梁宗锁,马国胜,等.玉米不同株型耐密性的群体生理指标研究[J].应用生态学报,2002,13(1):55-59.
- [6] 张中东,王璞,何雪峰,等.不同密度处理对紧凑型玉米农大 486 叶片生长发育的影响[J].玉米科学,2004,12(专刊):91-93.
- [7] 路海东,薛吉全,赵明,等.玉米高产栽培群体密度与性状指标研究[J].玉米科学,2006,14(5):111-114.
- [8] 冯艳春,李万良,郑金玉,等.密度对玉米产量及商品品质的影响研究[J].玉米科学,2007,15(6):79-81.
- [9] 张娟,王立功,刘爱民,等.种植密度对不同玉米产量和灌浆进程的影响[J].作物杂志,2009(3):40-43.
- [10] 马兴林.种植密度对 3 个玉米杂交种产量及品质的影响[J].玉米科学,2005,13(3):84-86.